



PNUMA



Hacia una **economía VERDE**

Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza



Cita

PNUMA, 2011, *Hacia una economía verde: Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza*, www.unep.org/greeneconomy

ISBN: 978-92-807-3143-9

Diseñado por UNEP/GRID-Arendal, www.grida.no



Copyright © Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2011

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o de manera parcial, y en cualquier formato, para fines educativos o no lucrativos sin permiso especial del titular de los derechos de autor, siempre que se cite la fuente. El PNUMA agradecería recibir una copia de cualquier publicación que utilice este documento como fuente. No podrá realizarse un uso de esta publicación para su venta o para cualquier otro propósito comercial sin la autorización previa y por escrito del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Aclaración

Las denominaciones empleadas y la presentación del material de esta publicación no implican en absoluto la expresión de ninguna opinión por parte del PNUMA con respecto a la situación legal de ningún país, territorio, ciudad, área o sus autoridades, ni en lo concerniente a sus fronteras y límites. Asimismo, los puntos de vista expresados en esta publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista o la política del PNUMA. La mención de una empresa comercial o un producto en esta publicación no implica respaldo alguno por parte del PNUMA.

El PNUMA promueve prácticas favorables para el medio ambiente en todo el mundo y en sus propias actividades. Esta publicación está impresa en papel 100% reciclado, usando tintas vegetales y otras prácticas respetuosas con el medio ambiente. Nuestra política de distribución tiene como objetivo reducir la huella de carbono del PNUMA.



Hacia una  **economía VERDE**

Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza

Agradecimientos

Este documento no habría sido posible sin el esfuerzo coordinado de un grupo de expertos que han participado en estos últimos dos años en su elaboración. En primer lugar agradecemos la participación y el compromiso de los autores-coordinadores de los diferentes capítulos: Robert Aires, Steve Bass, Andrea Bassi, Paul Clements-Hunt, Holger Dalkmann, Derek Eaton, Maryanne Grieg-Gran, Hans Herren, Prasad Modak, Lawrence Pratt, Philipp Rode, Ko Sakamoto, Rashid Sumaila, Cornis Van Der Lugt, Ton van Dril, Xander van Tilburg, Peter Wooders y Mike D. Young. Los agradecimientos a los autores colaboradores de los capítulos son presentados en los capítulos respectivos.

En el seno del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) el documento ha sido concebido e iniciado por su Director Ejecutivo, Achim Steiner; dirigido por Pavan Sukhdev y coordinado por Sheng Fulai bajo la supervisión y dirección global de Steven Stone y Sylvie Lemmet. La supervisión adicional fue realizada por Joseph Alcamo, Marion Cheadle, John Christensen, Angela Cropper, Peter Gilruth e Ibrahim Thiaw. Asimismo, se le agradece a Alexander Juras y a Fatou Ndoye su liderazgo por facilitar las consultas con los principales grupos y partes interesadas. El diseño inicial del informe se benefició de las aportaciones de Hussein Abaza, Olivier Deleuze, Maxwell Gomera y Anantha Duraiappah.

La conceptualización del informe surgió de varias reuniones con Graciela Chichilnisky, Peter May, Theodore Panayotou, John David Shilling, Kevin Urama y Moses Ikiara. Los agradecimientos también son para Kenneth Ruffing, por su edición técnica y contribución a lo largo de varios capítulos; y Edward B. Barbier y Tim Swanson por sus contribuciones realizadas en el capítulo de Introducción. Numerosos revisores externos e internos, a quienes mostramos agradecimiento en los capítulos individuales, contribuyeron con su tiempo y experiencia a mejorar la calidad general y el rigor del informe.

Además, cientos de personas ofrecieron sus opiniones y puntos de vista sobre el documento en cuatro importantes encuentros: en la reunión de presentación de la Iniciativa para una Economía Verde en diciembre de 2008; un taller técnico celebrado en abril de 2009, una sesión revisora en julio de 2010 y una junta consultiva organizada en octubre de 2010. Aunque son demasiado numerosos para mencionarlos individualmente sus contribuciones han sido profundamente apreciadas. Los expertos que comentaron los borradores de capítulos específicos son reconocidos en sus correspondientes secciones. La Cámara de Comercio Internacional (ICC, por sus siglas en inglés) amerita una mención especial por su crítica constructiva en numerosos capítulos.

Este informe fue realizado gracias al esfuerzo del equipo directivo de PNUMA formado por Anna Autio, Fatma Ben Fadhl, Nicolas Bertrand, Derek Eaton, Marenglen Gjonaj, Ana Lucía Iturriza, Moustapha Kamal Gueye, Asad Naqvi, Benjamin Simmons y Vera Weick, quienes trabajaron incansablemente para implicar a los autores de los capítulos, interactuar con expertos relevantes del PNUMA, consolidar esquemas, revisar borradores, facilitar revisiones por pares, recopilar los comentarios a las revisiones, orientar las revisiones, dirigir las investigaciones y llevar todos los capítulos hasta la producción final.

Adicionalmente, varios miembros del personal del PNUMA proporcionaron dirección técnica y orientación política en varios capítulos: Jacqueline Alder, Juanita Castaño, Charles Arden-Clark, Surya Chandak, Munyaradzi Chenje, Thomas Chiramba, Hilary French, Garrette Clark, Rob de Jong, Renate Fleiner, Niklas Hagelberg, Arab Hoballah, James Lomax, Angela M. Lusigi, Kaj Madsen, Donna McIntire, Desta Mebratu, Nick Nuttall, Thierry Oliveira, Martina Otto, David Owen, Ravi Prabhu, Jyotsna Puri, Mark Radka, Helena Rey, Rajendra Shende, Soraya Smaoun, James Sniffen, Guido Sonnemann, Virginia Sonntag-O'Brien, Niclas Svenningsen, Eric Usher, Cornis Van Der Lugt, Jaap van Woerden, Geneviève Verbrugge, Farid Yaker y Yang Wanhua. Sus contribuciones en las distintas etapas del desarrollo del informe son sumamente apreciadas.

Agradecemos y estimamos la asociación y el apoyo del equipo de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) dirigido por Peter Poschen. La mayor parte del personal de la OIT, en especial Edmundo Werna y aquellos que son reconocidos en los capítulos individuales, contribuyeron en temas relacionados con el empleo. El capítulo de 'Turismo' fue desarrollado en asociación con la Organización Mundial del Turismo de las Naciones Unidas (OMT) bajo la coordinación de Luigi Cabrini.

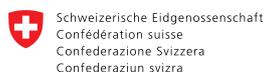
Un especial reconocimiento y agradecimiento a Lara Barbier, Etienne Cadestin, Daniel Costelloe, Moritz Drupp, Jane Gibbs, Annie Haakens-tad, Hadia Hakim, Jasmin Hundorf, Sharon Khan, Kim Hyunsoo, Andrew Joiner, Kim Juhern, Richard L'Estrange, Tilmann Liebert, François Macheras, Dominique Maingot, Semhar Mebrahtu, Edward Naval, Laura Ochia, Pratyancha Perdeshi, Dmitry Preobrazhensky, Marco Portugal, Alexandra Quandt, Victoria Wu Qiong, Waqas Rana, Alexandria Rantino, Pascal Rosset, Daniel Szczepanski, Usman Tariq, Dhanya Williams, Carissa Wong, Yitong Wu y a Zhang Xinyue, por su asistencia en la investigación, así como a Desirée Leon, Rahila Mughal, y Fatma Pandey por su apoyo administrativo.

Extendemos nuestro reconocimiento a Nicolas Bertrand y a Leigh Ann Hurt por administrar la producción; a Robert McGowan, Dianna Rienstra y Mark Schulman por la edición; a Elizabeth Kempf por la corrección de textos; y a Tina Schieder, Michael Nassl y Dorit Lehr por la corroboración de los datos.

Finalmente, queremos extender un especial agradecimiento a Anne Solgaard y al equipo de PNUMA/GRID-Arendal por preparar la presentación y el diseño del informe.

Por último, quisiéramos agradecer al equipo que trabajó en la versión al español de este documento. Especialmente a Ismael Gaona, en la corrección de estilos; Millaray Quiroga, en el diseño y maquetación; a Anita Beck y Matías Gallardo del PNUMA, quienes apoyaron en la revisión de los textos y del diseño; y a Ronal Gainza Carmenates del PNUMA, quien coordinó el equipo de trabajo. Agradecimientos especiales para el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México (INECC) que realizó la traducción al español del original en estrecha colaboración con Dolores Barrientos de la oficina del PNUMA en México.

El PNUMA quiere agradecer a los Gobiernos de Noruega, Suiza y Reino Unido, así como a la Organización Internacional del Trabajo (OIT), a la Organización Internacional del Turismo de las Naciones Unidas y a la Fundación de las Naciones Unidas por su generoso apoyo hacia la Iniciativa para una Economía Verde.



Swiss Confederation

Federal Office for the Environment FOEN



Preámbulo

Al cumplir casi 20 años desde la última Cumbre de la Tierra, las naciones se encuentran de nuevo rumbo a Río, pero en un mundo muy diferente y transformado desde 1992.

En aquel entonces, apenas se vislumbraban algunos de los retos emergentes a lo largo del planeta, desde el cambio climático y la desaparición de especies, hasta la desertificación o la degradación de las tierras.

Actualmente, muchos de aquellos problemas aparentemente remotos son ya una realidad y plantean serios obstáculos tanto para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de las Naciones Unidas como para la prosperidad, o incluso la supervivencia, de cerca de 7,000 millones de personas, que serán 9,000 millones en 2050.

Río 1992 no defraudó al mundo, ni mucho menos. Aportó una visión e importantes piezas del mecanismo multilateral necesario para crear un futuro sostenible.

No obstante, esto solo será posible si los pilares ambiental y social del desarrollo sostenible reciben el mismo trato que el económico; si los motores de la sostenibilidad, a menudo invisibles, desde los bosques hasta las fuentes de agua dulce, tienen el mismo peso, si no mayor, en la planificación económica y del desarrollo.

El informe Hacia una economía verde es una de las principales aportaciones del PNUMA al proceso Río+20 y al objetivo general de luchar contra la pobreza y promover un siglo XXI sostenible.

El informe presenta argumentos convincentes, desde una perspectiva económica y social, para invertir el dos por ciento del PIB mundial en enverdecer diez sectores fundamentales de la economía con el fin de orientar el desarrollo y los flujos de capital público y privado hacia actividades con bajas emisiones de carbono que sean eficientes en la utilización de los recursos.

La transición puede catalizar una actividad económica de, al menos, un tamaño comparable al del modelo actual, pero con un menor riesgo a las crisis y a los impactos cada vez más inherentes al modelo actual.

Las nuevas ideas son, por su propia naturaleza, perturbadoras, pero mucho menos negativas en comparación con un mundo en el que empiezan a escasear el agua potable y las tierras fértiles, con el telón de fondo caracterizado por el cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos y una creciente carestía de recursos naturales.

La economía verde no favorece a una u otra corriente política, ya que es pertinente para todas las economías, tanto las controladas por el Estado como las de mercado. Tampoco pretende ocupar el lugar del desarrollo sostenible. Más bien, es una forma de alcanzar dicho desarrollo a nivel nacional, regional y mundial, estando en consonancia e incluso ampliando la aplicación del Programa 21.

La transición a la economía verde ya está en marcha, como se subraya en este informe así como en una amplia serie de estudios complementarios elaborados por organismos, países, corporaciones y organizaciones de la sociedad civil. El objetivo ahora es aprovechar al máximo dicho impulso.

Río+20 constituye una oportunidad real de ampliar y fortalecer las señales de recuperación. Con ese objetivo, el presente informe no solo ofrece una hoja de ruta hacia Río, sino más allá de 2012, cuando una gestión todavía más inteligente del capital natural y humano del planeta determine finalmente la creación de riqueza y el rumbo del mundo.



Achim Steiner

Director Ejecutivo del PNUMA

Secretario General Adjunto de las Naciones Unidas

Índice

Agradecimientos	5
Preámbulo	7
Introducción	11
■ PARTE I: Inversión en capital natural.....	33
Agricultura	35
Pesquerías	87
Agua	125
Bosques	169
■ PARTE II: Inversión en eficiencia energética y de recursos	215
Energía renovable.....	217
Manufactura	269
Residuos	323
Construcción	373
Transporte	423
Turismo	463
Ciudades	507
■ PARTE III: El apoyo a una transición hacia una economía verde	555
Modelación de escenarios de inversión verdes a escala mundial	557
Condiciones favorables	609
Financiamiento.....	651
Conclusiones	701





Introducción

Abriendo caminos para la transición a una economía verde



Índice

1	Introducción: Abriendo caminos para la transición a una economía verde	16
1.1	De la crisis a la oportunidad.....	16
1.2	¿Qué es una economía verde?.....	18
1.3	Caminos hacia una economía verde.....	23
1.4	Enfoque y estructura: Hacia una economía verde	27

Referencias.....	29
-------------------------	-----------

Lista de tablas

Tabla 1: Capital natural: Componentes subyacentes y servicios y valores ilustrativos.....	20
---	----

Lista de cuadros

Cuadro 1: Gestión del reto demográfico en el contexto del desarrollo sostenible	17
Cuadro 2: Hacia una economía verde: Un doble reto	24

1 Introducción: Abriendo caminos para la transición a una economía verde

1.1 De la crisis a la oportunidad

A lo largo de los dos últimos años, la idea de una economía verde ha salido de su ámbito especializado de la economía ambiental para adentrarse en el discurso político común. Se encuentra cada vez más en el vocabulario de Jefes de Estado y ministros de Hacienda o en los boletines del G20, y se debate en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza.

Esta reciente adopción de un concepto de economía verde, sin duda, ha sido impulsada por la generalizada desilusión del paradigma económico dominante, por una sensación de fatiga que emana de múltiples crisis simultáneas y por las fallas de mercado experimentadas ya durante la primera década del nuevo milenio, incluida la crisis financiera y económica de 2008. Sin embargo, al mismo tiempo, hay cada vez más evidencias de un nuevo camino a seguir, de un nuevo paradigma económico, en el que la riqueza material no se logre forzosamente a expensas de riesgos ambientales crecientes, escasez ecológica o disparidad social.

La creciente evidencia sugiere que la transición hacia una economía verde tiene una sólida justificación económica y social. Existen, pues, fundamentos sólidos para que tanto los gobiernos como el sector privado intensifiquen sus esfuerzos para llevar a cabo tal transformación económica. Los gobiernos deben permitir que los productos más verdes compitan en igualdad de condiciones, retirando progresivamente los subsidios que se hayan quedado anticuados, reformando sus políticas y ofreciendo nuevos incentivos, fortaleciendo la infraestructura comercial y los mecanismos del mercado, reorientando la inversión pública y adoptando una política de compras públicas más verde. El sector privado, por su parte, ha de comprender y calibrar la verdadera oportunidad que supone para una serie de sectores fundamentales la transición hacia una economía verde, y debe responder a las reformas políticas y a las señales de precios aumentando el financiamiento y la inversión.

Una era marcada por el uso inadecuado del capital

En la última década, ha habido varias crisis simultáneas relacionadas con el clima, la biodiversidad, el combustible, los alimentos, el agua y, más recientemente, con el

sistema financiero mundial. La aceleración de las emisiones de carbono representa una creciente amenaza de cambio climático con consecuencias potencialmente desastrosas para el hombre. La crisis de los precios de los combustibles de 2007 a 2008, y el consiguiente alza de precios en los alimentos y las mercancías, indican la existencia de debilidades estructurales y de riesgos que aún no se han resuelto. El aumento de la demanda pronosticado por la Agencia Internacional de la Energía (AIE), entre otros, hace pensar en una dependencia continua del petróleo y de otros combustibles fósiles y en un considerable incremento de los precios de los energéticos en un momento en el que la economía mundial lucha por recuperarse y crecer (IEA, 2010).

Actualmente, no existe un consenso internacional sobre el problema de seguridad alimentaria mundial o las posibles soluciones sobre cómo alimentar a una población de 9,000 millones de personas para 2050. (Véase el Cuadro 1 para mayor información sobre el reto poblacional). La escasez de agua es ya un problema mundial y los pronósticos para 2030 sugieren una creciente brecha entre la demanda y la oferta renovable de agua (McKinsey and Company, 2009). Las perspectivas respecto a la mejora de los servicios de saneamiento son todavía sombrías para más de 1,100 millones de personas, mientras que 844 millones aún no tienen acceso a agua potable (WHO & UNICEF, 2010). En conjunto, estas crisis están impactando gravemente la posibilidad de mantener la prosperidad en el mundo y alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) para erradicar la pobreza extrema. También están agravando problemas sociales persistentes como la pérdida de empleos, inseguridad socioeconómica, enfermedades e inestabilidad social.

Si bien las causas de estas crisis son diversas, básicamente todas comparten un mismo elemento: la asignación evidentemente incorrecta del capital. Durante las dos últimas décadas, una gran cantidad de capital se destinó a propiedades, combustibles fósiles y activos financieros estructurados con los instrumentos consecuentes; en comparación, se invirtió muy poco en energías renovables, eficiencia energética, transporte público, agricultura sostenible, protección de los ecosistemas y de la diversidad biológica, y conservación del suelo y el agua.

Cuadro 1: Gestión del reto demográfico en el contexto del desarrollo sostenible

El vínculo entre poblaciones dinámicas y desarrollo sostenible es fuerte e inseparable, como se refleja en el Principio 8 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992.

“Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deben reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas.” Declaración de Río, Principio 8 (UN, 1992).

Este año la población mundial alcanzará los 7,000 millones, y a mitad de siglo habrá rebasado los 9,000 millones. Contrario a las proyecciones anteriores, se espera un crecimiento sostenido de ahora en adelante (UN DESA, 2009 y 2011). El crecimiento poblacional aumenta las expectativas de los esfuerzos que deben realizarse para reducir la pobreza. No solo aumenta el reto de alimentar a una población creciente, que depende de forma crucial de una mayor producción en agricultura (FAO, 2009 y 2010; Tokgoz & Rosegrant, 2011), sino que también es necesaria la creación de suficientes oportunidades de empleo, que a su vez dependen de un desarrollo económico favorable (Basten et al., 2011; Herrmann & Khan, 2008; ILO, 2011; UNFPA, 2011a).

La transición hacia una economía verde puede ayudar a superar el agotamiento de aquellos recursos naturales más escasos, a lo que contribuye el crecimiento poblacional. Los países menos desarrollados del mundo (PMD) son los más afectados por la degradación ambiental, mucho más que otros países en vías de desarrollo (UNCTAD, 2010a) y, por lo tanto, tienen mucho que ganar con la transición hacia una economía verde.

Además, cambios en las distribuciones espaciales de las poblaciones, impulsados tanto por la migración rural a urbana como por el crecimiento de las ciudades, cambian los impactos y las vulnerabilidades ambientales. La urbanización, cuando se pla-

nifica, puede ser un poderoso promotor del desarrollo sostenible. Dado que en 2008 la proporción de población urbana superó, por primera vez, a la proporción de gente que vive en áreas rurales en el mundo (UNFPA, 2007), una transición hacia una economía verde se vuelve cada vez más relevante. Es significativo que en los países menos desarrollados, donde la mayor parte de la gente aún vive en áreas rurales, la década de 2000 a 2010 fue la primera en la que el crecimiento de la población urbana superó al de las poblaciones rurales. Este tipo de cambios desde un punto de vista social también presentan nuevas oportunidades para el desarrollo de una economía verde.

Por ejemplo, las ciudades pueden ofrecer servicios esenciales, incluidos la salud y la educación, a costos más bajos per cápita dados los ahorros de los rendimientos a escala. También se pueden lograr ahorros en el desarrollo de infraestructuras vitales como vivienda, agua, salubridad y transporte. Además, la urbanización puede reducir el consumo de energía, en particular en transporte y vivienda; y crear espacios interactivos que amplíen los alcances y el intercambio cultural. Lograr estos beneficios requiere de una planeación proactiva para enfrentar los futuros cambios demográficos.

La planificación anticipada de los gobiernos y las autoridades locales puede dirigirse a la dinámica poblacional de una manera proactiva. Por ejemplo, una herramienta disponible para ayudar a los países es hacer un mejor uso de los datos disponibles de la población y realizar un análisis sistemático sobre su situación (UNFPA, 2011b) e intentar con ello subrayar cómo las tendencias demográficas actuales y las proyectadas afectan el desarrollo de los países. Un análisis semejante proporciona el fundamento necesario para atender la dinámica poblacional y sus vínculos con el desarrollo sostenible y con estrategias de reducción de la pobreza.

Fuente: FNUAP.

La mayor parte del desarrollo económico y de las estrategias de crecimiento alentó una rápida acumulación de capital físico, financiero y humano, pero a costa de una disminución y una degradación excesiva del capital natural, que incluye la dotación de recursos naturales y de ecosistemas. Al disminuir las reservas mundiales de

riqueza natural, a menudo de manera irreversible, este patrón de desarrollo y crecimiento ha tenido impactos negativos sobre el bienestar de las generaciones actuales, al tiempo que plantea tremendos riesgos y retos para el futuro. Las múltiples crisis recientes son un síntoma de este patrón.

Las políticas e incentivos de mercado existentes han contribuido a este problema de asignación incorrecta de capitales puesto que permiten a las empresas generar externalidades sociales y ambientales importantes, cuyos efectos no han sido verificados ni contabilizados. Se requieren mejores políticas públicas para revertir tal asignación incorrecta de capital, incluyendo el control de precios y las medidas regulatorias de manera que se cambien los incentivos perversos que la generan y que ignoran las externalidades sociales y ambientales. Al mismo tiempo, en todo el mundo, especialmente en los países en vías de desarrollo, se están implementando cada vez más regulaciones adecuadas y políticas e inversiones públicas que fomentan cambios en el patrón de inversión privada (UNEP, 2010).

¿Por qué se necesita este informe ahora?

El informe del PNUMA *Hacia una Economía Verde* tiene como objetivo romper varios mitos e ideas falsas sobre la creación de una economía verde global y es una guía oportuna y práctica para los formuladores de políticas sobre qué reformas necesitan para desbloquear el potencial productivo y laboral de una economía verde.

Quizá el mito más común es que hay una inevitable disyuntiva entre la sostenibilidad ambiental y el progreso económico. Actualmente, hay evidencias sustanciales de que la transición hacia una economía verde no inhibe ni la creación de riqueza, ni las oportunidades de empleo. Por el contrario, muchos sectores verdes ofrecen ocasiones significativas de inversión, crecimiento y empleo. Sin embargo, y para que esto ocurra, se deben crear nuevas condiciones que promuevan inversiones en el marco de esta transición hacia una economía verde, lo que a su vez requiere que los formuladores de políticas actúen de forma urgente.

Un segundo mito es que una economía verde es un lujo que solo pueden darse los países ricos, o peor aún: un engaño para frenar el desarrollo y perpetuar la pobreza de los países en vías de desarrollo. Contrario a esta percepción, se pueden encontrar numerosos ejemplos de transiciones verdes en el mundo en vías de desarrollo, que deberían reproducirse en otros lugares. *Hacia una Economía Verde* muestra ejemplos y resalta sus alcances para una aplicación más amplia.

El trabajo realizado por el PNUMA sobre economía verde aumentó la visibilidad de este concepto en 2008, concretamente mediante la llamada a un Nuevo Acuerdo Verde Mundial (GGND, por sus siglas en inglés). El GGND recomendó un paquete de inversiones públicas y una serie de reformas políticas y monetarias complementarias destinadas a impulsar la transición inicial hacia una economía verde y, al mismo tiempo, reformar la economía, los empleos y atender la pobreza persistente (Barbier, 2010a). Diseñada como una respuesta política oportuna y adecuada a la crisis económica, la propuesta del

GGND fue un resultado anticipado de la Iniciativa para una Economía Verde de las Naciones Unidas. Esta iniciativa, coordinada por el PNUMA, fue una de las nueve iniciativas conjuntas aprobadas por el Secretario General y la Junta de los Jefes Ejecutivos de la ONU en respuesta a la crisis económica y financiera de 2008.

Hacia una Economía Verde, resultado principal de la Iniciativa para una Economía Verde, demuestra que la transición hacia economías verdes no tiene que ser un lastre para el crecimiento. Al contrario, esta transición tiene el potencial de ser un motor de crecimiento, un generador neto de empleos dignos y una estrategia para eliminar la pobreza persistente. El documento también busca motivar de tres maneras a los formuladores de políticas para que generen las condiciones que permitan mayores inversiones en la transición hacia una economía verde.

En primer lugar, este informe plantea argumentos económicos para reorientar la inversión, tanto pública como privada, que permita transformar sectores clave que son críticos para la transición hacia una economía mundial verde. A través de ejemplos, se explica cómo el aumento en empleos verdes compensa las pérdidas de empleo provocadas por la transición hacia una economía verde.

En segundo lugar, muestra cómo una economía verde puede reducir la pobreza persistente en el marco de una serie de sectores importantes: agricultura, silvicultura, agua, pesca y energía. La silvicultura sostenible y los métodos de cultivo respetuosos con el medio ambiente ayudan a conservar la fertilidad del suelo y los recursos hídricos. Esto es especialmente crítico para la agricultura de subsistencia, de la que dependen casi 1,300 millones de personas (UNEP et al., 2008).

En tercer lugar, ofrece una guía sobre las políticas necesarias para realizar esta reorientación: reducir o eliminar subsidios perjudiciales o perversos, atender fallas de mercado creadas por externalidades o información imperfecta, crear incentivos basados en el mercado, implementar un marco de regulación adecuado, iniciar compras públicas sostenibles y estimular la inversión.

1.2 ¿Qué es una economía verde?

El PNUMA define una economía verde como aquella que “mejora el bienestar del ser humano y la equidad social, a la vez que reduce significativamente los riesgos ambientales y la escasez ecológica” (UNEP, 2010). En su forma más elemental, una economía verde sería aquella que genera bajas emisiones de carbono, utiliza los recursos de forma eficiente y es socialmente incluyente. En una economía verde, el aumento de los ingresos y la creación de empleos deben derivarse de inversiones públicas y privadas destinadas a reducir las emisiones

de carbono y la contaminación, mejorar la eficiencia energética y de recursos y, a prevenir la pérdida de biodiversidad ecológica y de servicios de los ecosistemas.

Estas inversiones deben ser catalizadas y respaldadas por un gasto público dirigido, y por reformas políticas y cambios en la regulación. El camino hacia el desarrollo debe mantener, mejorar y, hasta donde sea necesario, reconstruir el capital natural como activo económico fundamental y fuente de beneficios públicos. Esto es especialmente importante para las personas que viven en condiciones de pobreza, cuyo sustento y seguridad dependen del medio natural.

El objetivo clave para la transición hacia una economía verde es permitir el crecimiento económico y aumentar tanto la calidad del medio ambiente como la inclusión social. Para lograr tal objetivo es fundamental crear condiciones que incorporen criterios medioambientales y sociales más amplios en las inversiones públicas y privadas. Además, los principales indicadores de desarrollo económico, como el Producto Interno Bruto (PIB), deben ser ajustados para tomar en cuenta la contaminación, el agotamiento de los recursos, la disminución de servicios de los ecosistemas, y las consecuencias distributivas de pérdida de capital natural para las personas en condiciones de pobreza.

Un reto mayor es reconciliar las aspiraciones del desarrollo económico competitivo de los países ricos y pobres en una economía mundial que se enfrenta a un cambio climático, la inseguridad energética y una escasez ecológica. Una economía verde responde a este reto, pues ofrece una vía de desarrollo que reduce la dependencia del carbono, promueve la eficiencia energética y de recursos; y disminuye la degradación del medio ambiente. Conforme el crecimiento económico y las inversiones se vuelvan menos dependientes del consumo a gran escala de los recursos ambientales y de sacrificar la calidad del medio ambiente, tanto los países ricos como los pobres lograrán un desarrollo económico sostenible.

El concepto de economía verde no sustituye el de desarrollo sostenible, pero hay un creciente reconocimiento de que alcanzar la sostenibilidad depende, casi completamente, de contar con una economía adecuada y correcta. Durante décadas, para crear riqueza se ha seguido un modelo de 'economía marrón' -basado en el uso de combustibles fósiles- que no ha atendido de manera sustancial problemas tales como la marginalización social, la degradación del medio ambiente o el agotamiento de los recursos. Además, el mundo aún está lejos de cumplir los ODM para 2015. La siguiente sección examinará los vínculos importantes entre el concepto de economía verde y el desarrollo sostenible.

Una economía verde y el desarrollo sostenible

En 2009, la Asamblea General de la ONU decidió organizar una cumbre en Río de Janeiro en 2012 (Río+20) para celebrar el 20 aniversario de la primera Cumbre Mundial de Río de 1992. Dos de los temas del programa para Río+20 fueron *La economía verde en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza* y *El marco internacional para el desarrollo sostenible*. Con la economía verde ya establecida firmemente en la agenda política internacional, es útil revisar y clarificar los vínculos entre una economía verde y el desarrollo sostenible.

La mayoría de las interpretaciones sobre sostenibilidad toman como punto de partida el consenso alcanzado en la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) en 1987, que definió el desarrollo sostenible como "desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades" (WCED, 1987).

Generalmente, los economistas se sienten cómodos con esta interpretación amplia de la sostenibilidad, pues se puede traducir fácilmente en términos económicos: un aumento en el bienestar hoy no debería dar lugar a reducir el bienestar mañana. Es decir, las generaciones futuras deben tener derecho a, al menos, el mismo nivel de oportunidades económicas y, por lo tanto, al mismo nivel de bienestar económico del que disponen las generaciones actuales.

Como resultado, el desarrollo económico actual debe asegurar que las generaciones futuras no queden en peores condiciones que las actuales. O, como algunos economistas lo han expresado de manera sucinta: el bienestar per cápita no debe disminuir a lo largo del tiempo (Pezzey, 1989). De acuerdo con este punto de vista, el acervo de capital utilizado por el sistema económico, incluido el capital natural, determina toda la gama de oportunidades económicas y, por lo tanto, el bienestar disponible tanto para las generaciones actuales como para las futuras (Pearce et al., 1989).

La sociedad debe decidir la mejor manera de utilizar su acervo total de capital hoy para aumentar las actividades económicas y el bienestar actual. También debe decidir cuánto necesita ahorrar o acumular para mañana y, en última instancia, para el bienestar de las generaciones futuras.

Sin embargo, no es simplemente el acervo agregado de capital en la economía lo que importa, sino también su composición; en particular, si las generaciones actuales están agotando una forma de capital para satisfacer las necesidades de hoy. Por ejemplo, gran parte del interés en el desarrollo sostenible está impulsada por la

Biodiversidad	Bienes y servicios de los ecosistemas (ejemplos)	Valores económicos (ejemplos)
Ecosistemas (variedad y extensión/área).	<ul style="list-style-type: none"> • Recreación • Regulación hídrica • Almacenamiento de carbono 	Evitar emisiones de gases de efecto invernadero mediante la conservación de bosques: 3.7 billones de dólares (VAN).
Especies (diversidad y abundancia).	<ul style="list-style-type: none"> • Alimento, fibra, combustible • Ideas para el diseño • Polinización 	Contribución de insectos polinizadores a la producción agrícola: ~ 190,000 millones de dólares/año.
Genes (variabilidad y población).	<ul style="list-style-type: none"> • Avances médicos • Resistencia a enfermedades • Capacidad adaptativa 	25-50% de los 640,000 millones de dólares del mercado farmacéutico proviene de recursos genéticos.

Tabla 1: Capital natural: Componentes subyacentes y servicios y valores ilustrativos

Fuente: Eliasch (2008); Gallai et al., (2009); TEEB (2009)

preocupación de que el desarrollo económico esté conduciendo a una rápida acumulación de capital físico y humano a expensas de una disminución y una degradación excesivas del capital natural. La principal preocupación es que al disminuir de manera irreversible la reserva de la riqueza natural del mundo, el camino al desarrollo de hoy tendrá implicaciones perjudiciales en el bienestar de las generaciones futuras.

Uno de los primeros estudios económicos que vislumbró la conexión entre este acercamiento al desarrollo sostenible desde el punto de vista del capital y una economía verde fue el libro *Plan para una Economía Verde* (1989), publicado en inglés bajo el título *Blueprint for a Green Economy* (Pearce et al., 1989). Los autores discutían sobre cómo las economías actuales tienen un sesgo hacia el agotamiento del capital natural para asegurar el crecimiento, por lo que el desarrollo sostenible no se puede alcanzar. Una economía verde que valora los bienes ambientales utiliza políticas de fijación de precios y cambios en la regulación para traducir estos valores en incentivos de mercado, y ajusta la medición del PIB de la economía contabilizando las pérdidas ambientales que son esenciales para asegurar el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

Como indican los autores del *Plan para una Economía Verde*, uno de los grandes problemas en el enfoque del capital con relación al desarrollo sostenible es la posibilidad o imposibilidad de sustitución entre las diferentes formas de capital: capital humano, capital físico y capital natural. Una perspectiva fuertemente conservadora podría sostener que el componente natural de toda la reserva de capital debe mantenerse intacta, tal como se mide en términos físicos. Sin embargo, esto puede cuestionarse en la práctica, especialmente en el contexto de los países en vías de desarrollo, donde el capital natural es relativamente abundante, mientras que las necesidades físicas y el capital humano tienen que desarrollarse para satisfacer otras necesidades humanas. Este tipo de sustitución refleja la desafortunada reali-

dad de que la creación de capital físico (por ejemplo, carreteras, edificios y maquinaria) a menudo requiere la conversión del capital natural. Si bien la sustitución entre capital natural y otras formas de capital es con frecuencia inevitable, a menudo hay espacio para una mayor eficiencia. También hay un creciente reconocimiento de límites ambientales que podrían restringir la sustitución más allá de los niveles mínimos necesarios para el bienestar humano.

Aun así, siempre ha existido la preocupación de que algunas formas de capital natural son esenciales para el bienestar humano, en particular los bienes y servicios ambientales clave, los entornos y hábitats naturales únicos, así como los atributos irremplazables de los ecosistemas. La incertidumbre acerca del verdadero valor de estos acervos importantes para el bienestar humano, en particular el valor que las generaciones futuras puedan atribuirles en caso de que se vuelvan cada vez más escasos, limita aún más nuestra capacidad para determinar si podemos compensar adecuadamente a las generaciones futuras por las actuales pérdidas irreversibles de tales capitales naturales esenciales. Esta preocupación se refleja en otras definiciones de desarrollo sostenible. Por ejemplo, en 1991, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), y el PNUMA interpretaron el concepto de desarrollo sostenible como el que “mejora la calidad de la vida humana dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas que la soportan” (WWF, IUCN & UNEP, 1991).

Tal y como lo sugiere esta definición, el tipo de capital natural que está especialmente en riesgo son los ecosistemas. Partha Dasgupta (2008) explica que: “Los ecosistemas son acervos de capital. Como los acervos de capital reproducibles... los ecosistemas se deprecian si se utilizan de forma inadecuada o de más. Pero se distinguen de los acervos de capital reproducibles de tres formas: (1) la depreciación del capital natural es frecuentemente irreversible (o, en el mejor de los casos lleva mucho tiempo a los sistemas recuperarse); (2) excepto en un sentido muy limitado, no es

posible reemplazar un ecosistema agotado o degradado por uno nuevo; y (3) los ecosistemas se pueden colapsar abruptamente, sin mucha advertencia previa”.

La creciente escasez ecológica es una indicación de que los ecosistemas se están agotando sumamente rápido, de manera irrevocable, y la consecuencia es que el bienestar económico actual y futuro se está viendo afectado. Un indicador importante de la creciente escasez ecológica mundial fue proporcionado por la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (MEA, por sus siglas en inglés) en 2005, que encontró que más del 60 por ciento de los principales bienes y servicios de los ecosistemas del planeta analizados se encontraban degradados o eran utilizados de manera no sostenible.

Algunos beneficios importantes para la humanidad entran en esta categoría, incluida el agua, la pesca de captura, la purificación del agua y el tratamiento de residuos, los alimentos silvestres, los recursos genéticos, los bioquímicos, la madera, la polinización, los valores espirituales, religiosos y estéticos; la regulación del clima regional y local, la erosión, las plagas y los desastres naturales. Los valores económicos asociados a estos servicios de los ecosistemas son sustanciales, aunque en general no forman parte del mercado (véase la Tabla 1).

Una dificultad mayor es que los costos asociados a la escasez ecológica creciente son cada vez mayores y, normalmente, no se ven reflejados en los mercados. Casi todos los bienes o servicios de los ecosistemas degradados identificados por MEA no son comercializados. Algunos bienes como la pesca de captura, el agua, los alimentos silvestres y la madera forman, a menudo, parte del mercado comerciable, pero sus precios no reflejan el uso insostenible ni la sobreexplotación, debido a información deficiente y a la mala gestión de los recursos biológicos y de los ecosistemas que son la fuente de estos bienes.

Tampoco se han desarrollado políticas e instituciones adecuadas para gestionar los costos asociados a la escasez ecológica mundial que empeora día con día. Con gran frecuencia, las distorsiones y fallas de política agravan estos problemas al fomentar el uso excesivo de los recursos naturales y la degradación ambiental. Hoy, el gran reto que representa la creciente escasez ecológica y el uso ineficiente de recursos y energía es superar un gran número de fallas de mercado, de política e institucionales, que impiden reconocer la importancia económica de esta degradación ambiental.

Revertir este proceso de desarrollo insostenible requiere tres pasos importantes. En primer lugar, como argumentan los autores del *Plan para una Economía Verde*, se requieren mejoras en la valoración ambiental y en el análisis de políticas para asegurar que los mercados y las políticas incorporen enteramente los costos y beneficios de los im-

pactos ambientales (Pearce et al., 1989; Pearce & Barbier, 2000). La valoración ambiental y la consideración de la depreciación del capital natural deben estar completamente integradas en las políticas y estrategias de desarrollo económico. Tal como se sugirió anteriormente, los componentes de capital natural más subvalorados son los ecosistemas y el sinnúmero de bienes y servicios que proporcionan. Valorar los bienes y servicios de los ecosistemas no es fácil; sin embargo, es fundamental para asegurar la sostenibilidad de los esfuerzos de desarrollo económico mundial.

Un gran esfuerzo internacional de investigación apoyado por el PNUMA, la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB, por sus siglas en inglés), ilustra cómo la investigación ecológica y económica puede utilizarse para valorar los bienes y servicios de los ecosistemas, así como la labor tan esencial que desempeña la valoración en la formulación de políticas e inversiones en el medio ambiente (Sukhdev, 2008; TEEB, 2010).

En segundo lugar, el papel de las políticas para controlar la degradación excesiva del medio ambiente precisa de información efectiva y adecuada, incentivos, instituciones, inversión e infraestructuras. Una mejor información sobre las condiciones del medio ambiente, de los ecosistemas y de la biodiversidad es esencial para la toma de decisiones públicas y privadas, que determinan la asignación del capital natural para el desarrollo económico. El uso de instrumentos de mercado, la creación de mercados y, en su caso, las medidas regulatorias son elementales para internalizar esta información como parte de las decisiones cotidianas de distribución en la economía. Tales instrumentos también son importantes para corregir las fallas de mercado (y políticas) que distorsionan los incentivos económicos para una mejor gestión ambiental y de los ecosistemas.

Sin embargo, superar las fallas institucionales y promover derechos de propiedad más eficaces, una buena gobernanza y el apoyo a las comunidades locales también son elementos críticos. Asimismo, es importante reducir la ineficiencia del gobierno, la corrupción y la escasa rendición de cuentas para revertir la excesiva degradación ambiental en muchos países. No obstante, el gobierno también desempeña un papel positivo dirigido a proveer una infraestructura adecuada y efectiva a través de la inversión pública, proteger ecosistemas críticos, conservar la biodiversidad, crear nuevos mecanismos de incentivos como el pago por servicios ambientales, promover la tecnología y el conocimiento necesarios para mejorar la restauración de los ecosistemas y facilitar la transición hacia una economía baja en carbono.

En tercer lugar, la continua degradación ambiental, el cambio de uso de suelo y el cambio climático mundial afectan al funcionamiento, la diversidad y la resiliencia de los sistemas ecológicos y los bienes y servicios que

proveen. A largo plazo, los potenciales impactos de estos efectos sobre la salud y la estabilidad de los ecosistemas son difíciles de cuantificar y valorar. Se necesitará aumentar la colaboración entre científicos ambientales, ecologistas y economistas para evaluar y monitorear estos impactos (MEA, 2005; Polasky & Segerson, 2009). Además, este análisis ecológico y económico interdisciplinario es necesario para identificar y evaluar las consecuencias sobre el bienestar para las generaciones actuales y futuras, a partir de la creciente escasez ecológica. Asimismo, un mayor esfuerzo para revertir el desarrollo insostenible exige una colaboración interdisciplinaria más amplia para analizar problemas complejos de degradación ambiental, pérdida de biodiversidad y deterioro de los ecosistemas.

La investigación interdisciplinaria también debe determinar los umbrales que regirán la transformación de tipos específicos de capital natural en otras formas de capital. Por ejemplo, ¿cuánta zona boscosa se permite transformar en tierras de labranza, de uso industrial o desarrollo urbano en un área determinada? ¿Qué cantidad de agua subterránea está permitida extraer anualmente? ¿Cuántas y cuáles especies de peces se pueden capturar en una estación determinada? ¿La producción y el comercio de qué químicos se deben prohibir? Y más importante, ¿cuáles son los criterios para establecer estos umbrales? Una vez que estos niveles se hayan establecido, se pueden desarrollar medidas desde un ámbito nacional e internacional que aseguren su cumplimiento.

Otro punto clave para balancear diferentes tipos de capital es reconocer que las tecnologías actuales se caracterizan por su fácil sustitución. Invertir en el cambio y el reemplazo de estas tecnologías puede conducir a nuevas oportunidades de complementariedad. En comparación con las tecnologías de quema de combustibles fósiles, la mayor parte de las fuentes de energía renovable, como las turbinas eólicas o los paneles solares, reducen considerablemente, a lo largo de su construcción y vida útil, la cantidad de capital natural que se sacrifica. Ambos tipos de solución (determinar umbrales y cambiar las tecnologías) son importantes para lograr una economía verde.

En resumen, avanzar hacia una economía verde debe convertirse en un asunto estratégico de la agenda de política económica para lograr el desarrollo sostenible. Una economía verde reconoce que la meta del desarrollo sostenible es la mejora de calidad de la vida humana dentro de las limitaciones del medio ambiente, que incluye combatir el cambio climático, la inseguridad energética y la escasez ecológica. Sin embargo, una economía verde no puede estar concentrada exclusivamente en eliminar problemas ambientales y de escasez. Es indispensable que también atienda asuntos de desarrollo sostenible con equidad intergeneracional y erradicación de la pobreza.

Una economía verde y la erradicación de la pobreza

La mayor parte de los países en vías de desarrollo, y ciertamente la mayoría de sus poblaciones, dependen directamente de los recursos naturales. Los medios de subsistencia de la mayoría de las personas que viven en condiciones de pobreza en zonas rurales también están estrechamente vinculados a la explotación de ambientes y ecosistemas frágiles (Barbier, 2005). Más de 600 millones de personas que viven en condiciones de pobreza en zonas rurales habitan actualmente en tierras proclives a la degradación y al estrés hídrico; y en sistemas forestales y tierras secas que son vulnerables a las alteraciones climáticas y ecológicas (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, 2007; World Bank, 2003). La tendencia de las poblaciones rurales a estar agrupadas en tierras marginales y en ambientes frágiles es un problema que probablemente continuará en el futuro próximo, dada la población rural mundial actual y las tendencias de pobreza. A pesar de la rápida urbanización mundial, la población rural de las regiones en vías de desarrollo sigue creciendo, aunque a un ritmo más lento que en décadas recientes (Population Division of the United Nations Secretariat, 2008). Además, en los países en vías de desarrollo, alrededor de tres cuartas partes de las personas de bajos recursos aún viven en áreas rurales, es decir, el doble de las que viven en zonas urbanas (Chen & Ravallion, 2007).

Desde un ámbito global, las personas que viven en condiciones de pobreza son especialmente vulnerables a los riesgos relacionados con el clima impuestos por el aumento del nivel del mar, la erosión de las costas y la frecuencia de tormentas. Alrededor del 14 por ciento de la población y el 21 por ciento de los habitantes de las áreas urbanas en países en vías de desarrollo viven en zonas costeras de baja altitud que están expuestas a estos riesgos (McGranahan et al., 2007). Los medios de subsistencia de miles de millones, desde los agricultores pobres hasta los habitantes urbanos de barrios marginados, están amenazados por una amplia gama de riesgos climáticos que afectan a la seguridad alimentaria, la disponibilidad de agua, la estabilidad de los ecosistemas, la salud humana y los desastres naturales (UNDP, 2008; OECD, 2008). Por ejemplo, la mayoría de los 150 millones de habitantes urbanos propensos a estar en situación de riesgo por inundaciones costeras extremas y a un eventual aumento en el nivel del mar serán probablemente los pobres que viven en ciudades de países en vías de desarrollo (Nicholls et al., 2007).

Al igual que en el caso del cambio climático, el vínculo entre escasez ecológica y pobreza está bien establecido para algunos de los problemas ambientales y energéticos más críticos. Por ejemplo, para la población pobre en el mundo, la escasez de agua se manifiesta como un problema de pobreza de agua. En los países

en vías de desarrollo, una de cada cinco personas carece de acceso suficiente a agua limpia y, aproximadamente, la mitad de la población, unos 2,600 millones de personas, no tienen acceso a los servicios básicos de saneamiento. Más de 660 millones de personas que no tienen acceso a los servicios de salubridad viven con menos de dos dólares al día, y más de 385 millones con menos de un dólar al día (UNDP, 2006). Miles de millones de personas en los países en desarrollo no tienen acceso a los servicios de energía modernos, y aquellos que sí lo tienen pagan precios altos por servicios inestables y poco fiables. Entre quienes carecen de acceso a la energía se encuentran unos 2,400 millones de personas que dependen de los combustibles tradicionales de biomasa para la cocina y la calefacción, incluyendo el 89 por ciento de la población del África Subsahariana, así como los 1,600 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad (IEA, 2002). Así pues, encontrar maneras de proteger los ecosistemas globales, reducir los riesgos del cambio climático mundial, mejorar la seguridad energética y, simultáneamente, mejorar los medios de subsistencia de las personas con bajos recursos son retos importantes en la transición hacia una economía verde, especialmente para los países en vías de desarrollo. Como lo demuestra este documento, una transición hacia una economía verde puede contribuir a erradicar la pobreza. Los sectores con potencial económico verde son particularmente importantes para los pobres ya que la agricultura, la silvicultura, la pesca y la gestión del agua tienen cualidades de bienes públicos. Invertir en la transición verde de estos sectores, incluso mediante el aumento del microfinanciamiento beneficiará, probablemente, a las personas en condiciones de pobreza, no solo en cuestión de empleo, sino a la hora de asegurar los medios de subsistencia que están predominantemente basados en los servicios de los ecosistemas. Es de igual importancia permitir que los pobres tengan acceso a la cobertura de microseguros contra desastres y catástrofes naturales para que puedan proteger sus medios de subsistencia contra los choques provocados por patrones meteorológicos cambiantes e impredecibles.

Sin embargo, se debe enfatizar que avanzar hacia una economía verde no atenderá de forma automática todos los problemas alrededor de la pobreza. Se debe sobreponer una orientación en favor de los pobres a cualquier iniciativa de economía verde. Por ejemplo, las inversiones en energía renovable deberán prestar atención especial a los temas relacionados con el acceso a energía limpia con precios asequibles. Los pagos por servicios de los ecosistemas, como la retención de carbono en los bosques, deberán beneficiar principalmente a las comunidades forestales. En la mayor parte de los países con bajos ingresos, la promoción de la agricultura orgánica puede abrir oportunidades,

particularmente para los agricultores pobres a pequeña escala que típicamente conforman la mayoría de la fuerza laboral de la agricultura; no obstante, deberá ser complementada con políticas que aseguren que los servicios de extensión y de apoyo estén establecidos y listos para aplicarse.

En conclusión, la máxima prioridad de los ODM de la ONU para 2015 es disminuir a la mitad la proporción de gente que vive con menos de un dólar al día y erradicar la pobreza y el hambre extremas. Una economía verde no solo es consistente con este objetivo, sino que también debe asegurar que las políticas e inversiones conducidas a reducir los riesgos ambientales y la escasez sean compatibles con el mejoramiento de la pobreza mundial y la inequidad social.

1.3 Caminos hacia una economía verde

Si bien la conveniencia de avanzar hacia una economía verde es clara para la mayoría de las personas, los medios para llevarla a cabo siguen siendo una labor en proceso para muchos. Esta sección examina la teoría de la transición verde, la práctica y las condiciones favorables y necesarias para realizar tal transición. Sin embargo, antes de comenzar este análisis, la sección esbozará las dimensiones de este reto.

¿Qué tan lejos está el mundo de una economía verde?

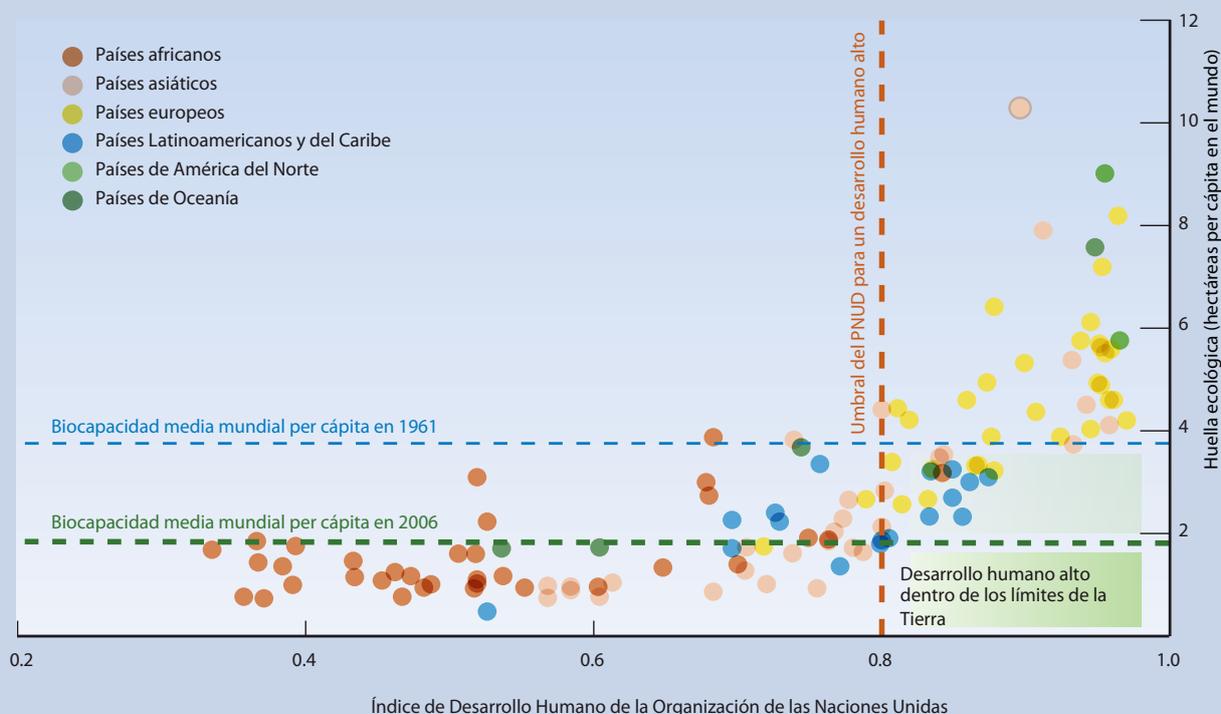
En el último cuarto de siglo, la economía mundial se ha cuadruplicado y ha beneficiado a cientos de millones de personas (IMF, 2006). Sin embargo, el 60 por ciento de los principales bienes y servicios de los ecosistemas que respaldan los medios de subsistencia se han degradado o empleado de manera no sostenible (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Esto es debido a que el crecimiento económico de las últimas décadas se ha logrado principalmente a través del agotamiento de los recursos naturales, sin dejar que las reservas se regeneren y permitiendo una amplia degradación y pérdida de los ecosistemas.

En la actualidad, solo el 20 por ciento de las reservas comerciales de peces, principalmente las especies de bajo precio, están subexplotadas; el 52 por ciento están completamente explotadas, sin espacio adicional para la expansión; el 20 por ciento están sobreexplotadas; y el ocho por ciento se ha agotado (FAO, 2009). El agua es cada vez más escasa y se proyecta que el estrés por déficit hídrico aumente, pues en 20 años el suministro de agua satisfará a únicamente el 60 por ciento de la demanda mundial, (McKinsey y Company, 2009). La agricultura aumentó sus rendimientos principalmente debido al uso de fertilizantes químicos (Sparks, 2009). Sin embargo, esto ha dado lugar al deterioro de la calidad del suelo, a la degradación de la

Cuadro 2: Hacia una economía verde: Un doble reto

Actualmente, muchos países poseen un alto nivel de desarrollo humano a costa de una gran huella ecológica. Otros tienen una huella muy pequeña pero enfrentan necesidades urgentes para mejorar el acceso a

servicios básicos como la salud, la educación o el agua potable. El reto para los países es avanzar hacia el origen de la gráfica, donde se puede alcanzar un alto nivel de desarrollo humano dentro de las fronteras planetarias.



Fuente: Global Footprint Network (2010); PNUD (2009)

tierra, (Müller & Davis, 2009) y a la deforestación, que ocasionó la pérdida de 13 millones de hectáreas de bosque cada año entre 1990 y 2005 (FAO, 2010). La escasez ecológica está afectando seriamente a todo el espectro de los sectores económicos que son el fundamento de la alimentación humana (pesca, agricultura, agua y silvicultura) y una fuente crítica de los medios de subsistencia para las personas de bajos recursos. Al mismo tiempo, la escasez ecológica y la inequidad social son indicadores claros de una economía que no es sostenible.

Por primera vez en la historia, más de la mitad de la población mundial vive en áreas urbanas. Las ciudades ahora representan el 75 por ciento del consumo de energía (UN Habitat, 2009) y de las emisiones de carbono (Clinton Foundation, 2010).¹ Problemas crecientes de aglomeración, contaminación y servicios pobremente abastecidos afectan a la productividad y la salud de todos, pero golpean con especial dureza a las personas

de bajos recursos que viven en zonas urbanas. Ante el hecho de que el 50 por ciento de la población mundial vive en países con economías emergentes (World Bank, 2010), que se están urbanizando y desarrollando rápidamente, la necesidad de una planificación de ciudades, infraestructuras y transportes verdes es de suma importancia.

La transición hacia una economía verde variará considerablemente entre naciones, pues depende de las características específicas de capital natural y humano de cada uno de ellos y de su nivel relativo de desarrollo. Como se ha demostrado gráficamente, existen muchas oportunidades para todos los países en una transición semejante (véase el Cuadro 2). Algunos han alcanzado altos niveles de desarrollo humano, pero a costa de sus recursos naturales, de la calidad de su medio ambiente, y de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El reto para estos países consiste en reducir su huella ecológica per cápita sin perjudicar su calidad de vida.

Otros países aún mantienen huellas ecológicas per cápita relativamente bajas, pero necesitan ofrecer mejores niveles de servicios y bienestar material de sus ciudada-

1. Para obtener una crítica de estos datos, ver Satterthwaite, D. (2008), 'Cities's contribution to global warming: notes on the allocation of greenhouse gas emissions', *Environment and Urbanization*, 20 (2): 539-549.

nos. Su reto es lograrlo sin incrementar drásticamente su huella ecológica. Como lo muestra el diagrama, uno de estos dos retos afecta casi a cada nación y, mundialmente, la economía aún está muy lejos de ser verde.

Condiciones favorables para una economía verde

Para transitar hacia una economía verde se requieren condiciones favorables específicas que consisten en regulaciones nacionales, políticas, subsidios e incentivos, así como en el mercado internacional e infraestructura legal, comercio y en asistencia técnica. Actualmente, las condiciones están orientadas, de forma muy clara, a promover una prevaleciente economía marrón; estas dependen excesivamente de los combustibles fósiles, del agotamiento de recursos y de la degradación del medio ambiente.

Por ejemplo, los subsidios a los precios y la producción de combustibles fósiles en conjunto excedieron los 650,000 millones de dólares en 2008 (IEA et al., 2010). Este alto nivel de subsidios puede afectar desfavorablemente a la adopción de energía limpia, a la vez que contribuye a una mayor emisión de GEI. En contraste, las condiciones favorables para una economía verde pueden preparar el camino para el éxito de la inversión pública y privada en la transición verde de las economías mundiales (IEA, 2009). A nivel nacional, ejemplos de condiciones favorables son: cambios en la política fiscal; reforma y reducción de subsidios ambientalmente dañinos; uso de nuevos instrumentos de mercado; direccionamiento de las inversiones públicas hacia sectores verdes clave; transformación de las compras públicas a compras más sostenibles; y reglas y normativas para la mejora ambiental, así como su aplicación. En el contexto internacional, también existen oportunidades para añadir la infraestructura de mercado y mejorar el comercio y los flujos de ayuda, así como fomentar una mayor cooperación internacional (United Nations General Assembly, 2010).

Desde un ámbito nacional, cualquier estrategia para la transición verde de las economías debería considerar el impacto de las políticas ambientales dentro del contexto más amplio de política para dirigirse a la innovación y al desarrollo económico (Porter & Van der Linde, 1995).² Desde esta perspectiva, las políticas de gobierno desempeñan un papel crítico dentro de las economías para promover la innovación y el crecimiento. Tal intervención es importante como medio para fomentar la innovación y para escoger la dirección del cambio (Foray, 2009; Stoneman, 1995).

2. Este punto ha sido debatido, al menos, desde el momento de la declaración inicial de la Hipótesis Porter. Porter argumentaba entonces que la regulación ambiental podía tener un impacto positivo sobre el crecimiento mediante los efectos dinámicos que generaba dentro de una economía.

Desde hace tiempo, algunos economistas como Kenneth Arrow han mostrado que empresas y mercados competitivos no necesariamente producen una cantidad óptima de innovación y crecimiento dentro de una economía (Arrow, 1962; Kamien & Schwartz, 1982).³ Por lo tanto, la intervención pública en la economía es de gran importancia para estos propósitos. Esto sucede en los mercados competitivos porque las industrias tienen pocos incentivos para invertir en cambio tecnológico o incluso en la innovación de sus productos, puesto que cualquier ganancia se perdería a causa de la competencia. Este es uno de los ejemplos mejor conocidos de una falla de mercado en el contexto de mercados competitivos, y proporciona los fundamentos para diversas formas de intervención (Blair & Cotter, 2005).

Ejemplos de estímulos al crecimiento y a innovación se pueden apreciar en la historia de diversas economías que emergieron recientemente. En las décadas de 1950 y 1960, los gobiernos de Japón y de Corea del Sur eligieron cambiar de tecnologías mediante la importación de tecnología de otros países (Adelman, 1999). Esto cambió en la década de 1970, cuando estas economías adoptaron políticas agresivas para promover la innovación eficiente en energía. Poco después, Japón se convirtió en una de las economías líderes en el mundo en términos de investigación y desarrollo (I+D) en estas industrias (Mowery, 1995).⁴ Este patrón de gasto dirigido y políticas ambientales se está repitiendo hoy en día en muchos lugares de Asia. Los casos de Corea del Sur y China son particularmente ilustrativos, pues una gran proporción de sus paquetes de estímulos se dirigió a la recuperación verde y ahora ha sido instituida en planes de plazos más largos para rediseñar sus economías en torno al crecimiento verde (Barbier, 2010b).

Así, avanzar hacia un desarrollo verde es casi con plena certeza un medio para lograr mejoras en el bienestar en la sociedad, pero también es un medio para lograr una mejora en el crecimiento futuro. Esto sucede porque una buena estrategia de largo plazo para el crecimiento podría ser alejarse de los modelos básicos de producción para el desarrollo que se basan en la extracción y el consumo, y acercarse a modelos más complejos de desarrollo. Existen diversos motivos por los que este desplazamiento sería bueno para la competitividad a largo plazo, así como para el bienestar social.

3. Es sabido al menos desde el tiempo del trabajo original de Kenneth Arrow (1962) y el trabajo estructural de Kamien y Schwartz (1982) que las empresas competitivas y los mercados competitivos no producen necesariamente la cantidad óptima de innovación y crecimiento dentro de una economía.

4. En 1987, Japón era el líder mundial en I+D por unidad de PIB (en 2.8 por ciento) y el líder mundial en la proporción gastada en I+D relacionado con energía (en 23 por ciento).

En primer lugar, emplear políticas ambientales fuertes pueden acabar con las ineficiencias de la economía mediante la eliminación de las empresas e industrias que solo existen gracias a los subsidios implícitos en los recursos con los precios por debajo de lo normal. El libre acceso al aire, al agua y a los ecosistemas no es un bien de bajo valor para los actores en la economía y equivale a otorgar subsidios a actividades con valor neto negativo. Introducir regulaciones efectivas e instrumentos de mercado para contener la contaminación y limitar la acumulación de pasivos ambientales impulsa a la economía en una dirección más eficiente.

En segundo lugar, fijar los precios de los recursos naturales es importante, no solo para la asegurar los precios del capital natural y los servicios ambientales, sino también para la fijación de precios de todos los demás insumos dentro de una economía. Una economía asigna sus esfuerzos y gastos de acuerdo con los precios relativos, por lo que si los recursos están subvalorados las economías se desbalancean. Los formuladores de políticas deberían fijar sus objetivos de acuerdo con el futuro que desean que alcancen sus economías y esto, usualmente, requerirá que los precios relativos de los recursos sean más altos. Una economía que desea desarrollarse en torno al conocimiento, I+D, capital humano e innovación, no debería ofrecer sus recursos naturales de manera gratuita.

En tercer lugar, fijar los precios de los recursos conduce las inversiones hacia la I+D e innovación, puesto que se puede evitar el uso de recursos costosos mediante la investigación y el descubrimiento de nuevos métodos de producción. Esto incluirá la inversión en todos los factores (capital humano y conocimiento) y en todas las actividades (I+D e innovación) que se mencionaron anteriormente. Avanzar hacia una fijación más eficiente de los precios de los recursos naturales consiste en convertir el énfasis de la economía hacia diferentes fundamentos del desarrollo.

En cuarto lugar, estas inversiones pueden generar ingresos por innovación. Las políticas que reflejan situaciones de escasez que prevalecen en la economía local también pueden reflejar situaciones de escasez presentes de forma más amplia. Por esta razón, la solución a un problema de escasez de recursos identificado localmente (mediante inversiones en I+D) puede ser aplicable a nivel general y, por lo tanto, tener una mayor comercialización global. La primera solución a un problema recurrente se puede patentar, autorizar y comercializar.

En quinto lugar, una regulación ambiental agresiva puede anticipar las frecuentes situaciones de escasez futura y proveer un parámetro para que otras jurisdicciones la adopten. Un liderazgo de políticas semejante puede ser

el primer paso para el proceso descrito anteriormente de innovación, inversión, regulación y fijación de precios a los recursos (Network of Heads of European Environment Protection Agencies, 2005).

En resumen, los beneficios de un marco de políticas sólido para abordar las fallas de mercado y las situaciones de escasez ecológica fluirán a lo largo de la transición hacia una economía verde. Las políticas y los mecanismos de mercado que mejoran la percepción sobre los precios de los recursos naturales crean incentivos para desplazar la economía hacia una base completamente diferente, basada más en las inversiones, la innovación y en sus insumos de capital humano, de conocimiento, y de investigación y desarrollo.

Cómo medir el progreso hacia una economía verde

Es difícil, si no imposible, administrar lo que no se puede medir. A pesar de la complejidad de una transición global hacia una economía verde, es esencial contar con indicadores adecuados tanto a nivel macroeconómico como a nivel sectorial para informar y guiar la transición.

Para complicar las cosas, los indicadores económicos convencionales, como el PIB, ofrecen una imagen distorsionada del desarrollo económico, especialmente porque tales medidas no reflejan en qué grado las actividades de producción y consumo pueden estar disminuyendo el capital natural. Ya sea porque agotan los recursos naturales o porque degradan la capacidad de los ecosistemas a la hora de ofrecer beneficios económicos, en términos de aprovisionamiento, regulación, o servicios culturales, con frecuencia la actividad económica se basa en la depreciación del capital natural.

Idealmente, los cambios en el acervo de capital natural serían evaluados en términos monetarios e incorporados en las cuentas nacionales. Esto es lo que intenta el continuo desarrollo del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SEEA, por sus siglas en inglés) por parte de la División Estadística de las ONU, y por los métodos ajustados de ahorros nacionales netos del Banco Mundial (World Bank, 2006). El uso más amplio de tales medidas ofrecería un mejor indicio del nivel real y la viabilidad del crecimiento en el ingreso y el empleo.

La Contabilidad Verde o la Contabilidad de Riqueza Incluyente son marcos disponibles que se espera que sean adoptados por algunas naciones⁵ inicialmente y

5. El Banco Mundial, en colaboración con el PNUMA y otros socios, anunció recientemente (en Nagoya, CBD COP-10, octubre de 2009) un proyecto global de Valoración de Ecosistemas y Contabilidad de la Riqueza que permitirá, a un grupo de países desarrollados y en vías de desarrollo, poner a prueba este marco y poner en marcha un conjunto de proyectos piloto de contabilidad nacional que sean más capaces de reflejar y medir los aspectos de sostenibilidad.

allanen el camino para medir la transición hacia una economía verde a nivel macroeconómico.

¿Cómo podría desarrollarse una economía verde a lo largo del tiempo?

En este documento, el modelo macroeconómico Umbral 21 (T21) es usado para explorar los impactos de las inversiones en la transición verde de la economía en contraste con las inversiones del escenario base (BAU, por sus siglas en inglés). El modelo T21 mide los resultados en términos del PIB tradicional así como la manera en que afecta el empleo, la intensidad de recursos, las emisiones y los impactos ecológicos.⁶

El modelo T21 fue desarrollado para un desarrollo y reducción de la pobreza a medio y largo plazo, con mayor frecuencia a escala nacional, de manera que complementa otras herramientas para analizar los impactos a corto plazo de las políticas y los programas. El modelo es especialmente adecuado para analizar los impactos de los planes de inversión, tanto para los compromisos públicos como para los privados. La versión global del T21 usada para los propósitos de este informe modela la economía mundial como un todo para hallar las relaciones clave entre la producción y los acervos vitales de los recursos naturales a nivel agregado.

El modelo T21 refleja la dependencia que tiene la producción económica de los insumos tradicionales: trabajo y capital físico; así como de los acervos de capital natural en forma de recursos, como la energía, terrenos forestales, suelo, pesca y agua. Así, el crecimiento está impulsado por la acumulación de capital, ya sea físico, humano o natural, a través de la inversión. Además toma en cuenta la depreciación o disminución de los acervos de capital. El modelo está calibrado para reproducir el periodo de 40 años, comprendido entre 1970 y 2010; y las simulaciones se realizan para el periodo igual a los siguientes 40 años, 2010 a 2050. Las proyecciones del escenario base (BAU, por sus siglas en inglés) se contrastan con las proyecciones estándar de otras organizaciones, tales como la División de Población de la ONU, el Banco Mundial, la OCDE, la Agencia Internacional de Energía y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

La inclusión de los recursos naturales como un factor de la producción distingue al T21 de todos los demás modelos macroeconómicos mundiales (Pollitt et al., 2010). Ejemplos de la dependencia directa que tiene el PIB con relación a los recursos naturales incluyen la disponibilidad de peces y reservas forestales para las pesquerías y el sector forestal, así como la disponibilidad de combustibles fósiles para impulsar el capital necesario en la pesca y la recolección de madera, entre otros. Otros factores que afectan al PIB

incluyen aquellos que tienen que ver con los recursos naturales y la eficiencia de estos; el estrés hídrico, el reciclaje y la reutilización de desechos y los precios de la energía.⁷

Atendiendo a estudios existentes, la demanda de financiamiento anual para enverdecer la economía se estimó dentro de un rango que va de 1.05 a 2.59 billones de dólares. Para situar esta demanda en perspectiva, es alrededor de una décima parte de la inversión global total anual, según la medición global de la Formación Bruta de Capital. Considerando un nivel anual de 1.3 billones de dólares (dos por ciento del PIB mundial) como situación hipotética, se modelaron diversas cantidades de inversión en los diez sectores publicados en este informe para determinar el impacto en el crecimiento, el empleo, el uso de recursos y la huella ecológica. Los resultados del modelo, que serán presentados con más detalle en el capítulo de 'Modelación', sugieren que la inversión en una economía verde a través del tiempo mejora el desempeño económico a largo plazo. De manera significativa, este progreso sucede al mismo tiempo que mejoran las reservas de recursos renovables, se reducen los riesgos ambientales, y se reconstruye la capacidad de generar prosperidad para el futuro. Estos resultados se presentan de forma desagregada para cada sector con el fin de ilustrar los efectos de esta inversión sobre el ingreso, el empleo y el crecimiento, y será analizado más exhaustivamente en el capítulo de 'Modelación'.

1.4 Enfoque y estructura: Hacia una economía verde

Este informe se centra en diez sectores clave que se considera que definen las tendencias de la transición hacia una economía verde. Estas tendencias incluyen el aumento del bienestar humano y la equidad social, así como la reducción de los riesgos ambientales y la escasez ecológica. En muchos de estos sectores, el enverdecimiento de la economía puede generar resultados consistentes y positivos para una mayor riqueza, crecimiento económico, empleos dignos y menor pobreza.

En la Parte I, el documento se centra en los sectores derivados del capital natural: agricultura, pesca, bosques y agua. Estos sectores tienen un impacto material en la economía puesto que forman la base de la producción primaria y porque los medios de subsistencia de las personas que viven en condiciones de pobreza en zonas rura-

6. Véase el capítulo 'Modelación' para detalles sobre el modelo T21.

7. El análisis T21 ignora a propósito asuntos como el comercio y las fuentes del financiamiento para la inversión (público vs privado, o nacional vs externo). Como resultado de ello, el análisis de los impactos potenciales del escenario de inversión verde a nivel mundial no tienen la intención de representar las posibilidades para ningún país o región en específico. En lugar de ello, las simulaciones tienen la intención de estimular mayor consideración y análisis más detallados por parte de los gobiernos y otros interesados en la transición hacia una economía verde.

les dependen directamente de ellos. El análisis se enfoca en los principales retos y oportunidades para conseguir un manejo más sostenible y equitativo de estos sectores y analiza las oportunidades de inversión para restablecer y mantener los servicios de los ecosistemas que respaldan estos sectores. Los capítulos subrayan diversas oportunidades de inversión específicas por sector y reformas políticas que son de importancia mundial, puesto que parece que se pueden repetir y expandir para cumplir la meta de la transición hacia una economía verde.

En la Parte II, el documento se centra en aquellos sectores que se pueden describir como 'capital construido', tradicionalmente considerados como los sectores marrón de la economía. En estos sectores, como el transporte, la energía y la manufactura, el informe encuentra grandes oportunidades para ahorros de energía y de recursos. Se argumenta que la escala de estos ahorros puede aumentar y se pueden convertir en impulsores del crecimiento económico y del empleo, así como tener efectos de equidad importantes en algunos casos. La eficiencia de recursos es un tema transversal que afecta a la eficiencia energética en la manufactura y la vivienda, la eficiencia de materiales en la manufactura y a la mejor gestión de desechos.

Finalmente, tras ofrecer una visión en profundidad de la modelación realizada para este informe y antes de examinar las opciones para el financiamiento de la economía verde, la Parte III se centra en las condiciones favorables que aseguran una transición exitosa hacia una economía verde. Estas incluyen medidas fiscales nacionales adecuadas, reformas políticas y colaboración internacional a través del comercio, infraestructura de mercado y apoyo a la creación de capacidades. Se ha hablado mucho acerca del potencial que tiene una economía verde para ser utilizada como un pretexto para imponer condiciones a la ayuda financiera y proteccionismo comercial. Este informe argumenta que, para ser verde, una economía no solamente debe ser eficiente, sino también equitativa. La equidad implica reconocer dimensiones de igualdad tanto desde una perspectiva global como desde el propio país, particularmente, al asegurar la transición justa a una economía baja en carbono, eficiente en recursos y socialmente incluyente. Estas condiciones favorables para una transición equitativa y justa se describen y son tratados extensamente al final de los capítulos de este informe, antes de las conclusiones, junto con los pasos necesarios para movilizar recursos financieros a una escala suficiente para la transición mundial hacia una economía verde.

Referencias

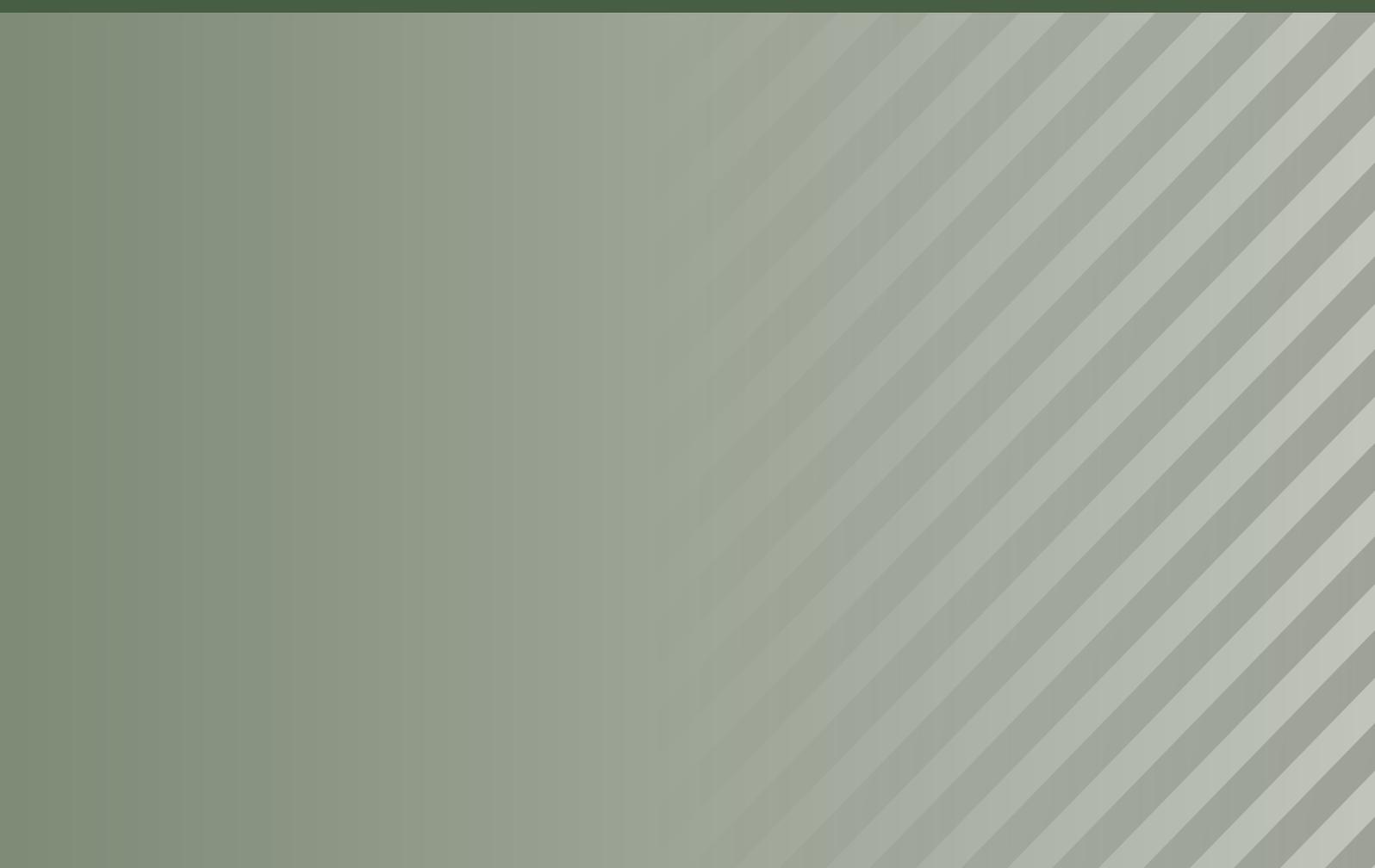
- Adelman, I. (1999). *The role of government in economic development*. Berkeley, CA: University of California.
- Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors*, (pp. 609-626). National Bureau of Economic Research.
- Barbier, E. B. (2005). *Natural resources and economic development*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Barbier, E. B. (2010). Poverty, development and environment. *Environment and Development Economics*, 15, 635-660.
- Barbier, E. B. (2010a). *A global green new deal: Rethinking the economic recovery*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Barbier, E. B. (2010b). A global green recovery, the G20 and international STI cooperation in clean energy. *STI Policy Review*, 1(3), 1-15.
- Basten, S., Herrmann, M., & Lochinger, E. (2011). *Population dynamics, poverty and employment challenges in the LDCs*. (Report prepared by IASA and UNFPA). Laxenburg.
- Blair, R., & Cotter, T. F. (2005). *Intellectual property: Economic and legal dimensions of rights and remedies*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Chen, S., & Ravallion, M. (2007). Absolute poverty measures for the developing world, 1981-2004. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(43), 16757-16762.
- Clinton Foundation. (2010). *Clinton Foundation: Annual Report 2009*.
- Comprehensive Assessment of water management in agriculture. (2007). *Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture*. London: Earthscan.
- Dasgupta, P. (2008). Nature in economics. *Environmental and Resource Economics* 39, 1-7.
- Eliasch, J. (2008). *Climate change: Financing global forests: The Eliasch Review*. London: Routledge. Retrieved from <http://www.official-documents.gov.uk/document/other/9780108507632/9780108507632.pdf>
- FAO. (2009). *Global agriculture towards 2050: How to feed the world 2050*. (High-Level Expert Forum. October 12-13, 2009). Rome: FAO.
- FAO. (2009a). *State of world fisheries and aquaculture 2008*. Rome: FAO.
- FAO. (2010). *FAO at work 2009-2010: Growing food for nine billion*. Rome: FAO.
- FAO. (2010a). *Global forest resources assessment 2010: Main report*. Rome: FAO.
- Foray, D. (Ed.). (2009). *Innovation policy for development: A review*. Elgar.
- Gallai, N., Sallés, J.-M., Settele, J., & Vaissière, B. E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68(3), 810-21.
- Global Footprint Network. (2010). *The ecological wealth of nations: Earth's biocapacity as a new framework for international cooperation*.
- Guzmand, J. M. et al. (2009). The use of population census data for environmental and climate change analysis. In J. M. Guzman et al. (Eds.), *Population dynamics and climate change*. New York: UNFPA.
- Herrmann, M., & Khan, H. (2008). *Rapid urbanization, employment crises and poverty in African LDC*. (Paper prepared for UNU-WIDER Project Workshop "Beyond the Tipping Point: African Development in an Urban World". Cape Town, June 2008.). Geneva.
- IEA. (2002). Energy and development. In *World energy outlook 2002*. Paris: OECD/IEA.
- IEA. (2009). *World energy outlook 2010, International Energy Agency*. Paris: OECD.
- IEA. (2010). *Energy technology perspectives scenarios & strategies to 2050*. Paris: OECD/IEA.
- IEA, OPEC, OECD, & World Bank. (2010). *Analysis of the scope of energy subsidies and suggestions for the G20 Initiative*. (Joint report prepared for submission to the G20 Summit Meeting. Toronto, Canada, June 26-27, 2010). 4. Retrieved from <http://www.unep.org/greeneconomy>.
- IMF. (2006). *World economic outlook database*. (September 2006). Washington, DC: IMF. Retrieved from <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2006/02/data/download.aspx>
- Kamien, M. I., & Schwartz, N. L. (1982). *Market structure and innovation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- McGranahan, G., Balk, D., & Anderson, B. (2007). The rising tide: Assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization*, 19(1), 17-37.
- McKinsey and Company. (2009). *Charting our water future: Economic frameworks to inform decision making*. Munich: 2030 Water Resources Group.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Mowery, D. C. (1995). The practice of technology policy. In P. Stoneman, (Ed.). *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Oxford: Blackwell.
- Müller, A., & Davis, J. S. (2009). *Reducing global warming: The potential of organic agriculture*. Kutztown, PA: Rodale Institute.
- Network of Heads of European Environment Protection Agencies. (2005). *The contribution of good environmental regulation to competitiveness*. Network of Heads of European Environment Protection Agencies.
- Nicholls, R. J., Hanson, S., Herweijer, C., Patmore, N., Hallegatte, S., Corfee-Morlot, ...Muir-Wood, R. (2007). *Ranking of the world's cities most exposed to coastal flooding today and in the future: Executive summary*. (OECD Environment Working Paper No. 1). Paris: OECD.
- OECD. (2008). *Costs of inaction on key environmental challenges*. Paris: OECD.
- Pearce, D. W., & Barbier, E. B. (2000). *Blueprint for a sustainable economy*. London: Earthscan.
- Pezzey, J. C. V. (1989). *Economic analysis of sustainable growth and sustainable development*. (Environment Department Working Paper No. 15). Washington, DC: The World Bank.
- Polasky, S., & Segerson, K. (2009). Integrating ecology and economics in the study of ecosystem services: Some lessons learned. *Annual Review of Resource Economics* 1, 409-434.
- Pollitt, H. et al. (2010). A scoping study on the macroeconomic view of sustainability. (Final report for the European Commission, DG Environment, Cambridge Econometrics and Sustainable Europe Research Institute, July 2010). Retrieved from http://ec.europa.eu/environment/enveco/studies_modelling/pdf/sustainability_macro-economic.pdf
- Population Division of the United Nations Secretariat. (2008). *World urbanization prospects: The 2007 revision: Executive summary*. New York, NY: United Nations.
- Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *The Journal of Economic Perspectives*, 9, 97-118.
- Sparks, D. L. (2009). *Advances in agronomy 101*. London: Elsevier.
- Stoneman, P., (Ed.). (1995). *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Oxford: Blackwell.
- Sukhdev, P. (2008). *The economics of ecosystems & biodiversity: An interim report*. Brussels: European Communities.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2009). Summary: Responding to the Value of Nature. In *TEEB for national and international policy makers*. TEEB. Retrieved from <http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=I4Y2nqlllCg%3d&tabid=1019&language=en-US>
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2010). *The economics of ecosystems and biodiversity: Mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the conclusions and recommendations of TEEB*. Bonn, Germany: TEEB.
- Tokgoz, S., & Rosegrant, M. (2011). *Population pressures, land use, and food security in the Least Developed Countries: Results from the IMPACT model*. (Report prepared by IFPRI for UNFPA). Washington, DC.
- UN. (1992). Annex I: Rio Declaration on Environment and Development. In *Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, June 3-14, 1992*. (A/CONF.151/26, Vol. I, August 12, 1992). New York.
- UNCTAD. (2009). *Trade and Development Report 2009: Responding to the global crisis*. Geneva: Climate Change Mitigation and Development.
- UNCTAD. (2010a). *The Least Developed Countries Report 2010: Towards a new international development architecture for LDCs*. Geneva.
- UNCTAD. (2010b). *Trade and environment review 2009/2010: Promoting poles of clean, sustainable growth in developing countries to enhance resilience to the inter-related economic, food and climate crises*. Geneva.

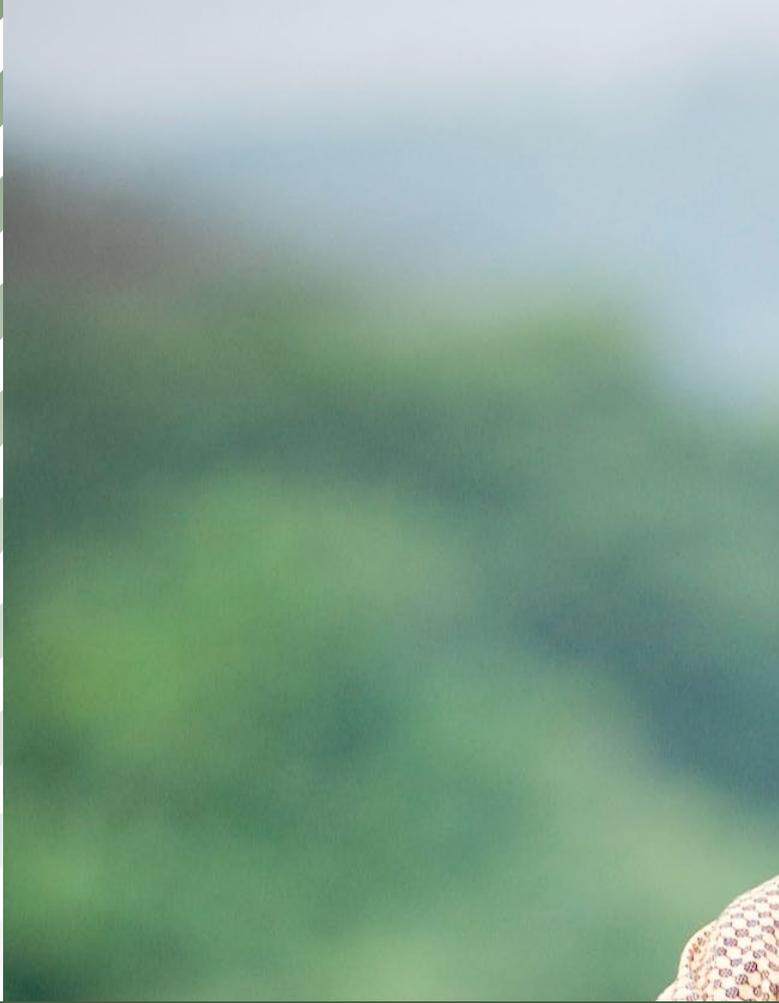
- UN DESA. (2009). *World population prospects: The 2008 revision*. New York.
- UN DESA. (2011). *World population prospects: The 2010 revision*. New York.
- UN Habitat. (2009). *Cities and climate change initiative launch and conference report*. (March 2009). UN Habitat.
- UNDP. (2006). *Human Development Report 2006: Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis*. New York: UNDP.
- UNDP. (2008). *Human Development Report 2007/2008: Fighting climate change: Human solidarity in a divided world*. New York: UNDP.
- UNDP. (2009). *Human Development Report 2009: Overcoming barriers: Human mobility and development*.
- UNEP, ILO, IOE, & ITUC (2008). *Green jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*. Geneva: UNEP.
- UNEP. 2010. *Green economy developing countries success stories*. Geneva: UNEP.
- UNFPA. (2007). *State of world population 2007: Unleashing the potential of urban growth*. New York.
- UNFPA. (2011a). *Population dynamics in the Least Developed Countries: Challenges and opportunities for development and poverty reduction*. New York.
- UNFPA. (2011b). *Population situation analysis: A conceptual and methodological guide*. New York.
- United Nations General Assembly. (2010). *Resolution implementation of Agenda 21, the Programme for the Further Implementation of Agenda 21 and the outcomes of the World Summit on Sustainable Development*. (64/53 a). Retrieved from <http://css.escwa.org.lb/GARes/64-236.pdf>
- United Nations General Assembly. (2011). *Synthesis report on best practices and lessons learned on the objectives and themes of the conference*. (United Nations General Assembly, 3756, January 2011). Retrieved from <http://www.uncsd2012.org/files/intersessional/Synthesis-Report-Final.pdf>
- World Bank. (2003). *World Development Report 2003*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2006). *Where is the wealth of nations? Measuring capital for the 21st Century*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2010). *World Development Indicators*. Washington, DC: World Bank.
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. New York: Oxford University Press.
- World Health Organization, & UNICEF. (2010). *Progress on sanitation and drinking water: 2010 update*. Geneva: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation.
- WWF, IUCN, & UNEP. (1991). *Caring for the Earth*. Switzerland: Gland.



Parte I

Inversión en capital natural







Agricultura

Inversión en capital natural



Agradecimientos

Autor-coordinador del capítulo: **Dr. Hans R. Herren**, Presidente, Millennium Institute, Arlington, VA, EE.UU.

Asad Naqvi y Nicolas Bertrand (en las etapas iniciales del proyecto) del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) han sido los directores del capítulo, incluyendo la coordinación de las revisiones por pares, la interacción con el autor-coordinador de estas revisiones, la realización de investigaciones complementarias y la elaboración del texto final. Por su parte, Derek Eaton revisó, editó y organizó el capítulo, y Sheng Fulai realizó su edición preliminar.

Las siguientes personas contribuyeron a las diferentes secciones del capítulo a través de la investigación y redacción: Sithara Atapattu, anteriormente del Instituto Internacional de Gestión del Agua y ahora subdirector de equipo en el proyecto del Banco Asiático de Desarrollo para el Fortalecimiento de la Capacidad de Adaptación al Cambio Climático en Sri Lanka; Andrea Bassi y Patrick Binns de Millennium Institute; Lim Li Ching, de la Red del Tercer Mundo; María Fernández, anteriormente en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y ahora en Innovación Rural, Género y Participación en Lima (Perú); Shahrukh Rafi Khan, profesor de Economía de la Universidad Mount Holyoke (EE.UU.); Dekshika Charmini Kodituwakku, consultor forestal y de gestión ambiental en Mandurah, de Australia; Rattan Lal, del Centro de Manejo de Almacenamiento y Captura de Carbono de la Universidad del Estado de Ohio (EE.UU.); Adil Najam, director del Centro Frederick S. Pardee para el Estudio del Futuro a Largo Plazo de la Universidad de Boston (EE.UU.); Asad Naqvi, del PNUMA; Peter Neuenschwander, del Centro Internacional de Agricultura Tropical; Jyotsna Puri, del PNUMA; Manuele Tamo, del Centro Internacional de Agricultura Tropical; y Sébastien

Treyer, del Instituto para el Desarrollo Sostenible y Relaciones Internacionales.

Richard Piechocki, de Rabobank Nederland; Lara Jacob, de Robeco; y Daniel Wild, Gestión Sostenible de Bienes AG, proporcionaron información para algunos estudios de casos e historias de éxito. Annie Haakenstad, Waqas Rana, Zainab Soomar, Pratyancha Pardeshi y Marco Portugal proporcionaron una valiosa ayuda en la recopilación de datos y pruebas. Ivo Mulder, del PNUMA, facilitó la coordinación con las instituciones de inversión que han participado en el proyecto.

Por otro lado, quisiéramos extender un agradecimiento a los numerosos colegas y personas que hicieron comentarios sobre los borradores realizados y aportaron sugerencias como Ana Lucía Iturriza, de la OIT; Charles Arden-Clarke, del PNUMA; Arab Hobbalah, del PNUMA; Peter Gilruth, del PNUMA; Tessa Goverse, del PNUMA; Ann Herbert, de la OIT; Ulrich Hoffmann, de UNCTAD; Anne-Marie Izac, de GCIAl; Elwyn Grainger-Jones, de FIDA; Harald Kaechele, del Centro de Investigación de Paisaje Agrícola de Leibniz, ZALF; Alexander Kasterine, de ITC; Rashid Kaukab, de CUTS-Geneva; Kristen Kurczak, del PNUMA; James Lomax, del PNUMA; Robert McGowan, experto independiente; Christian Nellesmann, del PNUMA/GRID-Arendal; Rajendra Paratian, de la OIT; Michaela Pfeiffer, de Oms; Philip Riddell, experto independiente; Gunnar Rundgren, experto independiente; Nadia El-Hage Scialabba, de FAO; John D. Shilling, de Millennium Institute; Roland Sundström, de FIDA; Naoufel Telahigue, de FIDA; Sophia Twarog, de UNCTAD; Justin Perrettson, de Novozymes, Katja Bechtel, de CropLife International; Babatunde Osotimehin, de FNUAP; Mayumi Sakoh, de la Sociedad Mundial para la Protección Animal; Morgane Danielou, de la Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes; e Ylva Stiller, de Syngenta.

Índice

Lista de acrónimos	39
Mensajes clave	40
1 Introducción	44
1.1 Antecedentes generales	44
1.2 Agricultura convencional/industrial	46
1.3 Agricultura tradicional/de pequeña escala/de subsistencia	47
1.4 El enverdecimiento de la agricultura	48
2 Retos y oportunidades	50
2.1 Retos	50
2.2 Oportunidades	55
3 Caso económico para el enverdecimiento de la agricultura	57
3.1 Costo de la degradación ambiental como resultado de la agricultura	57
3.2 Prioridades de inversión para el enverdecimiento de la agricultura	58
3.3 Beneficios del enverdecimiento de la agricultura	66
3.4 Modelación: Escenarios futuros para la agricultura verde	71
4 Cómo llegar: Condiciones propicias	74
4.1 Políticas globales	74
4.2 Políticas nacionales	75
4.3 Instrumentos económicos	76
4.4 Creación de capacidades y concientización	77
5 Conclusiones	78
Referencias	80

Lista de figuras

Figura 1: Contribución total promedio del crecimiento de la agricultura, las remesas y los ingresos no agrícolas a la reducción de la pobreza en países seleccionados	44
Figura 2: Contribución de la agricultura al PIB y al gasto público en la agricultura en proporción del PIB agrícola	45
Figura 3: Tendencias globales en la producción de cereales y carne, el uso de fertilizantes con fósforo y nitrógeno, y el riego y la producción de pesticidas	46
Figura 4: Distribución regional de las pequeñas explotaciones.....	48
Figura 5: Distribución de población por edad en las regiones más desarrolladas y menos desarrolladas: (1950-2300)	50
Figura 6: Tendencias de la población urbana y rural en regiones en desarrollo.....	51
Figura 7: Tendencias de los precios de los productos básicos comparados con las tendencias de los precios del petróleo	51
Figura 8: Porcentaje de las poblaciones de países con estrés hídrico en un futuro	52
Figura 9a-b: Distribución del total de los residuos alimenticios.....	53
Figura 10: Inseguridad alimentaria esperada en el futuro	54
Figura 11: Participación de la asistencia internacional para el desarrollo de la agricultura (1979-2007).....	55
Figura 12: El comercio global de alimentos y bebidas orgánicas (1999-2009)	56
Figura 13: Apoyo al productor estimado por país (como porcentaje del ingreso total del agricultor)	76

Lista de tablas

Tabla 1: Indicadores potenciales para medir el progreso hacia una agricultura verde.....	49
Tabla 2: Evidencias sobre los beneficios y costos de la gestión sanitaria de plantas y animales.....	60
Tabla 3: Evidencias sobre los beneficios y costos de las estrategias de gestión del suelo.....	63
Tabla 4: Evidencias sobre los beneficios y costos de las estrategias de la gestión del agua.....	64
Tabla 5: Evidencias sobre los beneficios y costos de la diversificación de la agricultura	67
Tabla 6: Datos anuales por región sobre la creciente inversión en agricultura necesaria para contrarrestar los efectos del cambio climático en la desnutrición infantil	69
Tabla 7: Resultados obtenidos del modelo de simulación.....	71

Lista de cuadros

Cuadro 1: La agricultura, en una encrucijada	47
Cuadro 2: Oportunidades para la mejora de los sistemas de saneamiento y del reciclaje de los nutrientes orgánicos	52
Cuadro 3: Las innovaciones en la cadena de suministro agrícola incrementan el valor para el accionista y para la sociedad.....	56
Cuadro 4: Costo de la capacitación de los pequeños agricultores en las prácticas de la agricultura verde	59
Cuadro 5: Almacenamiento simple: Baja inversión, alta rentabilidad.....	62
Cuadro 6: Inversión en agricultura sostenible: Caso de estudio.....	66
Cuadro 7: Iniciativas innovadoras de inversión de capital sostenible y social.....	68
Cuadro 8: Producción orgánica versus producción convencional de algodón.....	68

Lista de acrónimos

AIE	Agencia Internacional de la Energía	IMA	Iniciativa para una Mejor Azúcar
BAD	Banco Asiático de Desarrollo	IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
BAU	Escenario base	I+D	Investigación y Desarrollo
BCI	Iniciativa para un Mejor Algodón	LIC	Países de Ingreso Bajo
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas	LMIC	Países de Ingreso Mediano Bajo
CAADP	Programa Integral para el Desarrollo Agrícola de África	MAPS	Mesa Redonda para el Aceite de Palma Sostenible
CCI	Centro de Comercio Internacional	MIP	Manejo Integrado de Plagas
CCTA	Conocimiento, Ciencia y Tecnología Agrícola	MOS	Materia orgánica del suelo
CSIRO	Organización de Investigación Científica e Industrial de la Mancomunidad Británica de Naciones	MRSR	Mesa Redonda para la Soya Responsable
DEFRA	Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Gobierno de Reino Unido	MSCI	Morgan Stanley Capital International
ECOSOC CEPA	Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas y Comisión Económica Para África	NCAR	Centro Nacional de Investigación Atmosférica
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
FAOSTAT	Bases de Datos Estadísticas para la FAO	ODA	Asistencia Oficial para el Desarrollo
FiBL	Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica	ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola	OIT	Organización Internacional del Trabajo
FMI	Fondo Monetario Internacional	OMC	Organización Mundial de Comercio
FSI	Fondos Soberanos de Inversión	OMG	Organismo Genéticamente Modificado
G8	Grupo de los Ocho	OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
GCIAI	Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional	ONG	Organización No Gubernamental
GEI	Gases de Efecto Invernadero	ONU DAES	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas
GRID	Base de Datos del PNUMA sobre Recursos Mundiales	PAHMO	Gestión Biológica de Sanidad de Plantas y Animales
GSB	Gestión Sostenible de Bienes AG	PI	Propiedad Intelectual
HIC	Países de Ingreso Alto	PIB	Producto Interno Bruto
IAASTD	Evaluación Internacional de las Ciencias y Tecnologías Agrícolas para el Desarrollo	PICS	Sistema de Almacenamiento Mejorado del Frijol Caupí de Purdue
ICARDA	Centro Internacional de Investigaciones Agrícolas en Zonas Áridas	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
IDH	Iniciativa Holandesa de Comercio Sostenible	PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
IDM	Indicadores del Desarrollo Mundial	PSA	Pagos por Servicios Ambientales
IFOAM	Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica	ROI	Retorno a la inversión
IFPRI	Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias	SICA	Sistema Intensivo de Cultivo de Arroz
		UE	Unión Europea
		UMIC	Países de Ingreso Medio Alto
		UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
		WWAP	Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos

Mensajes clave

1. Satisfacer las demandas de la población en la primera mitad de este siglo, atender las necesidades de los casi 1,000 millones de personas que actualmente se encuentran en estado de pobreza absoluta y hacer frente al cambio climático requerirán de una gestión de las transiciones alejada del modelo actual o escenario base (BAU) tanto en el cultivo convencional¹ como en el tradicional². Los sistemas de cultivo actuales agotan, de diversas formas y en distintos grados, el capital natural y producen cantidades significativas de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes que terminan por afectar de manera alarmante a los más pobres. La demanda continua de cambios en el uso de suelo es responsable de la deforestación, desertización y la pérdida de biodiversidad. El costo económico de las prácticas agrícolas abusivas asciende a miles de millones de dólares cada año y está al alza. Por ello, un paquete de inversiones y reformas políticas destinadas al enverdecimiento de la agricultura³ ofrecerá oportunidades para diversificar la economía, reducir la pobreza mediante el incremento de los rendimientos y crear nuevas oportunidades de empleos verdes productivos, especialmente, en las zonas rurales, que permitirán garantizar la seguridad alimentaria y reducir significativamente los costos ambientales y económicos asociados con las prácticas de la industria agrícola actual.

2. La agricultura verde es capaz de alimentar a una población mundial creciente y cada vez más exigente con niveles de nutrición superiores hasta el año 2050. Se estima que un aumento de las 2,800 kcal disponibles hoy por persona y día a 3,200 kcal en 2050, es posible con el uso de tecnologías y prácticas agrícolas verdes. Es posible obtener mejoras nutricionales significativas a partir de una mayor cantidad y diversidad de productos alimenticios (distintos de los cereales). Durante la transición hacia una agricultura más verde, la producción de alimentos en la industria agrícola intensiva en insumos puede experimentar una disminución moderada, al tiempo que se generan respuestas positivas y significativas en los sistemas más tradicionales desarrollados por pequeños agricultores en países en vías de desarrollo, y se producen la mayoría de los cultivos estables necesarios para alimentar a la población mundial. Así, se recomienda la puesta en marcha de iniciativas públicas privadas y ciudadanas para la producción de alimentos en aras de una mayor igualdad social, para lograr así cambios estructurales que aseguren el suministro y consumo de productos y garanticen una nutrición de calidad para todos durante este periodo.

1. Consulte la Sección 1.2 para obtener información detallada acerca de lo que en este informe se considera como agricultura convencional o agricultura industrial.

2. Consulte la Sección 1.3 para obtener información detallada acerca de lo que en este informe se considera como agricultura tradicional, pequeña y de subsistencia.

3. Consulte la Sección 1.4 para obtener información detallada sobre el paradigma de una agricultura verde.

3. La agricultura verde reducirá la pobreza. El deterioro ambiental y la pobreza pueden abordarse simultáneamente mediante la aplicación de prácticas agrícolas verdes. En la actualidad, existen aproximadamente 2,600 millones de personas que dependen de la agricultura como única forma de sobrevivir, de los que una gran mayoría vive con menos de un dólar al día en pequeñas explotaciones y en áreas rurales. Aumentar los rendimientos agrícolas y el retorno en la mano de obra, mientras se acomete una mejora en servicios de los ecosistemas –de los que dependen directamente los pobres para obtener alimentos y medios de subsistencia– será una de las claves para lograr estos objetivos. Las estimaciones sugieren que por cada diez por ciento de incremento en los rendimientos agrícolas, ha habido un siete por ciento de reducción de la pobreza en África, y más de un cinco por ciento en Asia. La evidencia muestra que la aplicación de prácticas agrícolas verdes ha provocado un incremento en los rendimientos, especialmente en las pequeñas explotaciones de entre un 54 y un 179 por ciento.

4. Disminuir la generación de residuos y restos de alimentos y la ineficiencia es una parte del paradigma de la agricultura verde. Las pérdidas de los cultivos debido a la proliferación de plagas o fenómenos naturales globalizados como sequía o inundaciones, junto al desperdicio de alimentos durante el almacenamiento, la distribución, la comercialización, así como en los hogares, representan casi el 50 por ciento de las calorías comestibles por los seres humanos. Actualmente, la producción total es de alrededor de unos 4,600 kcal por persona/día, aunque la disponibilidad actual para consumo humano es de alrededor 2,000 kcal por persona/día. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) indica que la reducción en un 50 por ciento de las pérdidas y restos procedentes de la cadena de producción y consumo es una meta necesaria y alcanzable; y hacer frente a algunas de estas ineficiencias (en especial, las pérdidas de cultivo y de almacenamiento) ofrece oportunidades que precisan de pequeñas inversiones en tecnología simple de labranza y almacenamiento en las explotaciones más pequeñas, donde la diferencia es más perceptible para los agricultores. La FAO subraya que, aunque la reducción de las pérdidas postcosecha podría ser alcanzada rápidamente, menos del cinco por ciento de la investigación agrícola y de la ampliación del financiamiento en el mundo se orienta a resolver esta cuestión.

5. La transición hacia una agricultura verde requiere de inversión, investigación y desarrollo de capacidades. Este modelo de cambio afecta a áreas clave como la gestión de la fertilidad del suelo, la puesta en marcha de políticas más eficientes y sostenibles en la gestión del agua; una mayor diversificación de cultivos y ganadería, mejoras biológicas en el cultivo y la ganadería; gestión biológica de la sanidad vegetal y animal, un nivel de

mecanización adecuado, mejora de las instalaciones de almacenamiento (en especial para las pequeñas explotaciones), y la creación de cadenas de suministro ascendente y descendente para los negocios y el comercio. El desarrollo de capacidades incluye dimensionar los servicios de extensión agrícola verde y facilitar un mejor acceso al mercado a pequeños agricultores y cooperativas. El costo global sumado de las inversiones y las intervenciones de políticas necesarias para la transición hacia una agricultura verde se estima en 198,000 millones de dólares anuales entre 2011 y 2050.⁴ El valor agregado en la producción agrícola se incrementa en un nueve por ciento comparado con el escenario base (BAU) proyectado. Los estudios sugieren que “el retorno a la inversión (ROI) en conocimiento, ciencia y tecnología (CCT) agrícolas es alto, entre un 40 y un 50 por ciento, y no ha disminuido con el tiempo para distintas mercancías, países y regiones. Es, incluso, mayor que la tasa a la que la mayoría de los gobiernos pueden prestar dinero”. En cuanto a los beneficios sociales, el Instituto del Banco Asiático de Desarrollo (BAD) concluyó que la inversión necesaria para sacar de la pobreza un hogar mediante un compromiso de los trabajadores del campo en la agricultura orgánica puede ser de apenas 32 a 38 dólares per cápita en algunas zonas de Asia.

6. La agricultura verde genera empleo neto y proporciona un mayor rendimiento sobre los insumos de trabajo que la agricultura convencional. Por otra parte, se proyecta que la puesta en marcha de instalaciones capaces de garantizar la seguridad alimentaria y una mayor calidad en el procesado de alimentos en las zonas rurales crearán nuevos empleos de mejor calidad. Los escenarios modelados sugieren que las inversiones destinadas a la transición hacia una agricultura verde podrían generar 47 millones de empleos adicionales en los próximos 40 años en comparación con el escenario base (BAU).

7. Una transición hacia una agricultura verde conlleva beneficios ambientales importantes. La agricultura verde tiene el potencial de reconstruir el capital natural mediante la regeneración y el mantenimiento de la fertilidad del suelo; reducir su erosión y los procesos de contaminación agroquímica inorgánica; aumentar la eficiencia del uso de agua; disminuir la deforestación, la pérdida de biodiversidad y otros efectos del uso de la tierra;

4. Para más detalles, consulte el capítulo de ‘Modelación’.

y reducir significativamente las emisiones agrícolas de GEI. La transición hacia una agricultura verde podría transformar la agricultura de manera extraordinaria, llevándola de ser uno de los principales causantes de las emisiones de GEI a la atmósfera, a ser una práctica neutral o, incluso, un sumidero de emisiones de GEI, a la vez que se reduce la deforestación y el uso de agua dulce en un 55 y 35 por ciento, respectivamente.

8. La agricultura verde requerirá también de reformas e innovaciones en las políticas nacionales e internacionales. Dichas modificaciones deberían concentrarse en reformar cualquier tipo de subsidio dañino para el medio ambiente, ya que abaratan de manera artificial los costos de algunos insumos agrícolas, y conducen a su uso ineficiente y excesivo. Además, las políticas tendrían que promover medidas que recompensen a los agricultores que utilicen insumos y prácticas agrícolas sostenibles con el medio ambiente y que generen externalidades positivas como una mejora en los servicios de los ecosistemas. Se necesitan también cambios en las políticas de comercio que acerque el acceso a las exportaciones agrícolas verdes de los países en vías de desarrollo a los mercados de países de ingresos altos, además de reformas de los subsidios a la exportación y a la producción que distorsionan el comercio. Todo ello facilitará una mayor participación de los pequeños agricultores, las cooperativas y las empresas locales de procesamiento de alimentos.



1 Introducción

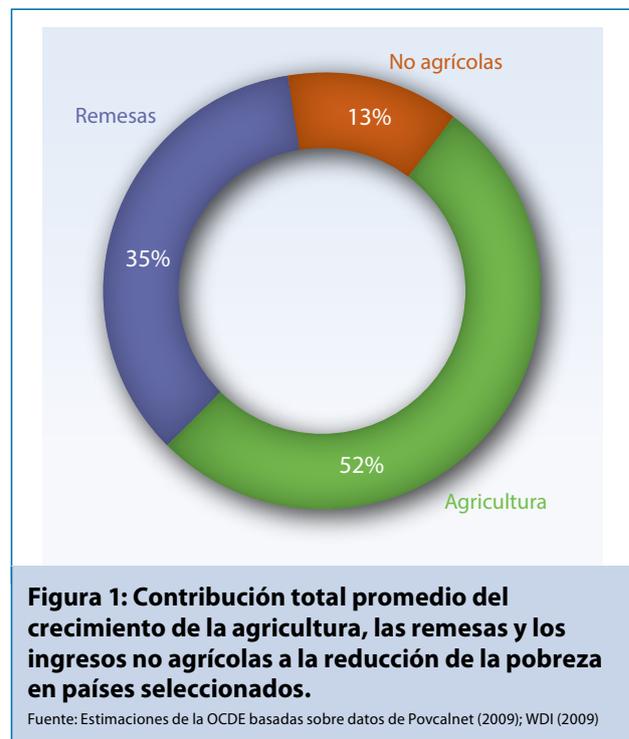
Este capítulo presenta un caso de inversión para el enverdecimiento del sector agrícola⁵, enfatizando sus beneficios globales. El documento proporciona evidencias para alentar a formuladores de política el crecimiento de la inversión verde, y ofrece una guía sobre cómo realizar los diferentes cambios. Estos tendrán por objetivo el aumentar la seguridad alimentaria, reducir la pobreza, mejorar la nutrición y la salud de las poblaciones más desfavorecidas, crear empleos en los ámbitos rurales y frenar la actual presión sobre el medio ambiente con la reducción de las emisiones de GEI.

Este capítulo expone, en primer lugar, un breve panorama general de la agricultura desde una perspectiva global, seguido de una discusión sobre aspectos conceptuales que incluyen dos paradigmas predominantes con relación a la tipología de los cultivos: los sistemas de agricultura convencional (industrializada) y la agricultura tradicional (de subsistencia) de carácter minifundista. El texto concluye con una breve descripción de las características clave del paradigma de la agricultura verde. La Sección 2 presenta los mayores retos y oportunidades del enverdecimiento del sector agrícola. En la Sección 3, se discute una amplia gama de prácticas de agricultura sostenibles, usando ejemplos y evidencias obtenidas del sector ecológico, que es relativamente rico en datos. La sección se inicia con un panorama general del costo de la degradación como resultado de las prácticas agrícolas actuales, así como los beneficios del enverdecimiento del sector. Le sigue un resumen con algunas de las prioridades para la inversión y concluye con una discusión sobre los resultados de un ejercicio de modelación económica, el cual presenta los escenarios futuros para una agricultura verde y el escenario base (BAU). La Sección 4 muestra en qué medida las políticas nacionales y globales, así como la creación de capacidades y la concientización pueden favorecer las inversiones necesarias y alentar cambios en las prácticas agrícolas. Finalmente, en la Sección 5 se concluye la discusión.

1.1 Antecedentes generales

La agricultura es el mayor sector ocupacional en muchos países en vías de desarrollo y es una fuente importante de ingresos para los pobres. Las estadísticas del Banco Mundial (World Bank, 2010) muestran que el valor agre-

5. En este informe por agricultura se incluye solamente el cultivo y la ganadería, a menos que se indique de otra forma. La silvicultura y la pesca son tratados en otros capítulos.



gado agrícola, como porcentaje del PIB, representa el tres por ciento mundial, un 25 por ciento para países de bajo ingreso (LIC), el 14 por ciento para países de ingreso medio-bajo (LMIC), el seis por ciento para países de ingreso medio-alto (UMIC) y el uno por ciento para países de ingreso alto (HIC)⁶. Aproximadamente 2,600 millones de personas dependen de los sistemas de producción agrícola -la agricultura, el pastoreo, la silvicultura o la pesca para su subsistencia (FAOSTAT, 2004).

Actualmente, la productividad agrícola global se ha mantenido de forma paralela al crecimiento de la población (FAO, 2009; IAASTD, 2009a). Sin embargo, la productividad agrícola por trabajador y por unidad de superficie varía mucho según el país. La productividad agrícola por trabajador entre 2003 y 2005 fue 95 veces mayor en los países HIC que en los países LIC; esta diferencia aumentó en comparación con los años de 1990-1992, en donde fue 72 veces más alta. La agricultura industrial, que se practica de forma mayoritaria en los países en vías de desarrollo, continúa generando altos niveles de producción -más del 50 por ciento del valor agregado mundial en agricul-

6. Clasificación del Banco Mundial: Economías de bajo ingreso (1,005 dólares o menos), economías de ingreso medio-bajo (1,006 dólares a 3,975 dólares), economías de ingreso medio-alto (3,976 dólares a 12,275 dólares), economías de ingreso alto (12,276 dólares o más); disponible en: <http://data.worldbank.org/about/country-classifications/country-and-lending-groups>.

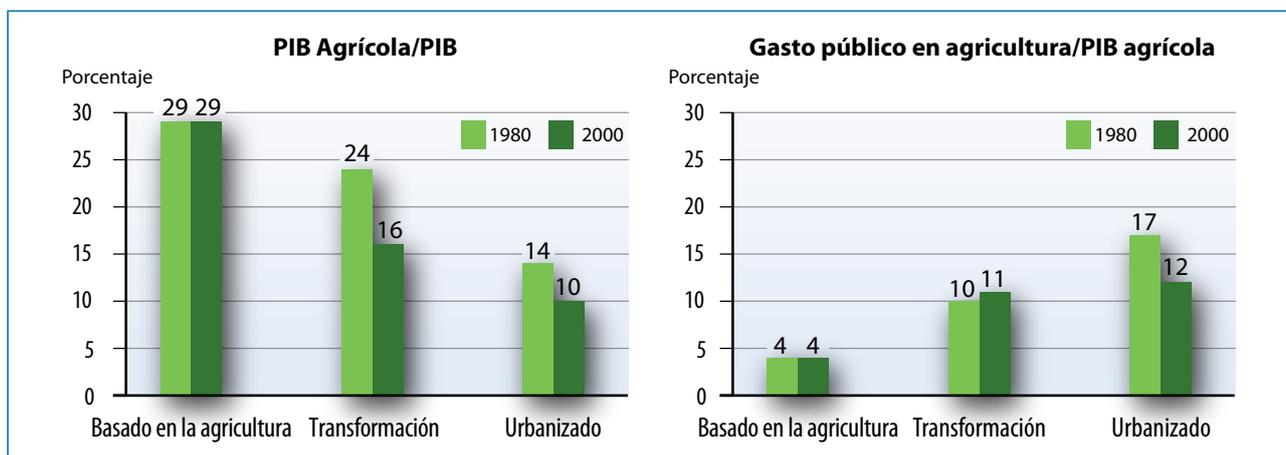


Figura 2: Contribución de la agricultura al PIB y al gasto público en la agricultura como proporción del PIB agrícola

Fuente: EarthTrends, basado en datos del año 2000 obtenidos del panorama general del IDM. Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/2795087-1192112387976/WDR08_01_Overview.pdf

tura y procesamiento de alimentos; aunque también provoca efectos ambientales más adversos que la agricultura tradicional de menor rendimiento (World Bank, 2010). La agricultura en los países en vías de desarrollo se está volviendo más productiva. Durante el periodo mencionado, la productividad agrícola agregada por trabajador en los países en vías de desarrollo se incrementó en un 21 por ciento, aunque con una base muy inferior.

Sin embargo, y a pesar del incremento en la productividad de la agricultura, cerca de 1,000 millones de personas continúan malnutridas. Entre 2000 y 2007, más de una cuarta parte (27.8 por ciento) de los niños menores de cinco años en los países LIC estaban malnutridos (World Bank, 2010). Por otro lado, más de la mitad de las familias con incertidumbre alimentaria son hogares rurales de países como India en donde, paradójicamente, tienen excedentes alimentarios. Una transición en el paradigma agrícola debe también ayudar a enfrentar este desafío.

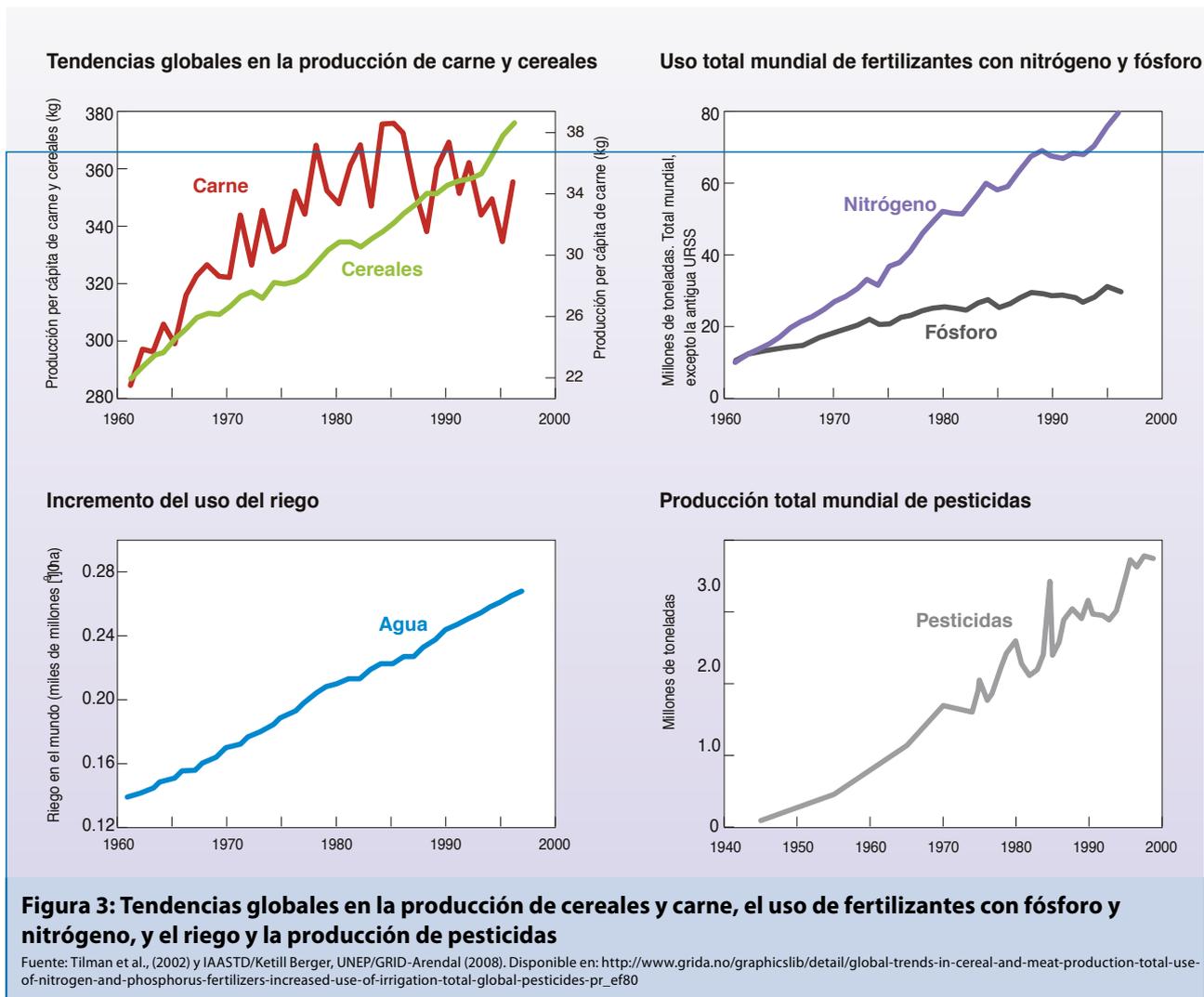
La agricultura tiene además un enorme potencial para aliviar la pobreza. Una gran parte de la población rural y de la fuerza de trabajo en los países en vías de desarrollo se dedica a la agricultura. En promedio, la contribución de la agricultura al aumento de los ingresos de los más pobres se estima que es al menos 2.5 veces más alta que la de los sectores no agrícolas en los países en vías de desarrollo. Con relación al incremento en los rendimientos y el retorno de la mano de obra con la pobreza, Irz et al., (2001) estima que por cada diez por ciento de aumento en los rendimientos de las explotaciones, descendió un siete por ciento la pobreza en África y un cinco por ciento en Asia. El crecimiento en sectores como el de manufactura servicios no muestra un efecto comparable en la reducción de las tasas de pobreza. El Banco Mundial (World Bank, 2010) informó que un incremento generalizado en el PIB total derivado de la productividad laboral agrícola fue, en promedio, 2.9 veces más efectivo a la hora de aumentar los ingresos del quintil más pobre en países en

vías de desarrollo que el aumento equivalente en el PIB derivado de la productividad laboral no agrícola. Utilizando regresiones de varios países por región, Hasan y Quibriam (2004) encontraron mayores efectos del crecimiento agrícola en la reducción de la pobreza en el África Subsahariana y el Sur de Asia. (Esta tendencia no se comprobó en Asia Oriental ni en América Latina, en donde los efectos de reducción de la pobreza fueron mayores por el crecimiento originado en sectores no agrícolas).

A pesar de la contribución potencial de la agricultura a la mitigación de la pobreza debido, principalmente, a la tendencia urbana de varias de las políticas gubernamentales nacionales (Lipton, 1977), los sectores rurales en la mayoría de los países en vías de desarrollo no han recibido los niveles de inversión pública necesarios para sostener un desarrollo óptimo del sector agrícola. El gasto público en agricultura en los países en vías de desarrollo se redujo de un 11 por ciento en 1980 a un 5.5 por ciento en 2005, y la misma tendencia a la baja es observada en apoyo oficial para el desarrollo del sector agrícola, que tuvo una caída del 13 por ciento a principios de la década de 1980 al 2.9 por ciento en 2005 (UN-DESA Policy Brief 8, October, 2008). En África, los gobiernos se comprometieron públicamente en la Declaración de Maputo de 2000 a gastar el diez por ciento de su PIB en la agricultura, incluyendo gastos en infraestructuras rurales (UNESC ECA, 2007). Sin embargo, en 2009 solo ocho países han alcanzado los compromisos (CAADP, 2009).

Entre 1980 y 2000, se apreció una relación inversa entre la contribución de la agricultura al PIB y el gasto público en agricultura (como porcentaje del PIB agrícola) tal como se muestra en la Figura 2, que distingue entre países agrícolas, de transformación y urbanizados⁷.

7. Basados en la agricultura = países en desarrollo. De transformación = países recién industrializados. Urbanizados = países desarrollados.



El resultado de este abandono a largo plazo del sector agrícola en los países en vías de desarrollo ha supuesto que las tasas de pobreza rural superen consistentemente a las de zonas urbanas, con más de un 75 por ciento de las personas empobrecidas del mundo viviendo en zonas rurales y una gran mayoría buscando la forma de emigrar a las ciudades (IFAD, 2003).

En este escenario, la pobreza puede tener consecuencias económicas negativas relacionadas con el medio ambiente si la producción de cultivos se basa en el uso no sostenible de la tierra; que se traduce a su vez, en el agotamiento de los nutrientes del suelo y el cultivo de terrenos marginales y no aptos que pueden llevar a la erosión del suelo, la degradación de los ecosistemas y la reducción de los hábitats naturales⁸.

En las siguientes secciones se detallan las características particulares de las prácticas agrícolas convencionales y a pequeña escala que han intensificado estas tendencias.

1.2 Agricultura convencional/industrial

La agricultura convencional (industrial) se caracteriza por el desarrollo de prácticas de cultivo que emplean insumos agrícolas externos. La mayor parte del cultivo industrial a gran escala es considerada de alto consumo energético (utiliza diez calorías de energía por cada caloría de alimento producido). Su alta productividad (kg/ha) radica en el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, pesticidas, combustibles, recursos hídricos, y constantes nuevas inversiones (por ejemplo, en variedades evolucionadas de semillas o maquinaria).

Las ganancias en productividad obtenidas de esta Revolución Verde de las últimas décadas se han desarrollado en el sector agrícola convencional. Estas ganancias fueron provocadas por la inversión en investigación y la expansión de los servicios de extensión del sector público.⁹ Los incrementos en la productividad se basaron principalmente en el desarrollo de nuevas

8. Este nexo entre pobreza y medio ambiente es un área bien estudiada. Para un marco y una revisión, véase Opschoor (2007).

9. Para una visión general consulte Ruttan (1977), y para una crítica referirse a Shiva (1989).

variedades de más alto rendimiento, de los principales cultivos de cereal (principalmente, trigo, arroz y maíz); así como en un incremento significativo de los recursos hídricos, fertilizantes inorgánicos, pesticidas/herbicidas y maquinaria agrícola.

A pesar de estas ganancias sustanciales en la producción total de cultivos, las consecuencias de la revolución no han sido del todo positivas. Los beneficios en la producción han tenido una alta correlación con el incremento en el uso de materias primas no renovables y han traído consigo importantes costos ambientales derivados de la sobreexplotación. La agricultura industrial consume un promedio de diez calorías energéticas exosomáticas (a partir de combustibles fósiles) por cada caloría energética endosomática alimenticia (derivada del metabolismo humano de alimentos) que se produce y se entrega al consumidor (Giampietro & Pimentel, 1994). Esta intensidad energética es, en muchos casos, provocada por el uso de fertilizantes inorgánicos, combustibles y energía eléctrica en explotaciones agrícolas. Además, la pérdida de biodiversidad ha sido provocada por los subsidios de producción dirigidos a un limitado número de cultivos. La agricultura industrial ha derivado también una reducción de la fuerza laboral agrícola aun cuando los productos agrícolas han incrementado dramáticamente, una tendencia intensificada en cierta medida por los subsidios para la mecanización de las explotaciones (Dimitri et al., 2005; ILO, 2008; Knudsen et al., 2005; Lyson, 2005).

1.3 Agricultura tradicional/de pequeña escala/de subsistencia

La agricultura tradicional a pequeña escala (o de subsistencia) se basa en el uso de un conocimiento autóctono y tradicional para el desarrollo de prácticas de cultivo utilizadas por muchas generaciones y que hace un uso limitado o nulo de insumos no agrícolas. Deriva, por consiguiente, hacia una productividad baja, un bajo valor agregado por trabajador y depende, principalmente, de la extracción de los nutrientes del suelo, que se reponen de manera insuficiente con otros fertilizantes orgánicos o inorgánicos. Es, por lo general, una forma de práctica agraria susceptible de pérdidas en cuanto a los rendimientos del suelo debido a la escasa implantación de técnicas de riego, una irregularidad en las precipitaciones o infestación de plagas, y otros riesgos relacionados con la producción. Esto puede atrapar a agricultores ya empobrecidos en una espiral descendente de pobreza creciente y marginación social.

La agricultura tradicional limita la mecanización agrícola de capital intensivo y el uso de insumos agroquímicos externos. Las parcelas de muchos pequeños agricultores en países en vías de desarrollo son demasiado pequeñas

Cuadro 1: La agricultura, en una encrucijada

Un mensaje clave del documento de Evaluación de Conocimiento, Ciencia y Tecnología Agrícola para el Desarrollo publicado en 2009 es el siguiente: “La forma en que el mundo produce sus alimentos tendrá que cambiar radicalmente para servir mejor a la población hambrienta y en condiciones de pobreza si se desea hacer frente a una mayor población y al cambio climático y evitar la desintegración social y el colapso ambiental”. La Evaluación llama a un cambio fundamental en el conocimiento, la ciencia y la tecnología agrícola (CCTA) para afrontar con éxito los objetivos de desarrollo y sostenibilidad. Dicho cambio debe enfatizar la importancia multifuncional de la agricultura, tomando en cuenta la complejidad de los sistemas agrícolas dentro de diversos contextos sociales y ecológicos, y reconociendo a las comunidades agrícolas, los hogares campesinos y a los agricultores como productores y gestores de los ecosistemas. Asimismo, se requieren acuerdos institucionales y organizativos innovadores que permitan promover un enfoque integrado para el desarrollo y despliegue del CCTA. Los incentivos a lo largo de la cadena de valor tienen que interiorizar tantas externalidades negativas como sea posible, a fin de tener en cuenta el costo total de la producción agrícola para la sociedad. Las políticas y cambios institucionales deben enfocarse en aquellos grupos que presentan una menor atención en el actual CCTA, los cuales incluyen agricultores, mujeres y minorías étnicas con pocos recursos. Destaca que las pequeñas explotaciones en ecosistemas diversos requieren de oportunidades realistas para aumentar su productividad y mejorar el acceso a los mercados.

Fuente: IAASTD (2009)

para tener en cuenta las economías a escala requeridas por la mayor parte de la maquinaria agrícola comercial disponible. Además, el alto costo de la compra de insumos (fertilizantes químicos, pesticidas o semillas) requiere generalmente que, al menos, una parte de las cosechas que se produzcan deba ser comercializada para así recuperar los costos. Los fracasos en la modernización de los sistemas de tenencia de tierras, que facilitan la distribución, consolidación y uso de la tierra como garantía para préstamos bancarios, son barreras importantes para la comercialización agrícola a pequeña escala en muchos países en vías de desarrollo. De este modo, la comercialización se encuentra todavía más limitada por la ausencia de infraestructuras y vías de comunicación que permitan un

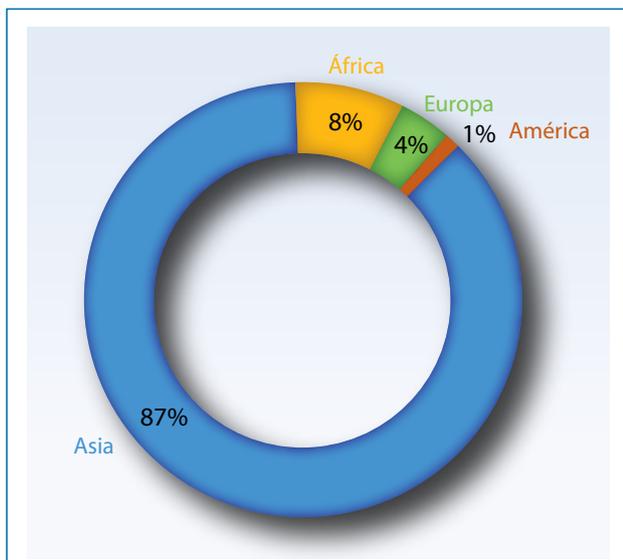


Figura 4: Distribución regional de las pequeñas explotaciones

Fuente: Nagayets (2005), basado en la FAO 2001c y 2004c y agencias estadísticas nacionales.
 Nota: Las explotaciones de escala pequeña se definen como aquellas de menos de 2 hectáreas. El número total de explotaciones de escala pequeña es de 404 millones.

acercamiento de las áreas productoras de alimentos a los grandes centros urbanos. Por estas razones, el valor agregado por trabajador en países en vías de desarrollo está muy por debajo del de las economías industrializadas. Mientras que el valor agregado promedio por trabajador agrícola en países de la OCDE en 2003 fue de 23,081 dólares (el cual creció en un 4.4 por ciento anual entre 1992 y 2003) en África, las cifras fueron de solo 327 dólares y 1.4 por ciento, respectivamente (IAASTD, 2009b).

En todo el mundo existen 525 millones de pequeñas explotaciones, de las que 404 millones operan en menos de dos hectáreas de tierra (Nagayets, 2005). Estas superficies en el mundo en vías de desarrollo producen la mayoría de los cultivos necesarios para alimentar a la población del planeta (Altieri, 2008). Su participación más alta se concentra en África, en donde se estima que alrededor del 90 por ciento de toda la producción agrícola es obtenida de las pequeñas explotaciones (Spencer, 2002). En muchos casos su contribución está creciendo a escala nacional. Si bien esta cuestión es controvertida, hay evidencias sustanciales de que las explotaciones más pequeñas obtienen rendimientos más altos que las grandes extensiones (Banerjee, 2000; Barrett, 1993; Cornia, 1985; Ellis, 1993; Faruque & Carey, 1997; Feder, 1985; Omich et al., 1995; Rosset, 1999). En Kenia, la participación de la producción agrícola nacional con la contribución de los pequeños agricultores se incrementó de un cuatro por ciento en 1965 a un 49 por ciento en 1985 (Lele & Agarwal, 1989). En India, los pequeños agricultores contribuyeron a más del 40 por ciento de la producción de cereales en 1990-1991, en comparación con solo la tercera parte del total en 1980. A finales de la década de los noventa, poseían también la mayor parte del ganado y dominaban el sector lácteo (Narayan & Gulati, 2002).

A pesar de su mayor producción por hectárea y su importante contribución en la producción de alimentos, los pequeños agricultores son pobres o muy pobres. En una encuesta realizada a hogares de pequeños agricultores, el 55 por ciento de los consultados en Kenia, y el 75 por ciento en Etiopía se situaron por debajo del umbral de pobreza (Jayne et al., 2003). Los precios bajos, las prácticas comerciales desleales y la falta de medios e infraestructuras de transporte, de almacenamiento y de procesamiento de los productos han contribuido a esta situación deficitaria. La mitad de la población desnutrida, las tres cuartas partes de niños africanos malnutridos y la mayor parte de la población en completa pobreza, están localizados en pequeñas explotaciones agrícolas (Millenium Project Task Force on Hunger; FIDA, 2001). En la mayoría de los países, la población rural pobre es tanto vendedora de productos alimenticios como compradora de comestibles en diferentes épocas del año. Venden inmediatamente después de la cosecha a precios muy bajos, para satisfacer sus necesidades inmediatas de efectivo; y, posteriormente, compran alimentos a precios más altos en los meses previos a la siguiente cosecha para satisfacer sus necesidades alimentarias (FIDA, 2010b).

Aumentar la producción del pequeño agricultor mediante prácticas agrícolas verdes y sus redes de suministro y comercialización se crearán empleos mejor remunerados en las áreas rurales. Conforme aumente el poder adquisitivo de los agricultores, es posible que estos se retiren del trabajo de temporada (Wiggins, 2009). Los agricultores más ricos también se inclinarán probablemente a gastar más en bienes y servicios producidos localmente, lo que tendría efectos importantes. Los modelos de vinculación rural en África han estimado efectos multiplicadores que oscilan entre 1.31 y 4.62 para Burkina Faso, Nigeria, Senegal y Zambia (Delgado et al., 1994).

1.4 El enverdecimiento de la agricultura

El enverdecimiento de la agricultura se refiere al uso creciente de prácticas y tecnologías agrícolas que al mismo tiempo:

- mantienen e incrementan la productividad agrícola y la rentabilidad al tiempo que se garantiza la provisión de alimentos y los servicios de los ecosistemas de manera sostenible;
- reducen las externalidades negativas y conducen de forma gradual a externalidades positivas; y
- restituyen los recursos ecológicos (suelo, agua, aire y activos del capital natural de biodiversidad) mediante la reducción de la contaminación y la gestión más eficiente de recursos.

Un conjunto diverso y adaptable de técnicas agrícolas, prácticas y certificaciones de marcas de mercado como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), la agricultura orgánica/biodinámica, el comercio justo, la agricultura ecológica, la agricultura de conservación, y las técnicas y protocolos relacionados con el suministro de alimentos ejemplifican los distintos matices de la agricultura verde.

Las prácticas y tecnologías agrícolas que son fundamentales para el enverdecimiento de la agricultura son:

- restaurar y optimizar la fertilidad del suelo a través del aumento en el uso de insumos nutrientes producidos de forma natural y sostenible; de rotaciones diversificadas de cultivos, y de la integración del ganado con los cultivos;
- reducir la erosión del suelo y mejorar la eficiencia del consumo de agua mediante la aplicación mínima de labranza y técnicas de cultivo de cobertura;
- reducir los pesticidas químicos y el uso de herbicidas mediante una gestión integrada de plagas y malas hierbas, así como otras prácticas respetuosas con el medio ambiente;
- reducir la pérdida y la descomposición de los alimentos mediante el uso de almacenamiento postcosecha e instalaciones de procesamiento.

El enverdecimiento de la agricultura no implica un rechazo de las tecnologías o prácticas sobre bases ideológicas. Si una tecnología logra mejorar la productividad de los agricultores y no causa daño a la población y al medio ambiente entonces es un elemento de gran importancia para el enverdecimiento.

Aunque los métodos naturales para el tratamiento de plagas y malas hierbas, y las fuentes orgánicas de fertilizantes y semillas se encuentran en un extremo del espectro de una agricultura verde, el uso altamente eficiente y preciso de fertilizantes orgánicos, el control de plagas y las soluciones tecnológicas pueden ser incluidos en el catálogo de las prácticas agrícolas sostenibles.

El Informe de Prospectiva (2011) presenta ideas semejantes ante la necesidad del sistema alimentario mundial de ofrecer mucho más que solo alimentos y seguridad alimentaria en un futuro. Así, el enverdecimiento de una agricultura que depende del empleo de una gran cantidad de insumos, y que tiene un gran impacto ecológico, podría comenzar por hacer uso de los insumos de manera más precisa y eficiente, avanzando gradualmente hacia prácticas agrícolas con un impacto ecológico bajo o nulo.

Para poder medir el éxito del progreso en los objetivos de la transición a una agricultura verde se proponen dos categorías de indicadores en la Tabla 1.

Indicadores de acción	Indicadores de resultado
Número de medidas de políticas decretadas e implementadas, y planes oficialmente aprobados que promueven la agricultura sostenible (incluyendo medidas de política comercial y de exportación, Pago por Servicios Ambientales a través de la agricultura, etc.).	Porcentaje y porción de tierra que se encuentra bajo diferentes formas de agricultura verde (orgánica, buenas prácticas agrícolas -BPA-, conservación, etc.).
Nivel de apoyo gubernamental para alentar a los agricultores a invertir en la transición hacia una agricultura verde y certificar sus explotaciones y productos.	Disminución en el uso de agroquímicos como resultado de la transición a una agricultura verde; número y porcentaje de agricultores que están transitando a una agricultura verde reconvirtiendo su actividad.
Porcentaje del presupuesto agrícola que se destina a la consecución de objetivos medioambientales.	Incremento de la proporción de los Pagos por Servicios Ambientales como un porcentaje del ingreso agrícola total.
Proporción del apoyo disponible al productor que se utiliza para objetivos ambientales como un porcentaje del total del apoyo a los productores agrícolas.	Número de funcionarios de extensión agrícola capacitados en las prácticas de la agricultura verde.
Medidas aprobadas para reducir o eliminar las barreras comerciales en las áreas de tecnología y servicios, que se requieren para una transición hacia una agricultura verde.	Número de empresas establecidas en áreas rurales, especialmente aquellas que producen insumos agrícolas, naturales y locales, para ofrecer oportunidades de empleo no agrícolas.

Tabla 1: Indicadores potenciales para medir el progreso hacia una agricultura verde

2 Retos y oportunidades

La agricultura se encuentra actualmente en una encrucijada. Existen voces que se pronuncian a favor de un cambio en la manera en que los alimentos son producidos y distribuidos para que la población más pobre sea mejor atendida, y el planeta pueda afrontar estos retos en paralelo a las mayores demandas y a resolver cuestiones clave relacionadas con el cambio climático. Esta sección presenta algunos de los principales retos y oportunidades del enverdecimiento de la agricultura.

2.1 Retos

La agricultura se enfrenta a innumerables retos tanto desde la parte de la demanda como desde el abastecimiento. Del lado de la demanda se incluye la producción y distribución segura de los alimentos, el constante crecimiento demográfico que provoca la volatilidad del consumo ocasionado por un incremento en los ingresos per cápita y la presión creciente de los biocombustibles. Por parte del suministro, la disponibilidad limitada de la tierra, el agua, los insumos minerales

y el trabajo rural, así como la creciente vulnerabilidad de la agricultura ante los nuevos escenarios de cambio climático y las pérdidas pre y postcosecha, son los principales retos.

La creciente demanda de alimentos

Los factores más importantes que contribuyen a la demanda alimentaria creciente son: el crecimiento continuo de la población mundial, especialmente en los países en vías de desarrollo (Figura 5), y el aumento en los niveles de ingresos en las economías emergentes. La demanda de carne y alimentos procesados va en aumento con el creciente poder adquisitivo. Se prevé que la actual población mundial de más de 6,000 millones, de los cuales 925 millones se encuentran desnutridos (FAO, 2010), alcanzará entre los 8,500 y 9,000 millones en 2050, y se espera que los ingresos per cápita aumenten tanto como por un factor de 20 y 14, en India y China, respectivamente. La Figura 6 muestra que las poblaciones rurales están migrando cada vez más a zonas urbanas y periurbanas en los países en vías de desarrollo. Esto tiene consecuencias para la demanda

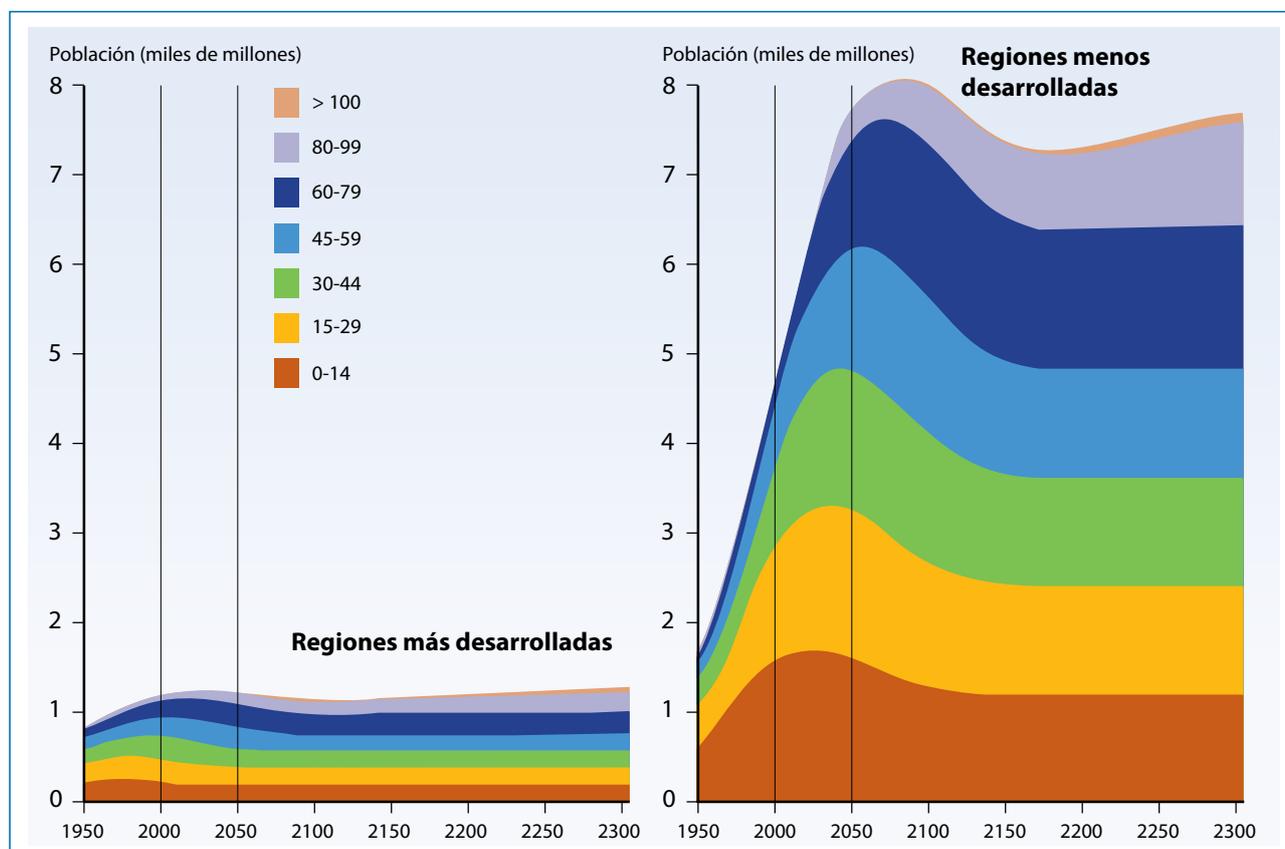


Figura 5: Distribución de la población por edad en las regiones más desarrolladas y menos desarrolladas (1950-2300)

Fuente: UN ESA, Población mundial hacia el 2300. Disponible en: <http://www.un.org/esa/population/publications/longrange2/WorldPop2300final.pdf>

alimentaria en las cadenas de suministros del 'campo a la mesa' debido a que la dieta de los habitantes que viven en las ciudades muestra una creciente proporción de alimentos procesados. La perspectiva de la expansión de la población humana casi en una tercera parte para 2050, combinada con un incremento previsto en la demanda per cápita de productos cárnicos, lácticos y vegetales, requiere de esfuerzos centrados en aspectos geográficos y un cambio en los patrones de la producción agrícola.

La demanda competitiva por los biocombustibles

El creciente interés en producir la primera generación de biocombustibles líquidos para mejorar y reemplazar a los de origen fósil está relacionado con una mayor demanda de almidón, azúcar y productos alimenticios oleaginosos. Por ejemplo, la producción de etanol y combustibles de biodiesel se basan predominantemente en las reservas de alimentos de productos básicos alimentarios como el maíz, la caña de azúcar, la soya, la colza, el girasol y el aceite de palma, entre otros. A pesar de las crecientes preocupaciones éticas, ambientales y económicas que rodean el consumo de este catálogo de alimentos básicos para la producción de biocombustibles, existe un gran interés público y privado por potenciar su desarrollo. No obstante, estas nuevas formas de producción de energía competirán con el resto de cultivos alimenticios por la tierra, el agua y los nutrientes. La Figura 7 muestra los precios de los alimentos en relación con los precios del combustible. En la actualidad, esta alineación de los precios de los alimentos y los de la energía es el resultado del costo de los combustibles fósiles utilizados como insu-

mos en la producción de alimentos. Se espera que este patrón se vuelva más marcado como consecuencia de la competencia actual por cosechar alimentos que serán empleados en la producción de biocombustibles.

Como resultado, se están realizando importantes esfuerzos en el diseño de tecnologías que desarrollen biocombustibles de segunda generación. Estos pueden producirse a partir de materias primas de biomasa no alimentaria, como los restos de tala y procesamiento de la madera; poda o cultivos de algas. Estas técnicas permitirían la producción sostenible de combustibles verdes con escasos efectos adversos sobre la seguridad alimentaria. No obstante, se requiere de un análisis mucho más profundo y continuo respecto al grado en el que la transformación de grandes cantidades de materia prima para biocombustibles desplazaría el reciclaje de nutrientes orgánicos provenientes de los residuos de cultivos hacia superficies arables, pastizales y los bosques (Balgopal et al., 2010).

Poca tierra cultivable y escasez de agua

Aproximadamente 1,560 millones de hectáreas, el 12 por ciento del total de tierras del planeta, tienen la consideración de arable y se utilizan para producir cultivos destinados al consumo humano y ganado. Adicionalmente, alrededor de 3,400 millones de hectáreas de pastizales y bosques se emplean para la producción ganadera (Bruinsma, 2009). La productividad agrícola de la tierra arable disponible es extremadamente variada. Los rendimientos del cultivo en países desarrollados son por lo general mucho mayores que los obtenidos en la mayoría de los países en vías de desarrollo.

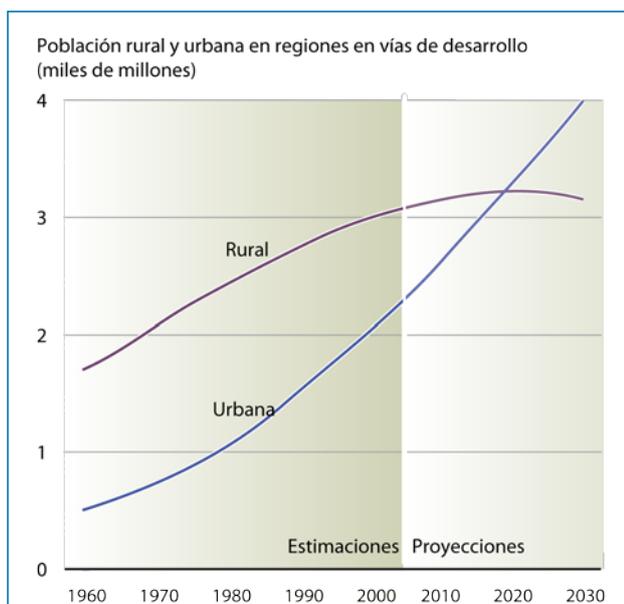


Figura 6: Tendencias de la población urbana y rural en las regiones en desarrollo

Fuente: Nordpil, Ahlenius (2009); United Nations Population Division (2007); World Urbanization Prospects: The 2007 Revision Population Database. Disponible en: <http://esa.un.org/unup/index.asp?panel=1>

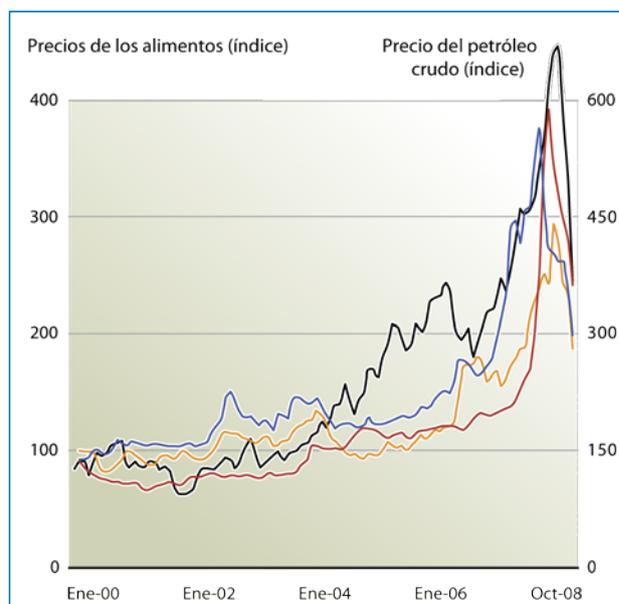
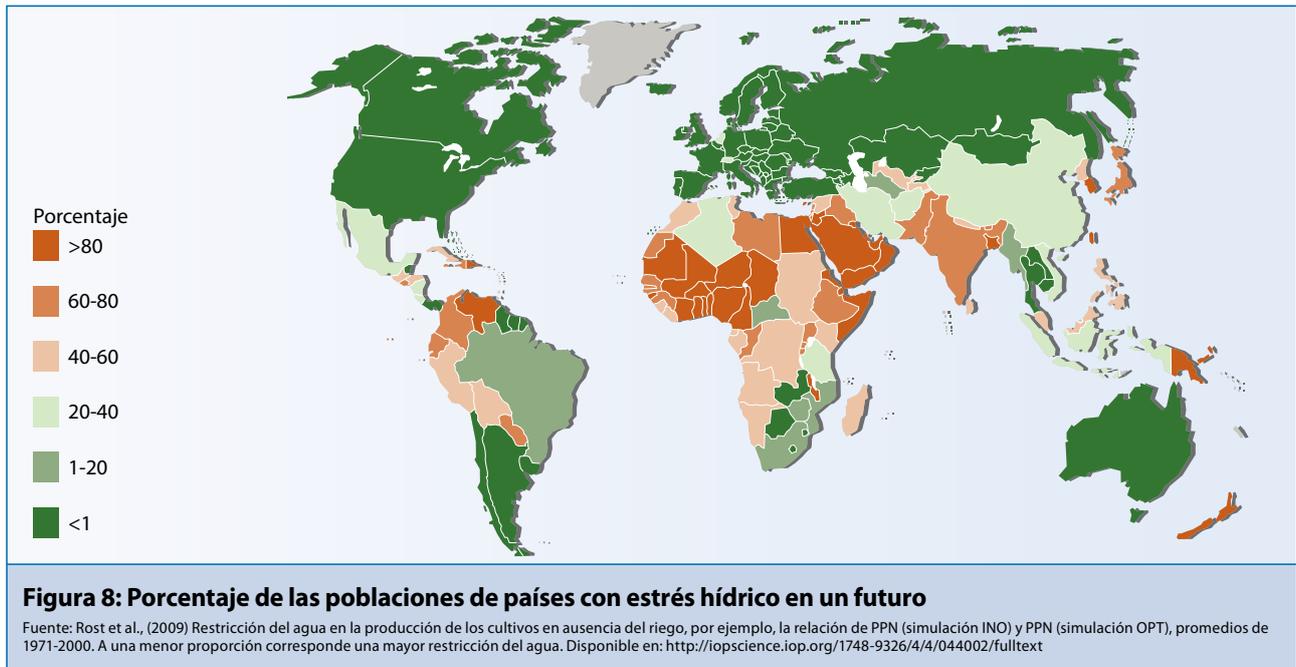


Figura 7: Tendencias de los precios de los productos básicos comparados con las tendencias de los precios del petróleo

Fuente: Nordpil, Ahlenius (2009); Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2008) Precios internacionales de artículos básicos. Disponible en: <http://www.fao.org/es/esc/prices>, FMI 2008. FMI Precios de los productos básicos primarios, datos mensuales de 8 índices de precios y 49 series de precios reales. Disponible en: <http://www.imf.org/external/np/res/commmod/index.asp>



Estas diferencias de productividad son el resultado de diferentes niveles de fertilidad natural del suelo; la aplicación de fertilizantes, pesticidas y herbicidas; la calidad de las especies de plantas y semillas cultivadas; la

disponibilidad y el acceso al agua; la asunción y puesta en valor de un catálogo de buenas prácticas entre los agricultores y el acceso a la información, al crédito y a los seguros de riesgos; así como al grado de mecanización agrícola.

Cuadro 2: Oportunidades para la mejora de los sistemas de saneamiento y del reciclaje de los nutrientes orgánicos

Existe una necesidad crítica de recuperar y reciclar los nutrientes provenientes de corrientes de desechos orgánicos y utilizarlos como insumos de la producción de abono orgánico. De este modo, se podrían obtener cantidades enormes de valiosos nutrientes orgánicos procedentes de la ganadería intensiva, las plantas de procesamiento de alimentos, los residuos verdes municipales y los procedentes del tratamiento de aguas residuales en comunidades rurales y urbanas. Es particularmente importante maximizar la recuperación de los nutrientes fosfóricos de restos orgánicos. El fósforo es esencial para la productividad agrícola y se ha estimado que las reservas mundiales económicamente recuperables pueden agotarse en 100 años (Cordell et al., 2010). Las tecnologías en desarrollo eliminarían agentes patógenos y otros elementos tóxicos de estos flujos de residuos y recuperarían cantidades comerciales de fósforo (Frear et al., 2010). Se espera que el aumento en los costos de los fertilizantes inorgánicos ayude a acelerar la investigación y comercialización de dichas tecnologías de recuperación de nutrientes orgánicos.

Solo una parte limitada de tierra adicional puede ser fácilmente incorporada a la producción agrícola mediante la transformación o la recuperación. A medida que los entornos urbanos van ganando terreno, las tierras arables que rodean las ciudades están siendo transformadas en espacios residenciales y comerciales (Pauchard et al., 2006). Ampliar las áreas de cultivo ya no es la manera más lógica de aumentar la producción (constituyen una excepción, algunas partes del África Subsahariana y América Latina, en donde algunas zonas de sabana podrían ser incorporadas a la producción). Además, el pastoreo excesivo y las condiciones de sequía prolongada están acelerando la desertificación de regiones áridas y semiáridas frágiles. La agricultura ha contribuido al desgaste de la tierra en todas las regiones, aunque es más grave en sistemas productivos de intenso uso de insumos (en particular en el Este de Asia, América Latina, América del Norte y Europa). Las actividades agrícolas representan alrededor del 35 por ciento de la tierra gravemente degradada en el mundo (Marcoux, 1998). Dado el alto riesgo de una mayor deforestación, los países en vías de desarrollo necesitarán afrontar las diferentes brechas en el suministro alimentario mediante el incremento a la par de la productividad y la transición hacia prácticas agrícolas verdes, en vez de buscar una ampliación general de la tierra arable.

El sector agrícola es el consumidor más grande de agua dulce, responsable del 70 por ciento del uso global, incluyendo las escorrentías. La mayor parte de las tierras

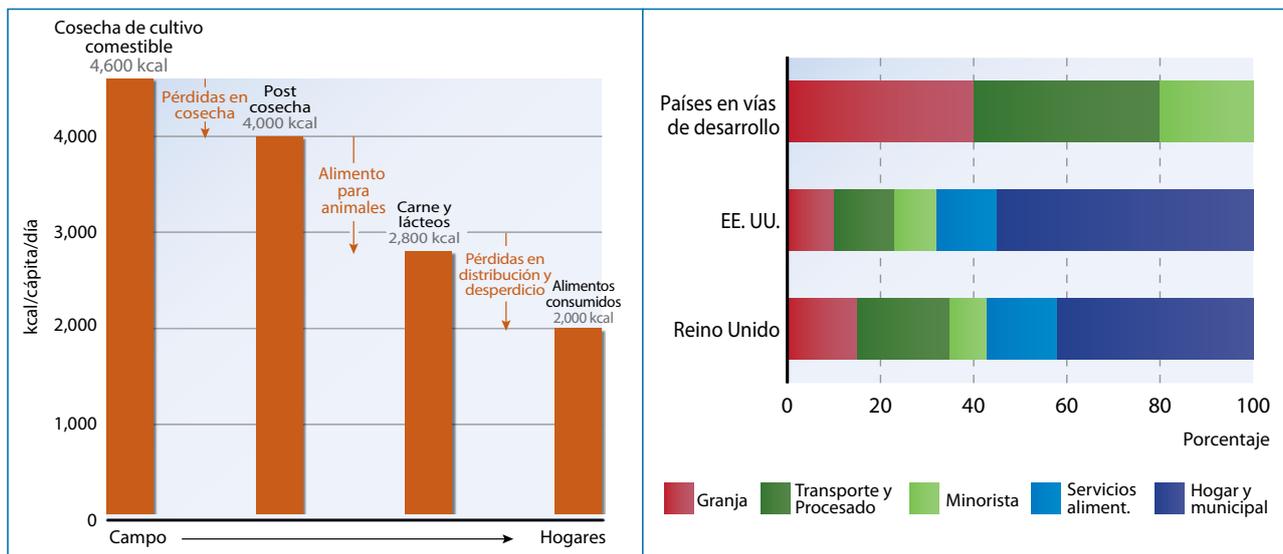


Figura 9a-b: Distribución del total de los residuos alimenticios¹⁰

Fuente: Lundqvist et al.: SIWI (2008). Ahorro de agua: Del campo al consumidor; Reducción de pérdidas y desperdicio en la cadena alimentaria. Disponible en: <http://maps.grida.no/go/graphic/losses-in-the-food-chain-from-field-to-household-consumption>; (Godfray (2010); Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. Disponible en: <http://www.sciencemag.org/content/327/5967/812.figures-only>

de cultivo es de secano y apenas el 24 por ciento de las tierras se cultiva con la ayuda del riego que fluye desde aguas superficiales o acuíferos subterráneos (Portmann et al., 2009). Esta distinción es importante porque los campos irrigados son mucho más productivos y generan casi la tercera parte de la producción agrícola (Falkenmark & Rockstrom, 2004).

La ruptura cada vez mayor de los patrones de precipitación históricos experimentados en muchas áreas del mundo es un motivo de gran preocupación, ya que la agricultura de secano es el sistema de cultivo predominante. El informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) concluyó que muchos de los cambios extremos que han sido observados, como precipitaciones más frecuentes y cada vez más fuertes, y periodos de sequía más largos e intensos están directamente relacionados con el calentamiento global (IPCC, 2007a). Al verse afectada la agricultura de secano, los cambios en las precipitaciones también afectan negativamente a las tasas de recarga de los acuíferos y las cuencas hidrográficas.

El continuo empeoramiento de las condiciones de estrés hídrico sugiere que los esfuerzos por aumentar el uso del riego aumentarán gradualmente los costos de la producción agrícola. Es evidente que las prácticas que aumentan la eficiencia de uso del agua son necesarias para mitigar esta tendencia.

La Figura 8 muestra las proyecciones para el estrés hídrico mundial en el futuro. La figura subraya también la necesidad de una mayor coordinación en el uso del agua a nivel nacional y más allá de las fronteras. En este contexto, la Comisión del río Mekong, que coordina los planes de desarrollo de cuencas hídricas de los Estados

miembros, es una prometedora iniciativa supranacional para la gestión de las cuencas hidrográficas.

Disponibilidad limitada de insumos minerales

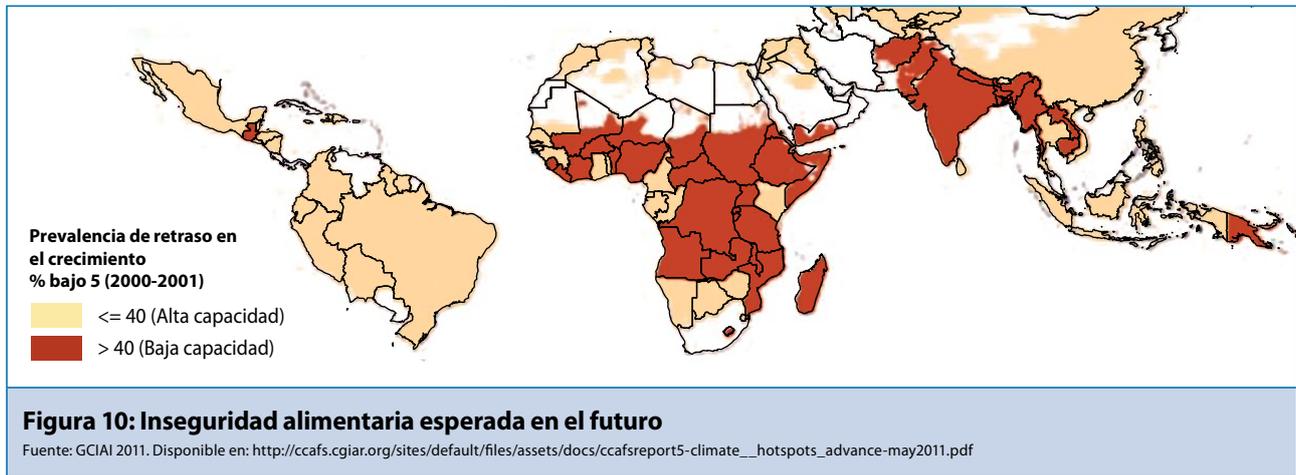
Las prácticas agrícolas industriales dependen de fertilizantes inorgánicos. A su vez, la producción y los precios de estos dependen de la disponibilidad de combustibles fósiles, de minerales y petroquímicos. En este contexto, la demanda de dos minerales importantes en la producción de fertilizantes, potasio y fósforo, ha aumentado; mientras que las reservas de suministros fácilmente obtenibles y de alta calidad, en especial de roca de fosfato, están disminuyendo. Los estimados de longevidad de estas reservas están variando de forma dramática.¹¹

A pesar de ello, solo una quinta parte del fósforo extraído para la producción de alimentos contribuye realmente a los alimentos que consumimos, mientras que el resto contamina las aguas del mundo o se acumula en los suelos o en vertederos urbanos (Cordell et al., 2010¹²). Aunque se espera que los crecientes precios de los fosfatos y otros minerales conduzcan a un aumento en los suministros, incluyendo la recuperación del fosfato proveniente de las plantas de tratamiento de aguas residuales, estos precios probablemente continuarán ejerciendo presión a la alza sobre el costo de los fertilizantes y los precios de los alimentos, lo que afecta

10. Venta al por menor, servicio de alimentos, hogar y municipal es agregado para países en vía de desarrollo.

11. Steen (1998) indica que las reservas de fosfato se agotarán en un 50-100 por ciento a finales del siglo XXI, mientras que Isherwood (2003) sugiere que los suministros podrían durar entre 600-1,000 años.

12. Disponible en: <http://liu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:291760>



de manera desproporcionada el acceso a los alimentos de la población más pobre.

Pérdidas y deterioro postcosecha

Actualmente, el volumen de alimentos producido en el mundo es más que suficiente para alimentar a la población de forma saludable. Sin embargo, cantidades importantes de alimentos producidos en el planeta se pierden o se desperdician después de la cosecha. Como se muestra en la Figura 9b (en la página anterior), en los países en vías de desarrollo esto ocurre principalmente a escala nacional, entre los minoristas y en el ámbito del tratamiento de los alimentos a escala comunitaria. En EE.UU., por ejemplo, se desperdicia alrededor del 40 por ciento de los alimentos producidos, lo cual resulta en la pérdida de todos los insumos implicados en su producción como energía (el equivalente a desperdiciar 350 millones de barriles de petróleo por año), agua (el equivalente a cerca de 40 trillones de litros de agua cada año) y grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas (Hall et al., 2009).

Las pérdidas en los países desarrollados son provocadas por factores como el rechazo de los minoristas a productos por mala apariencia o por un empaquetado deficiente, trayendo consigo el posterior deterioro postventa. Esto último puede representar hasta el 30 por ciento de los alimentos comprados por los distribuidores minoristas. Las pérdidas de alimentos de la postventa minorista tienden a ser menores en los países en vías de desarrollo; en donde se derivan principalmente de la falta de instalaciones de almacenamiento, campos infestados por plagas, una gestión deficiente de los alimentos e infraestructuras de transporte inadecuadas. Por ejemplo, las pérdidas de arroz en países en vías de desarrollo pueden ser de hasta un 16 por ciento del total de la cosecha (Mejía, 2003¹³). Existe, por lo tanto, un amplio margen para el crecimiento de los suministros de alimentos y de la seguridad alimentaria en los países

en vías de desarrollo por medio de inversiones simples y específicas en las cadenas de suministro postcosecha.

Mano de obra rural

El ritmo acelerado de la migración de las poblaciones rurales hacia las áreas urbanas y periurbanas en las regiones en vías de desarrollo (Figura 6) ha propiciado cambios demográficos. Los hombres en edad de trabajar tienen más probabilidades de trasladarse a los entornos urbanos en busca de empleo, con lo que se reduce la mano de obra disponible para el trabajo agrícola. Este éxodo rural ha otorgado a la mujer un papel dominante como minifundista en estas regiones, y más del 70 por ciento de los pequeños agricultores del África Subsahariana son mujeres (World Bank, FAO & FIDA, 2009). Estos cambios demográficos, que a la vez ofrecen oportunidades económicas, han dado mayores responsabilidades adicionales a las mujeres, quienes deben cuidar además de sus hijos y ancianos.

Incremento de la vulnerabilidad de la agricultura como consecuencia del cambio climático

El modelo realizado por el IPCC sugiere que la productividad del cultivo podría aumentar ligeramente en latitudes de medias a altas como consecuencia de incrementos en la temperatura promedio de hasta 1°C a 3°C, según el tipo de cosecha (Easterling et al., 2007). Sin embargo, en latitudes más bajas, especialmente en las regiones tropicales y con episodios de sequía estacional, la productividad del cultivo podría disminuir como resultado de incrementos todavía menores en la temperatura local (1°C a 2°C).

Un mayor calentamiento podría traer consigo cada vez más efectos negativos en todas las regiones. Los escenarios del cambio climático sugieren que para 2080 el número de personas desnutridas se incrementará, sobre todo, en los países en vías de desarrollo (véase la Figura 10) hasta en 170 millones por encima de las cifras actuales. El modelo planteado por el IPCC indica que un crecimiento en la frecuencia de las pérdidas de los cultivos debido a episodios climáticos extremos puede

13. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4751E/y4751e0o.htm>

sobrepasar cualquier efecto positivo de los aumentos moderados de temperatura en regiones templadas (Easterling et al., 2007).

En el Sur de Asia y África Subsahariana, en donde se asientan las personas y explotaciones más pobres, los efectos del cambio climático en la agricultura presentan un panorama desolador. Estudios recientes confirman que África es el continente más vulnerable al cambio climático debido a las múltiples presiones bióticas y abióticas; y a las bajas capacidades de adaptación del continente (IPCC, 2007b). Los rendimientos en Asia Central y el Sur de Asia podrían disminuir en más del 30 por ciento a mediados del siglo XXI (IPCC, 2007a). En las áreas más secas de América Latina, se espera que el cambio climático tenga como consecuencia la salinización y la desertificación de algunos terrenos agrícolas, con lo que se reduciría la productividad de algunos cultivos importantes y la actividad ganadera (IPCC, 2007a).

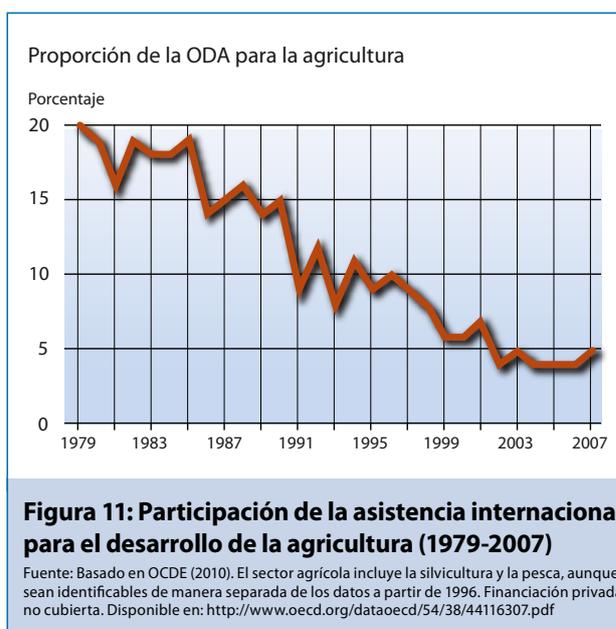
2.2 Oportunidades

Existen muchas oportunidades para la promoción de la agricultura verde. Estas incluyen aumentar la concientización por parte de los gobiernos, despertar el interés de los donadores por apoyar el desarrollo de la agricultura en los LIC, fomentar el interés de los inversionistas privados por la agricultura verde e incrementar la demanda de alimentos producidos manera sostenible.

Concientización por parte de los gobiernos

Los gobiernos, particularmente en los países desarrollados, han adquirido poco a poco conciencia de la necesidad de promover una agricultura más sostenible. Desde mediados de la década de los ochenta, los países de la OCDE han introducido un gran número de medidas políticas que abordan cuestiones medioambientales para el sector de la agricultura. Algunas de estas son específicas, otras son incluidas en programas nacionales y ambientales mucho más amplios. El resultado ha sido que el desarrollo medioambiental de la agricultura ha comenzado a mejorar en países de la OCDE.

La proporción de la tierra arable en el mundo destinada a cultivos orgánicos se ha incrementado de un nivel insignificante en 1990 a alrededor del dos por ciento en 2010, y hasta en un seis por ciento en algunos países. El nivel de erosión del suelo y la contaminación del aire se han reducido; la cantidad de tierra asignada a la agricultura ha disminuido aun cuando la producción ha aumentado, y desde 1990 ha habido mejoras en la eficiencia del uso de insumos (fertilizantes, pesticidas, energía y agua). Sin embargo, los subsidios para el combustible se han consolidado como un desincentivo para lograr una mayor eficiencia energética (OECD, 2008).



Apoyo de donadores para el desarrollo de la agricultura

La Asistencia Oficial para el Desarrollo relacionada con la agricultura (ODA, por sus siglas en inglés), que había registrado una caída constante los últimos 30 años, inició su recuperación en 2006, cuando la actual crisis alimentaria fue más intensa. En la cumbre del G8 de 2009 celebrada en Italia, los países ricos se comprometieron a aportar 20,000 millones de dólares para la agricultura de los países en vías de desarrollo. No obstante, existe una necesidad apremiante de garantizar que estas inversiones como dijo el Secretario General de Naciones Unidas (ONU), Ban Ki-moon, "traigan vida nueva a la agricultura, que permita mejoras en el rendimiento sostenible con un mínimo de daños al medio ambiente y una contribución a los objetivos de desarrollo sostenible".¹⁴ En fechas recientes, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), el Banco Mundial, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) y el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) han propuesto en conjunto, los principios para inversiones agrícolas responsables.¹⁵

Alicientes para el financiamiento privado

El acceso preferencial al crédito y al capital de inversión es uno de los incentivos más importantes para catalizar la transición hacia una agricultura más verde. El número, volumen y tasa de retorno de los Fondos Soberanos de Inversión (FSI), los fondos de pensiones, las acciones

14. Ban Ki-moon. (2010). Cobertura mediática de su declaración: disponible en <http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=26670>, recuperado el 26 de enero de 2011.

15. Estos Principios están disponibles en: http://siteresources.worldbank.org/INTARD/214574111138388661/22453321/Principles_Extended.pdf

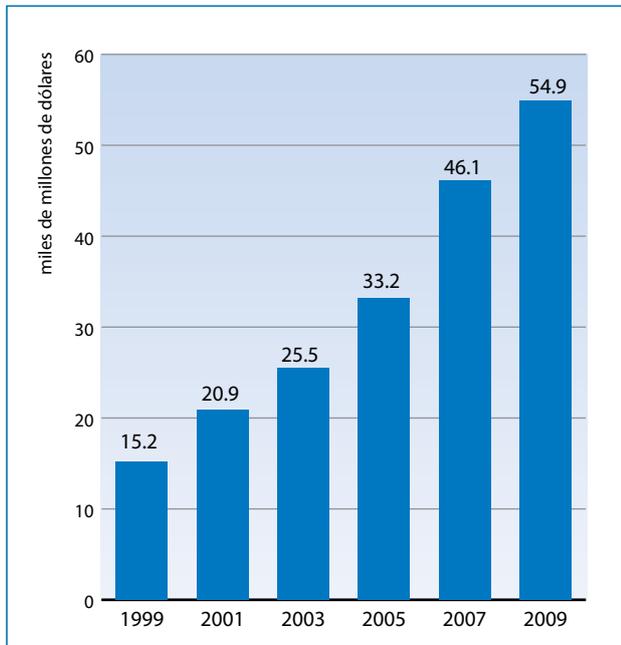


Figura 12: El comercio global de alimentos y bebidas orgánicas (1999-2009)

Fuente: Preparado por Asad Naqvi, Pratyancha Pardeshi basado en información de Sahota, A. (2009)

privadas y los fondos de cobertura con inversiones en la agricultura, se están incrementando (McNellis, 2009). Las principales instituciones financieras están ampliando sus carteras verdes para ofrecer créditos a compañías fabricantes y comerciantes de productos que permiten un uso más eficiente de los insumos agrícolas, y están apoyando la entrada de empresas privadas innovadoras (véase el Cuadro 3). El sector público, particularmente en los países en vías de desarrollo, tendría que apoyar mecanismos financieros (por ejemplo, los fondos de garantía de préstamos) que refuercen múltiples más grandes de préstamos de capital privado a pequeños productores que necesitan capital activo para prácticas de agricultura sostenible.

Incremento en la demanda de alimentos sostenibles por parte del consumidor

Durante los últimos años, la demanda de alimentos producidos de manera sostenible ha aumentado con rapidez. Los patrones de adquisición de productos procedentes del comercio justo se han mantenido firmes a pesar de la crisis económica mundial. En 2008, las ventas globales de productos de comercio libre excedieron los 3,500 millones de dólares. Datos recogidos por el Centro de Comercio Internacional (CCI) y el Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica (FiBL) muestran que los principales mercados de alimentos y bebidas orgánicos se ampliaron en promedio del diez

Cuadro 3: Las innovaciones en la cadena de suministro agrícola incrementan el valor para el accionista y para la sociedad

Para los inversionistas, la exposición del riesgo del agua se materializa cada vez más para mitigar el riesgo de inversión en compañías. Por ejemplo, Gestión de Activos Robeco invierte en empresas convencionales y las alienta, a través de un diálogo activo, a implementar políticas y prácticas innovadoras que mitiguen los riesgos derivados de la escasez de agua, que afectan sus operaciones y reputaciones. De esta manera, también anima a las empresas a encontrar soluciones que puedan mejorar su desempeño, aumentar el valor para los accionistas y, por tanto, contribuir a largo plazo en la construcción y el mantenimiento de una economía verde.

El algodón, uno de los cultivos más dependientes del agua, es el foco de atención de un diálogo con las empresas de la industria textil que busca desarrollar objetivos de eficiencia hídrica y adoptar prácticas sostenibles en la cadena de suministro. A través de la Iniciativa para un Mejor Algodón (BCI), se creó una plataforma para el intercambio de experiencias sobre el uso de tecnologías de riego eficientes, programas educativos para los agricultores sobre la reducción del uso de pesticidas, así como la aprobación de esfuerzos de abastecimiento más transparentes.

Fuente: Basado en información de Robeco Asset Management recibida a través de Lara Yacob, Senior Engagment Specialist (2010)

al 20 por ciento anual entre 2000 y 2007, y alcanzaron los 54,900 millones de dólares en 2009. Esta cifra no incluye los mercados de fibra orgánica, cosméticos y otros artículos de lujo. Dicha demanda ha llevado a las tierras de cultivo gestionadas de manera orgánica a un crecimiento similar. Aproximadamente 32.2 millones de hectáreas son cultivadas en el mundo de manera orgánica. Además, a partir de 2007, productos orgánicos silvestres han sido recolectados sobre unos 30 millones de hectáreas.

3 Caso económico para el enverdecimiento de la agricultura

Tanto la agricultura convencional como la tradicional generan una presión importante sobre el medio ambiente, aunque ésta se ejerce de diferentes maneras. Con puntos de partida muy distintos, los caminos hacia una agricultura verde variarán sustancialmente y tendrán que ser sensibles a las condiciones ambientales, sociales y económicas. La agricultura industrial necesita reducir su dependencia de los combustibles fósiles, el agua y otros insumos. Tanto pequeñas y grandes explotaciones pueden beneficiarse del reciclaje de nutrientes dentro las instalaciones mediante la reintegración del ganado, que proporciona abono; así como del cultivo de abonos verdes para mejorar y mantener la fertilidad del suelo (IAASTD, 2009a).

3.1 Costo de la degradación ambiental como resultado de la agricultura

Varios estudios han estimado el costo de las externalidades causadas por las prácticas agrícolas actuales, que incluyen externalidades por el uso de insumos como pesticidas y fertilizantes que provocan, por ejemplo, la contaminación de las vías fluviales y las emisiones de la maquinaria agrícola y del transporte relacionado con los alimentos.

Las actividades agrícolas, sin incluir los cambios en el uso de la tierra, producen aproximadamente el 13 por ciento de las emisiones antropogénicas de GEI de todo el mundo. Esto incluye los GEI derivados del uso de fertilizantes inorgánicos, agroquímicos, plaguicidas y herbicidas (las emisiones de GEI resultantes de la producción de estos insumos se incluyen en las emisiones industriales); e insumos energéticos de combustible fósil. La agricultura también produce aproximadamente el 58 por ciento de las emisiones globales de óxido nitroso y aproximadamente el 47 por ciento de metano. Ambos tipos de gases tienen un potencial mucho mayor por tonelada que el CO₂ (298 y 25 veces, respectivamente) sobre el calentamiento global. Además, se prevé que las emisiones de metano provenientes del ganado de todo el mundo se incrementen en un 60 por ciento en 2030, atendiendo a las prácticas y patrones de consumo actuales (Steinfeld et al., 2006). Se ha estimado que la expansión de tierras agrícolas a expensas de los bosques representa un 18 por ciento adicional del total de las emisiones antropogénicas de GEI en todo el mundo (IAASTD, 2009a; Stern, 2007).

Un estudio de Jules Pretty et al., (2001) estimó que los costos anuales de las externalidades agrícolas eran de 2,000 millones de dólares en Alemania, y de 34,700 millones en los EE.UU. Esto equivale a entre 81 y 343 dólares anuales por hectárea de pastizal o tierra arable. En Reino Unido, los costos totales por externalidades ambientales, incluyendo el transporte de alimentos de las explotaciones a los mercados, y de ahí a los consumidores, han sido calculados en 5,100 millones de libras anuales para el período 1999-2000, un costo superior a los ingresos anuales netos de las explotaciones (Pretty et al., 2005). En China, se han estimado que las externalidades por plaguicidas aplicados solamente en métodos de cultivo de arroz suman 1,400 millones de dólares anuales en costos de salud para la población y en efectos adversos para la biodiversidad dentro y fuera de las explotaciones (Norse et al., 2001). El censo de contaminación nacional en China reveló que la agricultura era una mayor fuente de polución del agua que la industria, con 13.2 millones de toneladas de contaminantes emitidos (Censo de contaminación nacional de China, 2007; The New York Times, 2010). En Ecuador, la tasa de mortalidad anual en las remotas altiplanicies como consecuencia del uso de plaguicidas se encuentra entre las más altas del mundo: 21 muertos por cada 100,000. Los beneficios de los sistemas basados en el Manejo Integrado de Plagas (MIP), cuyo objetivo es eliminar estos efectos, son cada vez más favorables (Sherwood et al., 2005). El deterioro de la tierra le está costando a diez países de Asia una pérdida económica de alrededor de 10,000 millones de dólares, el equivalente al siete por ciento de su PIB agrícola combinado (FAO, 1994).

Al mismo tiempo, y como resultado de la gestión deficiente del uso de fertilizantes durante la última mitad del siglo pasado, el contenido fosfórico en los sistemas de agua dulce se ha incrementado, al menos, en un 75 por ciento, mientras que el flujo de fósforo a los océanos ha aumentado a, aproximadamente, diez millones de toneladas anualmente (Bennett et al., 2001; Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005; Rockström et al., 2009). Los efectos combinados de la contaminación del agua por fosfato y nitrógeno, en gran parte relacionados con el uso de fertilizantes, son la causa principal de la eutrofización, es decir, del aumento de los procesos naturales de fertilización inducidos por el ser humano, y que estimulan el crecimiento de algas que absorben el oxígeno disuelto requerido para man-

tener las reservas de peces (Smith & Schindler, 2009). Los costos estimados de la eutrofización, solo en los EE.UU., ascienden a los 2,200 millones de dólares anuales (Dodds et al., 2009).

No todas las externalidades agrícolas han sido cuantificadas y, por tanto, los cálculos anteriores probablemente subestiman el costo total para la sociedad. La agricultura convencional, por ejemplo, es causante de millones de casos de envenenamiento por pesticidas cada año, que dan como resultado más de 40,000 muertes (FAO-OIT, 2009). Es importante señalar que la mayoría de estos casos están sin reportar.

Los agricultores que utilizan insumos agrícolas químicos y/o sintéticos se encuentran considerablemente más endeudados, en especial en los países en vías de desarrollo (Eyhorn et al., 2005; Shah et al., 2005; Jalees, 2008). Por ejemplo, en India Central, los productores de algodón compraron insumos con préstamos a tasas de interés anual de entre el diez y el 15 por ciento (de sociedades cooperativas) a más del 30 por ciento (de prestamistas privados). Por el contrario, aquellos involucrados con la agricultura orgánica son mucho menos proclives a adquirir préstamos debido a que sus costos de producción son menores y hacen un mayor uso de insumos producidos dentro de la misma explotación (Eyhorn et al., 2005). Aunque existe una diferencia de opinión sobre este tema, Jalees (2008) ha argumentado que la principal causa de la elevadísima tasa de suicidio entre los agricultores indios son las obligaciones contraídas por los intereses sobre los costos del capital de trabajo (por ejemplo, fertilizantes, pesticidas y semillas transgénicas).

La siguiente sección presenta algunas estrategias de inversión dentro y fuera de las explotaciones que ayudarán a minimizar, eliminar y revertir gradualmente los costos económicos que se derivan de las actuales formas predominantes de agricultura.

3.2 Prioridades de inversión para el enverdecimiento de la agricultura

Inversiones en Investigación y Desarrollo (I+D), y agronegocios

Una de las razones principales para la adopción a gran escala de la Revolución Verde, que ha aumentado enormemente la productividad agrícola, fue, en primer lugar, el nivel de inversión pública, seguida de la inversión privada en I+D, así como la consiguiente difusión y aplicación comercial de los resultados. Estos beneficios fueron logrados también mediante la introducción del riego y una mayor implantación de insumos agroquímicos inorgánicos. Se requiere de una nueva oleada de inversión para desarrollar, implementar y difundir tecnologías de uso eficiente de recursos, insumos agrícolas,

prácticas de cultivo, y variedades de semillas y ganado que puedan contrarrestar las externalidades ambientales asociadas a esta revolución.

La Evaluación Internacional de las Ciencias y Tecnologías Agrícolas para el Desarrollo señaló que el retorno de inversión (ROI) en conocimiento, la ciencia y la tecnología agrícola (CCTA) a lo largo de productos básicos, países y regiones es en promedio alto (40-50 por ciento) y no ha disminuido con el tiempo. Es incluso más elevado que la tasa a la que muchos gobiernos pueden ofrecer préstamos de dinero (Beintema & Elliot, 2010). La tasa comercial de retorno, no obstante, no debería ser el único determinante a la hora de decidir inversiones en I+D para la transición a una agricultura verde. La tasa de retorno social sería considerablemente más alta si las comunidades rurales pudieran monetizar adecuadamente los ecosistemas, los medios de subsistencia y los beneficios socioculturales que se derivarían de la adopción de prácticas agrícolas y gestión de la tierra más ecológicas (Perrings, 1999).

Las investigaciones para mejorar el rendimiento de los procesos biológicos de fijación de nitrógeno, la mejora de plantas, ganado y especies acuáticas para optimizar su rendimiento y su resistencia adaptativa; y el desarrollo de los cultivos perennes de cereales, permitiría una reducción significativa de energía, agua y fertilizantes necesarios para el cultivo de granos básicos. Dichas investigaciones pueden necesitar décadas para producir variedades con estos atributos benéficos que sean comercialmente viables. Sin embargo, los efectos serían significativos en términos de creación de alternativas para futuras generaciones a la dependencia de fertilizantes desarrollados a partir de combustibles y una adaptación al cambio climático previsto.

Gestión Biológica de Sanidad de Plantas y Animales (PAHM)

Los experimentos de campo a partir de prácticas PAHM mejoradas han dado como resultado una creciente rentabilidad de las explotaciones. Diversas estrategias de cultivo intercalado utilizan emisiones bioquímicas de especies de plantas seleccionadas para atraer o repeler a diferentes insectos, nematodos y otras plagas. Una de técnicas más efectivas de control biológico es la conocida como *push-pull*, que implica un cultivo intercalado, por ejemplo, de ciertas especies de leguminosas y gramíneas junto al maíz. Los aromas son producidos por las leguminosas sembradas en el perímetro de un campo repelente (*push*) de plagas de maíz, mientras que otras compuestos volátiles emitidos por las gramíneas atraen (*pull*) a los insectos para que depositen allí sus huevos en lugar del maíz.

La implementación de la técnica *push-pull* en el Este de África ha aumentado significativamente los rendi-

mientos del maíz, y el cultivo combinado de cosechas con especies vegetales fijadoras de nitrógeno ha enriquecido el suelo y ha proporcionado a los agricultores alimento para el ganado. Con el aumento de las actividades ganaderas, los agricultores son capaces de producir productos cárnicos, leche y otros lácteos; al tiempo que han utilizado el estiércol como abono orgánico que devuelve los nutrientes a las tierras. En actividades de agricultura a pequeña escala, la capacidad de sostener al ganado para la obtención de carne, leche o emplearlo como tracción animal es un beneficio adicional importante de esta estrategia (Khan et al., 2008).

Un análisis económico realizado en ensayos sobre *push-pull* en el Este de África con 21,300 agricultores reveló una relación costo-beneficio de 2.5 a uno (Khan et al., 2008). Los ingresos devueltos por rendimiento laboral fueron de 3.7 dólares diarios por persona aplicando este método en contraposición con el dólar diario por persona obtenido mediante prácticas previas realizadas en monocultivo de maíz. El ingreso bruto oscila entre 424 y 880 dólares por hectárea en un cultivo *push-pull* y entre 81.9 y 132 dólares por hectárea en un monocultivo de maíz. Se está experimentando sobre terreno con sistemas similares para otros cultivos y es probable que se obtengan tasas de retorno comparables.

Otro ejemplo de prácticas PAHM ha sido desarrollado en Camerún. En este caso (Dieu et al., 2006), los agricultores de cacao recibieron formación en la poda, la regulación de luz y los métodos de recolección fitosanitarios, los cuales mantuvieron de manera efectiva rendimientos comparables con los de las prácticas convencionales que utilizan aplicaciones múltiples de fungicidas. Los agricultores que aplicaron estas técnicas usaron un 39 por ciento menos de fungicidas. Aunque los costos de mano de obra se incrementaron en un 14 por ciento, los costos totales de producción disminuyeron en un 11 por ciento en relación a las prácticas convencionales. Mediante la introducción de la agricultura verde en los métodos que dependían de una mano de obra más experimentada, una proporción mayor del total de los costos de producción del cacao fue pagada a los trabajadores dentro de una comunidad local. Las importaciones de fungicidas químicos también se redujeron con el consecuente ahorro en divisas. Los beneficios adicionales incluyeron la disminución de costos de salud y una menor contaminación ambiental (Velarde, 2006).

Las inversiones en PAHM tendrían que centrarse en la investigación, la capacitación y las inversiones en procesos naturales en la gestión de plagas que defiendan, destruyan y se encarguen de los muchos organismos que ponen en peligro la producción agrícola. Si bien existe una amplia gama de prácticas de control biológico naturales y de bajo costo que mejoran la capacidad de las plantas y el ganado para resistir y suprimir las ten-

Cuadro 4: Costo de la capacitación de los pequeños agricultores en las prácticas de la agricultura verde

En un informe reciente sobre la agricultura orgánica, el Banco Asiático de Desarrollo llegó a la conclusión de que el costo de la transición de pasar de las prácticas agrícolas convencionales a las prácticas orgánicas, incluyendo el costo de la certificación, fue para los agricultores de 77 a 170 dólares por trabajador para un tamaño medio de explotación de una hectárea (ADB, 2010). El costo de capacitación se estimó entre seis y 14 dólares/agricultor. Éste es bastante modesto en comparación con la inversión total requerida para sacar a los agricultores de la pobreza (una inversión aproximada de 554 y 880 dólares, según el Banco Mundial (World Bank 2008a). No obstante, existen aún costos adicionales. Estos costos se refieren a la puesta en marcha de políticas que permitan la I+D, los vínculos de mercado y la creación de sistemas de incentivos del lado de la oferta y la demanda. Dichos costos no pueden ser subestimados y requieren naturalmente de apoyo multilateral y bilateral en el ámbito internacional.

siones bióticas y combatir plagas, durante las últimas décadas ha habido un aumento sustancial de esfuerzos de financiamiento privados y, en un grado mucho menor, públicos para desarrollar cultivos genéticamente modificados (transgénicos) y de esta manera resolver los problemas de plagas y malas hierbas. Tras el éxito inicial, existen cada vez más pruebas de que muchas plagas y malezas desarrollan resistencias a los cultivos de OMG. El informe IAASTD (2009a) recomendó que debería incrementarse la investigación sobre las cuestiones ecológicas, económicas y sociales relacionadas con el uso generalizado de cultivos transgénicos, especialmente en el sector público de I+D, cuyos avances científicos podrían estar a disposición de manera más amplia y equitativa en los países en vías de desarrollo.

La Tabla 2, en la siguiente página, presenta pruebas seleccionadas de los costos y beneficios de las estrategias de PAHM, cuyo desarrollo reducen los costos de insumos de los agricultores y su exposición a químicos peligrosos a la vez que sostienen de forma efectiva rendimientos de cultivo productivos. Las prácticas de PAHM también reducen o sustituyen el uso de insecticidas químicos que, a menudo, matan insectos que no estaban contem-

Estrategia	Cultivo y país	Costos	Beneficios	Tendencias en los ingresos y las ganancias después de incluir los costos adicionales de enverdecimiento
Cultivo intercalado	Maíz intercalado con <i>Desmodium uncinatum</i> , África Oriental (Khan et al., 2008).	La mayoría de los costos están asociados a costos adicionales de mano de obra.	El aumento del rendimiento del grano de maíz osciló entre el doble y cinco veces más en parcelas que utilizan estrategias de empuje y atracción (<i>push-pull</i>) que en parcelas de monocultivo. Los niveles de pesticidas se redujeron significativamente y, en algunos casos, fueron completamente eliminados. Las reducciones oscilan entre el 75 por ciento y el 99 por ciento.	La relación costo-beneficio es de 2.5 a uno utilizando la estrategia <i>push-pull</i> . Los ingresos brutos con la estrategia <i>push-pull</i> fueron de 424-880 dólares/ha en comparación con los 82-132 dólares/ha utilizando una estrategia de monocultivo del maíz.
Gestión de plagas	La avispa depredadora para combatir el insecto de la yuca en África (Norgaard, 1988). Cacao en Camerún (Dieu et al., 2006).	El costo de introducción de la avispa en los países de África con cultivo de yuca (1978-2003) se estima en 14.8 millones de dólares. Esto incluye la investigación y los costos de distribución. En cuanto al cacao, el MIP significó un aumento del 14 por ciento en los costos de mano de obra. Sin embargo, los costos totales de producción descendieron en un 11 por ciento debido a la reducción del uso de fungicidas.	La introducción de la avispa depredadora ayudó a evitar el 60 por ciento de las pérdidas causadas por la cochinilla de yuca. En la plantación de cacao, el MIP redujo los costos de los fungicidas en un 39 por ciento.	Una relación costo-beneficio de 149 a uno de la estrategia de la avispa depredadora en los países de África con cultivo de yuca, 1978-2003. La reducción en los costos de los fungicidas tendiente a la obtención de rendimientos similares puede llevar a un incremento de la rentabilidad para los agricultores.
Biopesticidas	Esporas de hongos para combatir a los saltamontes en los cultivos de maíz, yuca, frijol y maní en Benin (De Groote et al., 2001).	El costo estimado de una intervención efectiva fue de cuatro dólares/ha.	La mortalidad acumulada de saltamontes después de 20 días de fumigación fue superior al 90 por ciento.	Los biopesticidas tienen costos menores y mayores beneficios por los daños evitados. La pérdida de utilidades a causa de los saltamontes puede alcanzar el 90 por ciento en semillas de frijol y el 33 por ciento en el maíz.

Tabla 2: Evidencias sobre los beneficios y costos de la gestión sanitaria de plantas y animales

plados. Muchas de las especies eliminadas por error mediante dichos insecticidas tienen una función benéfica ambiental y agrícola como polinizadoras y depredadoras de otras plagas, y forman parte además de la cadena alimenticia natural.

Las evidencias presentadas en la Tabla 2 muestran que todas las participaciones de la PAHM son altamente rentables. El cultivo intercalado es una estrategia particularmente útil y con un alto índice de costo-beneficio de 2.5 a uno. Comparados con las estrategias de monocultivo, las técnicas de *push-pull* y de cultivo intercalado implican un aumento en el uso de mano de obra, aunque los rendimientos son de más del 200 por ciento.

Del mismo modo, las estrategias de control de plagas que incluyen la introducción de nuevas especies depredadoras en África para combatir las pérdidas por la cochinilla han probado ser extremadamente efectivas. Los costos más importantes se asocian con el desarrollo de la investigación y la extensión, pero el aumento resultante de la producción efectiva y la disminución de las pérdidas postcosecha contribuyen a obtener aumentos en el orden de la magnitud de los rendimientos. A diferencia de *push-pull*, estos tipos de estrategias suelen ser ges-

tionados en uno o entre varios países, y de esta manera beneficiarse de la escala, a la vez que se proporcionan retornos a todos los agricultores sin importar su tamaño o sus posibilidades de inversión en control de plagas.

Ampliación de la adopción de la agricultura verde por medio de alianzas con las compañías agroindustriales líderes

Un reducido número de corporaciones controla una gran parte de la agroindustria en todo el mundo. Las cuatro compañías de semillas más grandes poseen más de la mitad del mercado comercial de semillas (Howard, 2009); las diez corporaciones más grandes (cuatro de las cuales están entre las diez compañías de semillas más importantes) controlan juntas el 82 por ciento del negocio de los pesticidas. La participación de las diez corporaciones más importantes en el mercado global de la industria alimentaria es del 28 por ciento, y las 15 compañías más importantes de supermercados representan más del 30 por ciento de las ventas globales de alimentos (Emmanuel & Violette, 2010). Las decisiones de inversión de estas 40 compañías tienen el poder de determinar, en gran medida, la manera en que el sector agrícola mundial podría apoyar y alentar prácticas agrícolas verdes y sostenibles.

Al implementar una transición verde de las principales operaciones de negocio y de las cadenas de suministro, estas corporaciones pueden ser actores de suma importancia para el impulso de la transición a una agricultura más verde. Además, pueden proporcionar inversiones para desarrollar e implementar estrategias viables para garantizar la seguridad alimentaria mundial, basadas en el uso óptimo de insumos inorgánicos y la creación de capacidades para el reciclaje de nutrientes en las explotaciones. La inversión en la concientización del consumidor acerca de los beneficios de los productos agroalimentarios sostenibles es otra área que ofrece ventajas tanto al medio ambiente como a estos negocios. Uno de los desarrollos más prometedores en el área de la agroindustria y las asociaciones con ONG para promover la agricultura verde es el Laboratorio Sostenible de Alimentos.¹⁶

Reforzar las cadenas de suministro para productos verdes e insumos agrícolas

La demanda de productos elaborados de forma sostenible se está incrementando, aunque se concentra en los países desarrollados. Las inversiones en el desarrollo de nuevos mercados en países en vías de desarrollo y la expansión de los mercados existentes en los países desarrollados podrían (I) crear nuevas oportunidades de empleo altamente redituables para sectores agrícolas y no agrícolas (por ejemplo, auditores de certificaciones); (II) reducir las cadenas de suministro desde las explotaciones a los mercados, para ofrecer así mejores precios a los agricultores en estos países; y (III) ayudar a mantener precios especiales, que oscilan entre el diez por ciento y más del 100 por ciento sobre una variedad de alimentos producidos de forma convencional (Clark & Alexander, 2010). Un reto importante en este aspecto es la demanda por parte del consumidor de alimentos menos costosos y una alta elasticidad de la demanda asociada a los sobrepuestos de los alimentos orgánicos y otros productos. Se ha comprobado que en tanto que los ciudadanos cuentan con un mayor volumen de ingresos y disponen de información de calidad, rigurosa y fiable sobre los beneficios que conlleva el consumo de estos productos, estarán dispuestos a pagar por alimentos más sostenibles y producidos de forma ética (como el comercio justo, por ejemplo). De este modo, se cubrirían la totalidad de los costos de producción.

En muchos países, la disponibilidad limitada de cantidades sustanciales de fertilizante natural y productos fitosanitarios es un obstáculo importante para implementar y extender prácticas agrícolas sostenibles. En la mayoría de las regiones agrícolas, se requiere de un compostaje de materia orgánica a gran escala y la re-

cuperación de estiércol del ganado para convertir éste en un subproducto comercial a modo de abono orgánico. Las inversiones en la producción, suministro y comercialización de materiales no sintéticos e insumos naturales para la agricultura no solo ofrecerán rendimientos competitivos, sino que también ayudarán a establecer nuevos negocios a pequeña escala en las zonas rurales.

El grueso y el volumen de los fertilizantes orgánicos necesarios para aplicaciones equivalentes a las de fertilizantes inorgánicos, hace que no sean rentables, por ejemplo, a la hora de buscar nuevos mercados y transportar estos subproductos a distancias largas, por lo que es necesario aumentar las capacidades de producción de compostaje desde un ámbito más local y regional.

Mecanización de las explotaciones y almacenamiento postcosecha

La mecanización de pequeñas y medianas explotaciones incrementaría significativamente la productividad agrícola y sería un elemento de apoyo para esta transición verde de las prácticas de cultivo. El nivel de acceso a nuevos equipos de mecanización agrícola (tanto de tracción animal como de tecnología moderna basada en combustibles) determinará de manera importante los niveles de productividad alcanzables por unidad de trabajo y terreno. El uso de (I) máquinas para el cultivo que sean de consumo energético más eficiente que incorporan residuos de plantas en la tierra para incrementar su fertilidad; (II) sembradores directos de labranza cero o nula para una óptima uniformidad de la siembra y una perturbación mínima de la superficie arable; (III) sistemas de aplicación de precisión para el uso más eficiente de agroquímicos; (IV) riego por goteo e hidropónico, y (V) actividades cosecha y postcosecha que incluyan el procesamiento de los productos agrícolas y los subproductos, son esenciales para la mecanización verde. (Rodulfo & Geronimo, 2004).

Dado que para operar la mayoría de las actuales tecnologías de mecanización precisan de combustibles tradicionales o de energía eléctrica, y que el incremento de los precios de los combustibles fósiles es casi inevitable, resulta importante que las fuentes de energía no convencionales como los combustibles de procedencia verde, la generación energética de biogás y el proceso de calor, sean desarrollados y usados en sistemas de mecanización de la agricultura en los países en vías de desarrollo. Aunque en todo el mundo existen ejemplos de tecnologías productoras de bioenergía, en la mayoría de los casos estas tecnologías continúan sin ser competitivas debido a los subsidios y políticas de apoyo que se desarrollan para la producción de combustibles fósiles.

16. <http://www.sustainablefoodlab.org>.

Además de la mecanización agrícola, que puede afectar negativamente a las oportunidades de empleo en las explotaciones agrícolas, se requiere de inversión fuera de ellas. El envasado y procesado de alimentos en las zonas rurales permitirían nuevos trabajos no agrícolas y podría mejorar el acceso de los productos a los mercados. Sin embargo, la viabilidad del procesado como valor agregado solo sería posible si se cuenta con una infraestructura de transportes que permita un mejor acceso a los centros urbanos, puertos y aeropuertos, y la disponibilidad de mano de obra calificada para operar en las instalaciones de tratamiento de alimentos. En los casos en los que se implementa el procesamiento rural de alimentos, los residuos del procesamiento de alimentos tienen que convertirse en compost o ser transformados en fertilizantes orgánicos para evitar la generación de residuos y devolver los nutrientes orgánicos a los terrenos de cultivo más cercanos.

En cuanto al almacenamiento de las postcosechas, las tecnologías simples con pequeñas inversiones pueden llegar a constituirse como una ventaja competitiva. Los pequeños agricultores con acceso limitado al almacenamiento en seco y sanitario, y a instalaciones de refrigeración, sufren pérdidas de alimentos de que pueden oscilar entre un 20 por ciento y más del 30 por ciento de la producción de sus cultivos. Por otra parte, sin sistemas de almacenamiento de cosechas, los agricultores se ven obligados a vender de forma inmediata durante el tiempo de cosecha cuando los precios son mucho más bajos de lo que serían posiblemente meses después de la cosecha (Kader & Rolle, 2004). Las inversiones en almacenamiento postcosecha conllevan múltiples beneficios económicos y de desarrollo (Cuadro 5).

Mejora de la gestión de los suelos y el agua, y diversificación de los cultivos y de la ganadería

Una de las consecuencias más importantes de la agricultura convencional es el rápido agotamiento de la Materia Orgánica del Suelo (SOM, por sus siglas en inglés). La escasa diversificación de los cultivos deteriora los suelos y disminuye sus rendimientos con lo que se incrementan los costos de producción. Diferentes estrategias para una mejora en la gestión de los suelos han sido ya ensayadas en Colombia, Inglaterra, Marrueco, México y EE.UU. Los resultados muestran incrementos en el rendimiento que oscilan entre un 30 y un 140 por ciento. Algunas de estas fórmulas incluyen el cultivo y la reintegración a los suelos de especies forrajeras fijadoras de nitrógeno y cultivos de abono verde como los guisantes, los helechos y los clavos de olor o la paja de arroz, la labranza cero, la siembra de nuevas semillas en zonas residuales de los cultivos, el uso de restos de biomasa o biocarbono (que aún requieren investigaciones para comprender

Cuadro 5: Almacenamiento simple: Baja inversión, alta rentabilidad

Un programa de la FAO, que respaldó la producción y el uso de silos de metal domésticos y comunitarios a escala para el almacenamiento de grano, estimó que los agricultores que invirtieron en los silos fueron capaces de obtener mayores rendimientos económicos de casi tres veces el precio del maíz vendido cuatro meses después de la cosecha, en comparación con el precio pagado durante la cosecha (38 dólares/100 kg de maíz en vez de los 13 dólares/100 kg). Los costos de producción de estos silos de metal fueron de entre 20 dólares por unidad de capacidad pequeña de 120 kg, y de 70 a 100 dólares por unidad de gran capacidad de 1,800 kg en diversos países. La mayoría de los agricultores logró un retorno total de su inversión durante el primer año de uso (Household Metal Silos, FAO; 2008). La FAO sostiene que aunque reducir las pérdidas postcosecha podría lograrse rápidamente, menos del cinco por ciento de la investigación en agricultura a nivel mundial y de la ampliación de los fondos actualmente apunta ya a esta problemática.

Mejoras similares en la reducción de las pérdidas postcosecha son posibles mediante materiales de embalaje con sellado hermético que sean rentables y mediante procesos de mantenimiento para proteger los granos y legumbres de los insectos y la contaminación por moho. Un ejemplo notable del empleo de estas tecnologías es el Sistema de Almacenamiento Mejorado del Frijol Caupí de Purdue (PICS), compuesto de dos bolsas de polietileno y una tercera bolsa exterior de tejido de polipropileno. Los materiales PICS son producidos por varios fabricantes en África Occidental y han demostrado ser un medio de almacenamiento seguro y barato del caupí y otros granos entre cuatro y seis meses e, incluso, por más tiempo (Baributsa et al., 2010).

plenamente su verdadero potencial) y de fertilizantes orgánicos y minerales. La Tabla 3 presenta evidencias de los experimentos de campo realizados en parcelas de Colombia, Inglaterra, Marruecos, México y EE.UU. Los resultados muestran incrementos en el rendi-

Cultivo y país	Costos	Beneficios	Tendencias en los ingresos y las ganancias después de incluir los costos adicionales del enverdecimiento	
Uso de especies forrajeras de fijación de nitrógeno y cultivo de abono verde.	Cultivo de maíz en España y arroz en India, Indonesia y Filipinas. (Ali, 1999; Tejada et al., 2008).	Los costos variaron según los métodos y el país. Los costos por el uso de paja de arroz (como abono verde) variaron desde los 18 dólares/ha en Indonesia y Filipinas, hasta los 40 dólares/ha en India. La azola, un tipo de helecho, utilizada para fijar el nitrógeno y el abono verde representó costos adicionales que van desde los 34 dólares/ha en India, hasta los 48 dólares/ha en Filipinas.	Los rendimientos del cultivo de maíz aumentaron aproximadamente un 40 por ciento en el primer año, cinco por ciento en el segundo año y 20 por ciento en el tercer año. No se observaron incrementos significativos en los rendimientos de los cultivos de arroz en relación con el uso de fertilizantes inorgánicos; no obstante, propiciaron mejoras en el suelo a largo plazo. Los rendimientos del cultivo de maíz aumentaron después del primer año en 28 por ciento, 30 por ciento y 140 por ciento en los últimos tres años del estudio. No se observó impacto alguno sobre los rendimientos del cultivo de soya.	Los ingresos aumentaron aun cuando no hubo diferencias en los costos de emplear abono verde en lugar de fertilizantes inorgánicos para los cultivos de arroz.
Prácticas de siembra directa.	Maíz en México, trigo en Marruecos y cultivos de grano de cereal en Inglaterra. (Baker, 2007; Erenstein et al., 2008; Mrabet et al., 2001). Sorgo y maíz en Botsuana, (Panin, 1995) maíz, sorgo y frijol en Nigeria (Eziakor, 1990). Soya en Australia (Grabski et al., 2009).	Los costos de capital para un sistema de plantación a pequeña escala y siembra directa se estiman entre los 25,000 y los 50,000 dólares (ICARDA). Ningún sistema de siembra directa fue más barato de 156 dólares/ha cuando fue alquilado a un contratista en Inglaterra, en comparación con el alquiler de sistemas de arado. En Botsuana el costo por manutención de un tractor fue de 218 dólares.	Los rendimientos del maíz aumentaron un 29 por ciento y los del trigo un 44 por ciento. No hubo ningún impacto en el total de las áreas cultivadas, los rendimientos del cultivo ni en la producción total resultante en sistemas de labranza tradicionales frente al uso de tracción manual o de animales (Botsuana y Nigeria). Un incremento del rendimiento promedio en los campos de soya del 27 por ciento durante 14 años de sistemas de siembra directa frente a los sistemas de labranza.	Ningún sistema de siembra directa es económicamente rentable, aun después de incorporar los costos de sistemas de labranza cero. (Baker, 2007).
Uso del biocarbón.	Cultivo de maíz intercalado con soya (Colombia) y trigo (EE.UU.). (Galinato et al., 2010; Mayor et al., 2010).	Los costos de producción de biocarbón oscilan entre los 87-350 dólares/tonelada según la fuente de insumos y el modo de producción.	Los rendimientos del cultivo de maíz aumentaron después del primer año en 28 por ciento, 30 por ciento, y en 140 por ciento en los últimos tres años del estudio. No se observó ningún impacto en los rendimientos de los cultivos de soya.	En EE.UU., la producción de trigo aumentó lo suficiente para generar una utilidad de 414 dólares/acre, aunque solamente cuando se utiliza biocarbón de bajo costo. El biocarbón de mayor costo reduce las ganancias.

Tabla 3: Evidencias sobre los beneficios y costos de las estrategias de gestión del suelo

miento que oscilan entre el 30 y el 140 por ciento que son fruto de las estrategias diseñadas para una mejor gestión de los suelos. No obstante, cada estrategia requiere de algunas inversiones adicionales. En el caso de especies de fijación de nitrógeno o el abono verde conllevan costos adicionales ya que precisan de una mano de obra adicional para distribuir el forraje sobre los terrenos y la siembra y el cultivo de abono vegetal. Además, en algunos países, el costo del forraje puede ser considerable ya que puede ser utilizado de forma alternativa para la alimentación de animales. Sin embargo, los incrementos en el rendimiento del cultivo de hasta el 40 por ciento pueden hacer que las inversiones sean rentables para los agricultores.

El uso de la estrategia de un sistema de labranza cero requiere principalmente de nuevos desembolsos de capital, que llegan a ser significativos. En países con mercados desarrollados -para el equipo agrícola- los sistemas de labranza cero pueden resultar menos costosos que en el caso de utilizar maquinaria de labranza, pero en los países en vías de desarrollo la inversión para este concepto puede representar una barrera importante. Las cooperativas de agricultores y los servicios de extensión pueden ayudar a sufragar estos gastos.

La utilización de biocarbón representa una inversión costosa, principalmente debido a su alto costo de producción (87-350 dólares por tonelada según la fuente

de recursos y el modo de producción). Aun cuando puede traer aumentos importantes en los rendimientos del cultivo, la rentabilidad del biocarbono es altamente dependiente de los costos de producción.

Del mismo modo, el uso masivo de agua para el riego está excediendo con rapidez la tasa de recarga hidro-

lógica natural de muchas de las cuencas fluviales del planeta (Johansson et al., 2002; Wani et al., 2009; WWAP, 2003). Prácticas como la inundación de campos, el drenaje escaso y el bombeo excesivo, son elementos de oportunidad para lograr un uso más eficiente y sostenible del terreno y el agua de lluvia (Steinfeld et al., 2006). Algunas de las estrategias sostenibles relacionadas con

Estrategia	Cultivo y país	Costos	Beneficios	Tendencias en los ingresos y las ganancias después de incluir los costos adicionales del enverdecimiento
Cubierta de mantillo	Grano en India (Sharma et al., 1998); Maní en la India (Ghosh et al., 2006).	En el cultivo de maní el costo del mantillo de paja de trigo fue de 58 dólares por hectárea. El cultivo requirió de cinco toneladas de mantillo por hectárea. Las coberturas negras de plástico cuestan mucho más (1.8 dólares/kg versus paja a 0.01 dólares/kg).	Los rendimientos promedio del grano y la paja fueron más altos en los campos que recibieron una cobertura de mantillo de seis toneladas por hectárea: los rendimientos se incrementaron en 130-149 por ciento en el transcurso de tres años. El uso de mantillo de paja de trigo aumentó el rendimiento de vainas de maní de un 17 al 24 por ciento. Tanto la utilización de mantillo de paja de trigo como de coberturas negras de plástico, condujo a incrementos en el rendimiento del 30 al 86 por ciento a lo largo de los campos de prueba.	Para los cultivos de maní, el análisis de rentabilidad mostró que ambos sistemas (paja de trigo y paja de trigo con funda de plástico) obtienen retornos positivos de 92 dólares por hectárea y 42 dólares por hectárea, respectivamente. Para los cultivos de grano, la rentabilidad a largo plazo es posible mediante el uso de la cubierta de mantillo dependiendo de los costos del mantillo.
Surcado al contorno	Grano en China (Li X. et al., 2001).	La técnica usó coberturas de plástico y surcos construidos. Los costos del plástico y el trabajo no están disponibles.	Los rendimientos del maíz aumentaron en entre un 60 y un 95 por ciento durante los años de sequía, entre un 70 y un 90 por ciento en los años lluviosos, y entre el 20 y el 30 por ciento en años muy húmedos.	Los ingresos y los beneficios tienden a ser positivos y a incrementarse, excepto durante años muy húmedos.
Bomba de pedal manual	Alimentos básicos principales, incluyendo la yuca, maíz, arroz y ñame en Ghana (Adeoti et al., 2007 y 2009); y una variedad de semillas, en Zambia (Kay & Brabben, 2000).	Dependiendo de la región, el costo de una bomba de pedal manual en Ghana fue de 89 dólares. Los usuarios tuvieron que pagar adicionalmente la mano de obra. Los costos totales de producción se incrementaron en 162 dólares por explotación en promedio. En Zambia el costo de las bombas de succión osciló entre los 60-70 dólares y el costo de las bombas de presión fue de 10-120 dólares.	En Ghana, los usuarios del sistema de bomba de pedal fueron capaces de producir cultivos múltiples. En Zambia los usuarios de la bomba de pedal fueron capaces de producir tres cultivos por año.	Los ingresos de los usuarios de la bomba de pedal se incrementaron en más del 28 por ciento en Ghana. Sus usuarios ganaron en promedio casi 343 dólares por agricultor por encima de los no usuarios en Ghana. En Zambia los ingresos aumentaron más de seis veces. Los agricultores obtuvieron una ganancia de 125 dólares mediante el riego con cubo en 0.25 hectáreas de tierra a 850-1,700 dólares.
Riego por goteo	Vegetales en Nepal (Upadhyay, 2004). Maíz y vegetales en Zimbabue (Maisiri et al., 2005).	Los agricultores en Nepal tuvieron que pagar, en promedio, 12 dólares por agricultor para un sistema de irrigación por goteo (con entubado perforado y contenedor de agua en suspensión).	La tierra estéril se volvió más productiva en Nepal. No se observaron diferencias significativas en el rendimiento en Zimbabue. El agua utilizada se redujo en un 35 por ciento.	Las mujeres agricultoras en Nepal ganaron 70 dólares adicionales por la venta del excedente de verduras.
Uso de variedades de cultivo de bajo consumo de agua.	Varietades del maíz en 13 países de África Oriental, Meridional y Occidental (La Rovere et al., 2010).	Se invirtieron 76 millones de dólares en la siembra de variedades de cultivo de bajo consumo de agua durante 10 años en estos países.	El incremento del rendimiento promedio se estimó entre el tres y el 20 por ciento.	El incremento del rendimiento del maíz se traduce en 53 millones de dólares. Se estima que la proporción de retornos de inversión es de entre siete y 11 veces más.

Tabla 4: Evidencias sobre los beneficios y costos de las estrategias de la gestión del agua

el uso del agua incluyen, por otro lado, sistemas de riego por goteo, canalizaciones de agua a presión, sistemas de aspersión y el uso de bombas de pedal manuales. De acuerdo con algunos estudios (Belder et al., 2007; Burneya et al., 2009; Sivanappan, 1994), el riego por goteo ha tenido como resultado ganancias en el rendimiento de más del 100 por ciento, y ahorros de agua entre el 40 y el 80 por ciento.

Al utilizar hojas y abono de paja se reduce la evaporación superficial y se ayuda a retener la humedad cerca de las raíces de las plantas, aumentando así la eficiencia del uso del agua (Sharma et al., 1998). La modelización de paisajes y las barreras vegetales son medios efectivos para minimizar el escurrimiento de agua de lluvia y retener la humedad en los campos. El uso de variedades de cultivos resistentes a la sequía también puede ayudar a conservar este preciado recurso. Por ejemplo, ensayos realizados en el marco de Sistema Intensivo de Cultivo de Arroz (SICA) han reducido sustancialmente la cantidad de agua y otros insumos externos a través de la disminución de las densidades de siembra, lo que requiere de un menor número de semillas y la reducción del número de trabajadores. El método alcanza entre el 40 y el 200 por ciento más de rendimientos de cultivo en comparación con el cultivo convencional de arroz inundado (Zhao, 2009). La Tabla 4 demuestra que la mayoría de las tecnologías de ahorro de agua puede dar lugar a beneficios mayores, a pesar de la infraestructura y los costos de operación adicionales. La mayoría de las técnicas de ahorro de agua precisan de maquinaria adicional y un aumento en el capital de trabajo para cubrir los costos que supone una mayor utilización de mano de obra. Se requiere, con ello, fuerza de trabajo adicional para estrategias como el uso de mantillo en los campos, el aumento del lecho de plantas y la alineación de surcos, y otras estrategias de adaptación de terrenos. No obstante, dichos costos de trabajo se recuperan fácilmente por medio de un mayor rendimiento de la cosecha y de una reducción del riesgo de pérdidas durante la sequía o en los periodos de años secos.

La Tabla 4 muestra que los costos de inversión en sistemas de riego por goteo y a través de bombas de pedal manuales se recuperan con mayor rapidez, con retornos de inversión diez veces superiores en promedio. Estas tecnologías han demostrado su efectividad en la reducción de la vulnerabilidad e incertidumbre de los ingresos de los pequeños agricultores en el continente. Los sistemas de riego por goteo permiten también un uso más eficiente del agua y son especialmente útiles para cultivos múltiples. En Nepal, mujeres agricultoras han podido obtener ingresos adicionales por cultivos de alto valor en terrenos que de otra manera serían estériles. Estrategias como el uso de variedades de cultivos resistentes a la sequía implican principalmente una inversión en investigación y la distribución de nuevas semillas. En este contexto, los

retornos a la inversión estimados son en un orden de magnitud más altos como se atestigua en especial en las regiones de África que se encuentran privadas de agua.

El éxito de estas estrategias también implica que la investigación agronómica y el desarrollo de prácticas de optimización en la gestión del agua en la agricultura de secano y en las prácticas de labranza han sido exitosos. Sin embargo, queda mucho por hacer. Una práctica que se mantiene relativamente sin explotar es la gestión compartida de cuencas hidrográficas, que ha significado grandes esfuerzos de ingeniería hidráulica para establecer una red de embalses, áreas de captación y otros depósitos de agua e infraestructuras de almacenamiento. Sin embargo, están cobrando impulso rápidamente las estrategias de tratamiento de cuencas dirigidas por comunidades que protegen y mejoran el suelo, el agua y los recursos vegetales dentro de una zona de captación. Por otro lado, se están convirtiendo cada vez más en una oportunidad de negocio para los agricultores que pueden beneficiarse de los esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA). Estas estrategias de tratamiento de cuencas dirigidas por comunidades ofrecen oportunidades importantes para una mayor eficiencia en el riego (Krishna & Uphoff, 2002).

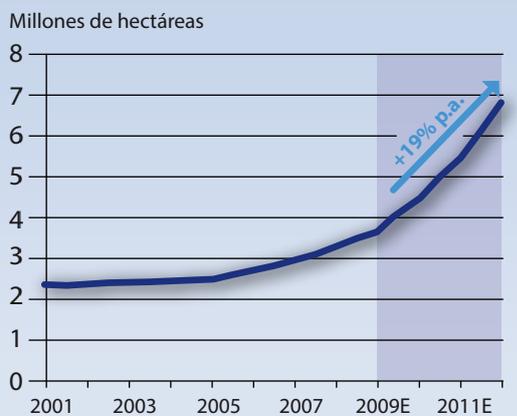
En cuanto a la diversificación de los cultivos y la ganadería, los recursos genéticos de plantas y animales de cría son la base para la producción alimenticia. Cultivos genéticamente diversos pueden combinar las mejores características de variedades locales de cultivos derivados de especies autóctonas y otras de mayor rendimiento. Del mismo modo, la selección y cruce de razas autóctonas con razas de alto rendimiento aumentaría la diversidad y conllevaría importantes beneficios biológicos, sociales y económicos. La reposición de nutrientes del suelo mediante fijación biológica de nitrógeno y el reciclaje de residuos de cultivo, con lo que se reduce el estrés termal y los índices de evaporación del agua, la atracción de insectos beneficiosos para la polinización y lucha contra las plagas, y el alejamiento de estas, son beneficios importantes de la diversificación de cultivos.

La combinación de la producción hortofrutícola de más alto valor con el cultivo de cereales -y otros de materias primas- puede erigirse en una fuente de ingresos para la explotación agrícola, junto al pasto, que sirve de alimento para el ganado que, por otro lado, supone proteínas y calorías derivadas de los recursos de la biomasa que de otra forma no serían comestibles. Reciclar el abono del ganado en forma de nutrientes orgánicos para el suelo es un elemento esencial para la transición a una agricultura verde. Adicionalmente, existen numerosas oportunidades para combinar una amplia variedad de árboles y arbustos con cultivos, horticultura y cultivos especiales (por ejemplo, café, té, vainilla, etc.) para maximizar la producción.

Cuadro 6: Inversión en agricultura sostenible: Caso de estudio

Las tendencias actuales de crecimiento de la población, el cambio climático y la escasez de recursos hacen que la agricultura sostenible sea una atractiva oportunidad de inversión. La Gestión Sostenible de Bienes AG (GSB) aprovecha todo este potencial a través de sus fondos de temática sostenible, invirtiendo en empresas que ofrecen tecnologías rentables y respetuosas con el medio ambiente, y que permitan un uso más eficiente del agua o una producción de alimentos más verde.

La GSB ha buscado invertir en recursos hídricos debido a que la necesidad de abastecimientos de agua es, en la actualidad, uno de los mayores desafíos. Sistemas avanzados de microirrigación o por goteo pueden reducir a la mitad las necesidades de agua de los agricultores y limitar la necesidad de productos químicos, al tiempo que pueden aumentar los rendimientos de los cultivos hasta en un 150 por ciento. Los países afectados por la escasez de agua están adoptando con rapidez estas prometedoras tecnologías (Véase el gráfico).



El Fondo de Agua Sostenible de la GSB constituye actualmente un universo de inversión de aproximadamente 170 empresas de todo el mundo y activos bajo gestión por 1,140 millones de euros. El fondo ha superado de forma constante su índice de referencia, el MSCI World, con rentabilidad anual en promedio superior al índice de referencia del 4.14 por ciento (en euros) desde su lanzamiento en 2001, con un riesgo comparable al del índice MSCI. Por ello, un fuerte crecimiento de la microirrigación promueve la agricultura sostenible y crea interesantes oportunidades de inversión.

Fuente: Basado en el texto proporcionado por Daniel Wild, PhD, Analista Senior de fondos, GBS (2010)

Las estrategias de diversificación no solo son útiles para garantizar una teórica disminución de la vulnerabilidad y de posibles impactos negativos, sino también para aumentar la rentabilidad y los rendimientos de los sistemas agrícolas ya existentes. La Tabla 5 presenta evidencias de los costos y beneficios de las estrategias de diversificación agrícola en Asia y África. La diversificación a lo largo de los cultivos ha demostrado rendimientos al alza en India y Bangladesh y muestra el potencial de recuperación de los costos de investigación y extensión. Tanto en África como en Asia, la diversificación hacia la cría de animales ha significado un aumento en las ganancias. Los principales costos agrícolas de todas estas estrategias corresponden, por lo regular, a la mano de obra, pero también al costo de capacitación y al aprendizaje de nuevas prácticas. Además, la diversificación en la cría de animales puede implicar importantes costos de capital en maquinaria agrícola. En países donde las oportunidades de empleo son pocas, la diversificación representa una potente estrategia de alivio de la pobreza, tanto para el agricultor como para el campesino. Tras el análisis de los costos de los actuales sistemas agrícolas y de algunas estrategias para la transición gestionada y alejada de la forma tradicional de hacer negocios (BAU), la siguiente sección expone el beneficio esperado esta forma de agricultura verde.

3.3 Beneficios del enverdecimiento de la agricultura

Se espera que el enverdecimiento del sector agrícola genere una serie de beneficios que incluyen el aumento de beneficios e ingresos para los agricultores, ganancias a nivel macroeconómico, capacidad del sector para adaptarse al cambio climático y otros retornos para los servicios de los ecosistemas.

Rentabilidad y productividad de la agricultura verde

Ningún negocio es sostenible a menos que sea también rentable. Muchos estudios han documentado la rentabilidad y la productividad de las explotaciones sostenibles, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Un estudio realizado por la FAO (Nemes, 2009) analizó 50 explotaciones, principalmente en los EE.UU., y concluyó que "una abrumadora mayoría de los casos muestra que las denominadas explotaciones orgánicas son económicamente más rentables".

Existen varios ejemplos de mayor productividad y rentabilidad en países en vías de desarrollo. Otro estudio realizado por Pretty et al. (2006) mostró un aumento del rendimiento medio de cerca del 80 por ciento como resultado de agricultores en 57 países pobres que adoptaron 286 de las recientes iniciativas de mejores prácticas, incluyendo la gestión integrada de plagas y nutrientes, sistemas de labranza de conservación, la agrosilvicultura, acuicultura,

Estrategia	Cultivo y país	Costos	Beneficios	Tendencias en los ingresos y las ganancias después de incluir los costos adicionales del enverdecimiento
Diversificación de cultivos.	Arroz con gandules, maní y lenteja negra en India (Kar et al., 2004). Variedad de cultivos en Bangladesh (Rahman, 2009).	Fueron asignados 41.8 millones de dólares a la promoción de la diversificación de cultivos para un plan de cinco años en Bangladesh. Un estudio empírico muestra el costo variable reducido para agricultores diversificados de 40 dólares por explotación (Tipo de cambio de enero de 1997).	En India, el cultivo intercalado del arroz y con el gandul, el cacahuete y la lenteja negra, aproximadamente, triplicó el rendimiento de los cultivos (arroz y semillas alternativas) en comparación al cultivo de arroz solo.	En Bangladesh los agricultores diversificados y no diversificados obtuvieron ganancias netas similares; no obstante, las explotaciones diversificadas obtuvieron beneficios ambientales positivos.
Diversificación hacia la ganadería y la horticultura.	Variedad de cultivos y animales en África (Seo, 2010) Estudio de los cultivos y las tierras en África y el Sureste Asiático (Weinberger, 2007).	En Kenia, la producción de guisantes y ejotes requiere 600 y 500 días de trabajo por hectárea, respectivamente. En México el sector de la horticultura requirió de más del 20 por ciento del total de los días de trabajo dentro del sector agrícola.	Los efectos del cambio climático en las explotaciones diversificadas con criaderos de animales van del nueve por ciento de pérdida al 27 por ciento de ganancia, dependiendo de los escenarios climáticos.	Los beneficios de los agricultores que han diversificado su producción con la horticultura fueron mayores en comparación con las de los agricultores no diversificados (del 29 por ciento en Bangladesh al 497 por ciento en Kenia). Estudios muestran que tanto las explotaciones diversificadas como las no diversificadas, tienen el potencial para llegar a ser más rentables en comparación con aquellas que no sean integradas, en el contexto del cambio climático durante los próximos 50 años.

Tabla 5: Evidencias sobre los beneficios y costos de la diversificación de la agricultura

la captación de recursos hídricos e integración de ganado. El estudio abarcó 12.6 millones de explotaciones repartidas por unos 37 millones de hectáreas (tres por ciento de la superficie cultivada en los países en vías de desarrollo). Todos los cultivos mostraron beneficios en términos eficiencia en el consumo de agua, y fueron los cultivos de secano los que experimentaron la mayor ganancia. El potencial de captación de carbono se promedió en 0.35 tC/ha/año. De los proyectos que incluyeron datos sobre el uso pesticidas, 77 resultaron en una disminución en el uso de pesticidas en un 71 por ciento, mientras que los rendimientos crecieron en un 42 por ciento. Por otro lado, las explotaciones biodinámicas registraron un incremento del 100 por ciento en la productividad por hectárea debido al uso de técnicas de fertilización del suelo como la aplicación de compost y la introducción de leguminosas en las diferentes fases de cultivo (Dobbs & Smolik, 1996; Drinkwater et al., 1998; Edwards, 2007).

Para pequeñas explotaciones en África, en donde el consumo de insumos sintéticos es reducido, la transición a métodos agrícolas sostenibles ha incrementado los rendimientos y ha generado mayores ingresos. En un proyecto en el que participan 1,000 agricultores en Nyanza del Sur (Kenia), con un promedio de dos hectáreas cultivadas por trabajador, los rendimientos de los cultivos aumentaron de dos a cuatro toneladas por hectárea después de un primer período de transición. Asimismo, los ingresos de otros 30,000 pequeños agricultores en Thika (Kenia) aumentaron en un 50 por ciento dentro de los tres años siguientes después de haber virado hacia un sistema de producción orgánica (Hines & Pretty, 2008).

Una parte significativa de los costos de producción de una explotación agrícola está asociada a sus insumos energéticos. Los métodos de producción orgánicos tienden a ser más eficientes en cuanto al uso de energías. El cultivo de arroz orgánico puede ser, por ejemplo, cuatro veces más eficiente que los cosechados bajo patrones convencionales (Mendoza, 2002). El estudio muestra también que los agricultores orgánicos requirieron del 36 por ciento, más o menos, de insumos energéticos por hectárea en comparación con los agricultores de arroz convencionales. Niggli et al. (2009) encontró que la agricultura orgánica reduce los requerimientos energéticos de los sistemas de producción entre un 25 y un 50 por ciento en comparación con la agricultura convencional basada en químicos. El consumo de energía en los sistemas agrícolas orgánicos se redujo entre un diez y un 70 por ciento en los países europeos, y entre un 28 y un 32 por ciento en los EE.UU., en comparación con los sistemas de uso intensivo de insumos, a excepción de ciertos cultivos entre los que se incluyen los de patata y manzana en donde el consumo de energía es igual o incluso más alto (Hill, 2009; Pimentel et al., 1983).

Los precios diferenciados de mercado siempre están presentes en productos con certificación sostenible pero que no pueden ser adecuados a largo plazo, a menos que exista un aumento proporcional en la demanda de productos agrícolas sostenibles por parte del consumidor global (por ejemplo, en países que no sean de la UE y los EE.UU.). Los incentivos para los sobrepuestos probablemente disminuirán relativamente en respuesta a los ajustes en la oferta y la demanda. (Oberholtzer et

Cuadro 7: Iniciativas innovadoras de inversión de capital sostenible y social

Desde el ámbito institucional surgen diferentes modelos de inversión para la transición a la agricultura verde. Por ejemplo, el grupo Rabobank está apoyando la agricultura sostenible a través de la puesta en marcha del Fondo de Garantía Rabo para la Agricultura Sostenible y el apoyo a proyectos como la Iniciativa Holandesa de Comercio Sostenible (IDH), el Fondo Schokland y la Mesa Redonda para el Aceite de Palma Sostenible (MAPS), la Mesa Redonda para la Soya Responsable (RTRS), y la Iniciativa para una Mejor Azúcar (IMA). Además, ha puesto en marcha programas para mejorar la solidez y la resiliencia financiera de los pequeños agricultores en países en vías de desarrollo a través de la Fundación Rabobank y Desarrollo Rabo. Asimismo ha introducido nuevos servicios financieros como el Fondo de Agricultura Sostenible, para ensayar modelos innovadores de financiamiento como el proyecto de la cuenca del Río Xingu en Brasil, bajo el cual han sido replantadas 83 hectáreas en los últimos dos años. Rabobank ha invertido cerca de 50 millones de dólares para la compra de créditos de reducción de emisiones de carbono, los cuales son creados por los agricultores mediante la reforestación del Amazonas.

Otro ejemplo de instituciones de inversión de capital social es el fondo Acumen, que ha canalizado inversiones de millones de dólares a empresarios privados en los países en vías de desarrollo; permitiendo prosperar a empresas y otras iniciativas, desde aquellas que ofrecen productos de riego por goteo a aquellas que operan servicios de generación de energía a partir del biogás a escala rural. Acumen proporciona tanto inversiones de capital paciente (aceptado este término) como asesoría sobre creación de capacidades para la gestión de negocios a empresas privadas en su cartera.

Cuadro 8: Producción orgánica versus producción convencional de algodón

Un equipo de investigación indo-suizo comparó los datos agronómicos de 60 explotaciones orgánicas y otras tantas explotaciones convencionales durante dos años y llegó a la conclusión de que el cultivo orgánico de algodón es más rentable que el cosechado bajo técnicas tradicionales. Los costos variables de producción de la agricultura orgánica fueron entre un 13 y un 20 por ciento más bajos, mientras que los de los insumos fueron menores en un 40 por ciento. No obstante, los rendimientos y los márgenes de ganancia fueron de cuatro a seis por ciento y de 30 a 43 por ciento, superiores respectivamente, durante los dos años. Aunque los cultivos en rotación con los de algodón se vendieron sin sobredimensionar sus precios, las explotaciones orgánicas alcanzaron ingresos mayores del 10-20 por ciento en comparación con la agricultura convencional (Eyhorn et al., 2005). Del mismo modo, un estudio de evaluación de impacto para los agricultores de algodón orgánico en Kutch y Surendranagar, en el Este de India, llegó a la conclusión de que los agricultores que participaron en el proyecto disfrutaron de un aumento en la ganancia neta del 14 al 20 por ciento, como resultado de ingresos más altos y menores costos. Una versión actualizada del estudio, con un sondeo a 125 agricultores de algodón orgánico, concluyó que el 95 por ciento de los encuestados consideraba que sus ingresos habían aumentado en un 17 por ciento de media a partir de la adopción de la agricultura orgánica. La mayoría de los agricultores se lo atribuyó, en gran parte, al reducido costo de producción y a un incremento en el precio final (MacDonald, 2004). Raj et al., (2005) subrayó también que en Andhra Pradesh (India), el algodón orgánico es mucho más rentable.

Fuente: Nemes (2009)

al., 2005). No obstante, si los precios de los alimentos cultivados de forma convencional (cultivos y animales) incluyeran los costos de sus externalidades, los productos sostenibles podrían volverse relativamente menos costosos que los convencionales. Más aún, si los beneficios positivos de los servicios ambientales de las prácticas sostenibles fueran valorados y monetizados como pagos adicionales para agricultores verdes, los productos de una agricultura más verde se volverían más competitivos que los convencionales.

Beneficios macroeconómicos que resultan del enverdecimiento de la agricultura

De la transición a una agricultura verde se esperan valores macroeconómicos secundarios significativos, pero ante todo beneficios en la reducción de la pobreza. Las inversiones destinadas a aumentar la productividad del sector agrícola han demostrado ser más del doble de efectivas para reducir la pobreza rural que la inversión en cualquier otro sector (BDA, 2010). Las historias de mayor éxito, en términos de reducción del hambre y la

Escenario	Sur de Asia	Asia Oriental y el Pacífico	Europa y Asia Central	América Latina y el Caribe	Oriente Medio y África del Norte	África Subsahariana	Países en vías de desarrollo
NCAR con inversiones de países en vías de desarrollo							
Investigación agrícola	172	151	84	426	169	314	1,316
Expansión de riego	344	15	6	31	-26	537	907
Eficiencia de riego	999	686	99	129	59	187	2,158
Caminos rurales (expansión del área)	8	73	0	573	37	1,980	2,671
Caminos rurales (aumento del rendimiento)	9	9	10	3	1	35	66
Total	1,531	934	198	1,162	241	3,053	7,118
CSIRO con inversiones de países en vías de desarrollo							
Investigación agrícola	172	151	84	426	169	314	1,316
Expansión de riego	344	15	6	31	-26	537	907
Eficiencia de riego	999	686	99	129	59	187	2,158
Caminos rurales (expansión del área)	8	73	0	573	37	1,980	2,671
Caminos rurales (aumento del rendimiento)	9	9	10	3	1	35	66
Total	1,531	934	198	1,162	241	3,053	7,118

Tabla 6: Datos anuales por región sobre la creciente inversión en agricultura necesaria para contrarrestar los efectos del cambio climático en la desnutrición infantil¹⁷

Nota: Estos resultados se basan en los cambios del rendimiento de los modelos de cultivo que no incluyen el efecto de fertilización por CO₂.

Fuente: Nelson et al. (2009)

pobreza, provienen de China, Ghana, India, Vietnam y varios países de América Latina, los cuales tienen tasas de inversión neta en agricultura por trabajador agrícola relativamente más altas que la mayoría de los países en vías de desarrollo (FAO, n.d.). El Banco Mundial ha estimado que el costo de alcanzar el primero de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM 1) se sitúa entre 554 y 880 dólares per cápita (basado en el crecimiento generalizado en los ingresos), mientras que un estudio publicado por el Instituto del Banco Asiático de Desarrollo ha concluido que el costo de sacar a un hogar de la pobreza mediante el compromiso de los agricultores en la agricultura orgánica podría ser de solo 32 a 38 dólares per cápita (Markandya et al., 2010).

Además, la agricultura verde destina una gran parte del total de los gastos de insumos agrícolas a la compra de insumos de origen local (por ejemplo, mano de obra y fertilizantes orgánicos) y se espera un efecto local multiplicador a corto-medio plazo. En general, las prácticas agrícolas verdes tienden a solicitar más trabajadores que la agricultura tradicional, por ejemplo en niveles comparables a más del 30 por ciento, (Comisión Euro-

pea, 2010; Ziesemer, 2007), lo que crea empleos en las zonas rurales y un mayor retorno de la mano de obra. Esto es especialmente importante en países en vías de desarrollo en donde la población con menores recursos abandona las zonas rurales para buscar trabajo en las ciudades, y en donde los más jóvenes conforman una bolsa de mano de obra susceptible de ser contratada (Figura 6). Por otro lado, la mayoría de los países en vías de desarrollo tienen un déficit comercial importante (World Bank, 2010), donde la falta de divisas representa una restricción importante para el acceso a recursos. La transformación hacia esta nueva agricultura puede relajar la restricción de divisas mediante la disminución de la necesidad de insumos importados y el aumento de las exportaciones de productos agroalimentarios sostenibles. La reducción de estos déficits hará posible que estos países puedan comprar tecnología y otros insumos críticos para sus economías.

Adecuación climática y mitigación de los beneficios, y los servicios de los ecosistemas

Hacer que la agricultura sea más resiliente a la sequía, las lluvias torrenciales y los cambios de temperatura está estrechamente asociado a la creación de una mayor biodiversidad agrícola y a la optimización de la materia orgánica del suelo. Las prácticas que mejoran la biodiversidad permiten a las explotaciones imitar procesos

17. Nota: 1) NCAR: Centro Nacional de Investigación Atmosférica (EE.UU.); 2) CSIRO: Organización de Investigación Científica e Industrial de la Mancomunidad Británica de Naciones (Australia).

naturales y ecológicos que les permiten responder al cambio y reducir riesgos. El uso de diversidad dentro y entre especies sirve como un seguro contra futuros cambios ambientales mediante el aumento de las capacidades del sistema adaptativo (Ensor, 2009). La materia orgánica del suelo, de mayor calidad por el uso de abonos sostenibles, mantillo; y el reciclaje de residuos de cultivo y abono animal, incrementa la capacidad de retención de agua de los suelos y su capacidad de absorber agua durante las lluvias torrenciales.

El Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI, por sus siglas en inglés) estima que se necesitan adicionalmente de 7,100 a 7,300 millones de dólares anuales en inversiones agrícolas para desplazar los efectos negativos del cambio climático en la nutrición de los niños para el año 2050 (Tabla 6). El IFPRI recomendó que las inversiones fueran requeridas, en primer lugar, para infraestructuras básicas como caminos rurales en África, la expansión de sistemas de riego y la investigación agrícola (Nelson et al., 2009). Sin embargo, siguen sin acometerse evaluaciones de las opciones de inversión verde que incluirían mejoras agroecológicas de la fertilidad de suelo; en la eficiencia del consumo de agua para la agricultura de secano; en cultivos con tolerancia a la sequía y las inundaciones; en la gestión integrada de plagas; y en el capítulo de infraestructuras para la gestión de la postcosecha.

El IPCC estima que el potencial de mitigación técnica global proveniente de la agricultura será aproximadamente de 5,500 a 6,000 Mt CO₂-eq/año para el 2030 (Smith et al., 2007). La retención de carbono del suelo sería el mecanismo responsable de la mayor parte de esta mitigación, con una contribución del 89 por ciento del potencial técnico. Por lo tanto, la agricultura tiene el potencial de reducir considerablemente sus emisiones de GEI y, posiblemente, asumir la función de un sumidero de carbono neto dentro de los próximos 50 años. La oportunidad más importante para la mitigación de las emisiones de GEI es la aplicación de materia orgánica rica en carbono (humus) en el suelo. Esto reduciría significativamente la necesidad de fertilizantes basados en combustibles fósiles y de uso energético intensivo de minerales, y puede ser un medio rentable para la retención de carbono de la atmósfera. Otros beneficios de la mitigación de estos gases podrían lograrse mejorando los rendimientos en tierras cultivadas actualmente, reduciendo la deforestación y adoptando prácticas de labranza cero/mínima que reducen el consumo de combustibles (Bellarby et al., 2008; CCI & FiBL, 2007; Ziesemer, 2007).

Los servicios ambientales proporcionados por el enverdecimiento de las explotaciones son esenciales. Por ejemplo, el Instituto Rodale ha estimado que la transición a una agricultura orgánica podría retener tres

toneladas adicionales de carbono por hectárea al año (LaSalle et al., 2008). La eficiencia de la captura de carbono de los sistemas orgánicos en climas templados es de casi el doble (575 a 700 kg de carbono por hectárea al año) que el del tratamiento convencional de suelos, por el uso de cultivos de cobertura en rotaciones orgánicas. Las explotaciones orgánicas alemanas capturan anualmente 402 kg de carbono/ha, mientras que las explotaciones convencionales experimentan pérdidas de 637 kg (Küstermann et al., 2008; Niggli et al., 2009).

A partir de dichos estudios, es posible obtener una aproximación de que si tan solo en las pequeñas explotaciones del planeta se emplearan prácticas sostenibles, éstas capturarían un total de 2,500 millones de toneladas de carbono al año. Dichos niveles comprobables de captura de carbono podrían equivaler a 49,000 millones de dólares en créditos de carbono anuales, asumiendo un precio del carbono de 20 dólares/tonelada. La FAO ha documentado que una transición generalizada a la agricultura orgánica podría mitigar el 40 por ciento (2.4 Gt CO₂-eq/año) de las emisiones GEI del mundo en un escenario de implementación mínima; y arriba del 65 por ciento (4 Gt CO₂-eq/año) de las emisiones GEI de la agricultura en un escenario de captura de carbono máxima (Scialabba & Muller-Lindenlauf, 2010).

Por otra parte, las emisiones de óxidos de nitrógeno y metano podrían reducirse si los agricultores utilizaran más eficientemente el nitrógeno y otros fertilizantes, incluso mediante aplicaciones de precisión y la introducción de nuevas variedades de cultivos que utilizan de manera más efectiva el nitrógeno disponible del suelo. El enverdecimiento de la agricultura también tiene el potencial de, eventualmente, llegar a ser autosuficiente en la producción de nitrógeno a través del reciclaje de abonos provenientes del ganado y de residuos de cultivo por medio del compostaje; y mediante más rotaciones de cultivos intercalados con cultivos leguminosos fijadores de nitrógeno (CCI & FiBL, 2007; Ensor, 2009).

Otros beneficios del ecosistema derivados de la transición verde de la agricultura incluyen la mejora de la calidad del suelo¹⁸ con más materia orgánica, mayor suministro de agua, mejor reciclaje de nutrientes, la protección de la vida silvestre, la protección contra tormentas y el control de las inundaciones (OCDE, 1997; Pretty et al., 2001). Los sistemas que utilizan depredadores naturales para el control de plagas también promueven la biodiversidad, dentro y fuera de las explotaciones, y los servicios de polinización.

18. Tales suelos son de mejor calidad, contienen más materia orgánica y la actividad microbiana, más lombrices, tienen una estructura mejor, menor densidad aparente, más fácil penetrabilidad y una capa superficial más gruesa (Reganold et al., 1992).

		Año	2030		2050		
		Escenario	Línea base	Verde	BAU2	Verde	BAU2
Variables del sector agrícola	Unidad						
Producción agrícola	Miles de millones de dólares/año	1,921	2,421	2,268	2,852	2,559	
Cultivo	Miles de millones de dólares/año	629	836	795	996	913	
Ganado	Miles de millones de dólares/año	439	590	588	726	715	
Pesca	Miles de millones de dólares/año	106	76	83	91	61	
Empleo	Millones de personas	1,075	1,393	1,371	1,703	1,656	
b) Calidad del suelo	Dmnl	0.92	0.97	0.80	1.03	0.73	
c) Consumo agrícola de agua	km ³ /año	3,389	3,526	4,276	3,207	4,878	
Superficie cosechada	Miles de millones ha.	1.20	1.25	1.27	1.26	1.31	
Deforestación	Millones ha/año	16	7	15	7	15	
Calorías per cápita por día (disponibles para suministro)	kcal/P/D	2,787	3,093	3,050	3,382	3,273	
Calorías per cápita por día (disponibles para consumo por hogar)	kcal/P/D	2,081	2,305	2,315	2,524	2,476	

Tabla 7: Resultados obtenidos del modelo de simulación (una tabla más detallada se encuentra en el capítulo de 'Modelación').

3.4 Modelación: Escenarios futuros para la agricultura verde

En esta sección evaluamos un escenario en el que se realiza una inversión en agricultura verde de un 0.16 por ciento adicional del PIB mundial por año (equivalente a 198,000 millones de dólares) entre 2011 y 2050. Esto es, como parte de un escenario de inversión verde en el que un dos por ciento adicional del PIB mundial se destina a un grupo de sectores clave. Más detalles están disponibles en el capítulo de 'Construcción' de este informe. En el ejercicio de simulación, centrado en el sector de la agricultura, estas inversiones verdes adicionales se llevan a cabo por igual en las siguientes cuatro actividades:

- **Prácticas de gestión agrícola:** se asume que una de cada cuatro inversiones sea aplicada en prácticas ambientalmente adecuadas;
- **Pérdidas anteriores a la cosecha:** otra cuarta parte del presupuesto adicional se invierte en la prevención de pérdidas precosecha, actividades de capacitación y de control de plagas;
- **Procesado de alimentos:** se asume que otra cuarta parte de la inversión sea utilizada para la prevención de pérdidas postcosecha y un mejor almacenamiento y procesado dentro de las zonas rurales.

■ **Investigación y Desarrollo (I+D):** la cuarta parte restante se asume que sea utilizada en I+D, especialmente en las áreas de eficiencia fotosintética, productividad microbiana del suelo, adaptación climática de los procesos biológicos y mejoras en la eficiencia del consumo energético y del agua.

El escenario verde¹⁹ es comparable con el escenario BAU2, en el que se invierte adicionalmente la misma suma tanto en agricultura convencional como tradicional, en un periodo de 40 años. Los resultados son contundentes. En general, las inversiones verdes conducen a una mejora en la calidad del suelo, a un mayor rendimiento agrícola y a la reducción de las necesidades de terrenos y agua. También aumentan el crecimiento del PIB y el empleo, mejoran la nutrición y reducen el consumo de energía y las emisiones de CO₂ (Tabla 7).

■ **Producción agrícola y valor agregado:** En un escenario verde, el total de la producción agrícola (incluyendo los productos agrícolas, el ganado, la pesca y la silvicultura) se incrementa significativamente en comparación con otros escenarios.²⁰ Este cambio se debe al aumento

19. A continuación se presentaron los resultados de los escenarios que se hace referencia como G2 y BAU2 en el capítulo de 'Modelación'.

20. La información detallada sobre estos resultados se pueden encontrar en el capítulo de 'Modelación'.

en la producción del cultivo, la cual puede satisfacer a una población creciente que se prevé alcanzará los 9,000 millones para 2050. Del mismo modo, el valor agregado en la producción agrícola se incrementa en un nueve por ciento en comparación con el escenario BAU2. Cabe resaltar, que a pesar del incremento la producción agrícola y el valor agregado, no hay un aumento en la superficie cosechada. Lo anterior sugiere sinergias positivas entre las inversiones de la agricultura ecológica y la gestión de bosques. De manera similar, la eficiencia optimizada del consumo de agua reduce la demanda de agua en casi un tercio para 2050, en comparación con el escenario BAU2. Por otra parte, el consumo de energía se incrementa en un 19 por ciento en 2050 comparado con el BAU2 debido a los volúmenes de producción más altos.

■ *Producción ganadera, nutrición y medios de subsistencia:* La inversión adicional en agricultura verde también conduce a mayores niveles de producción ganadera, medios de subsistencia en el sector rural y un mejor estatus nutricional. Se prevé que un aumento en la inversión en agricultura verde conduzca al crecimiento en el empleo de alrededor del 60 por ciento, en comparación con los niveles actuales; y a un aumento de alrededor del tres por ciento, en comparación con el escenario BAU2. La modelación sugiere también que las inversiones en agricultura verde podrían crear 47 millones de empleos adicionales en comparación con el BAU2 durante los siguientes 40 años. La inversión adicional en agricultura verde conduce además a una mejor nutrición con patrones de producción optimizados. La producción de carne se incrementa en un 66 por ciento como resultado de la inversión adicional entre los años 2010 y 2050, mientras que la producción pesquera se encuentra en un 15 por ciento debajo de los niveles en 2011, aunque un 48 por ciento más alto que en el escenario BAU2 para 2050. La mayor parte de este crecimiento se debe al aumento en el desembolso para la compra de fertilizantes orgánicos en lugar de fertilizantes químicos y a la reducción de pérdidas gracias a una mejor gestión de plagas y control biológico.

■ *Emisiones de GEI y biocombustibles:* Se espera que el total de emisiones de CO₂ se incremente en un 11 por ciento en relación a 2011. No obstante estará un dos por ciento más bajo que en el escenario BAU2. Aunque se prevé que las emisiones vinculadas al consumo de energía (especialmente de combustibles fósiles) aumenten, cabe resaltar que las emisiones provenientes del uso de fertilizantes (químicos), la deforestación y el deterioro de las plantaciones disminuya en relación con el BAU2. Cuando se considera la retención de carbono en el suelo, en conformidad con las prácticas ecológicas y por sinergias con intervenciones en el sector forestal, las emisiones netas disminuyen considerablemente.

En estos modelos también se analiza de manera específica la generación de restos agrícolas, residuos y biocombustibles. En el caso de la economía verde, se asume que la inversión es asignada a los biocombustibles de segunda generación, los cuales utilizan residuos agrícolas y cultivos no alimentarios; y son producidos principalmente en tierras marginales. En promedio, se encontró que la cantidad total de los residuos recién obtenidos de la producción forestal y agrícola para la producción de biocombustibles de segunda generación suma 3,800 millones de toneladas anuales entre 2011 y 2050 (con una tasa de crecimiento promedio anual del 11 por ciento a lo largo del periodo analizado, lo que representa un mayor crecimiento durante los primeros años; un 48 por ciento entre 2011 y 2020, y una expansión promedio de dos por ciento anual después de 2020).

De acuerdo con los estándares de eficiencia de conversión de la AIE (214 litros de gasolina equivalentes (lge) por tonelada de residuo), se prevé que las inversiones verdes adicionales supongan la producción de biocombustibles de segunda generación a 844,000 millones lge, con lo que contribuirían al 16.6 por ciento del total de la producción de combustible líquido en el mundo en 2050 (21.6 por ciento si se consideran biocombustibles de primera generación). Esto tendría un costo de 327,000 millones de dólares (a precios constantes en dólares de 2010) anuales en promedio y requeriría 37 por ciento de los residuos agrícolas y forestales. La AIE estima que más del 25 por ciento del total de los residuos agrícolas y forestales puede obtenerse fácilmente y es económicamente viable (AIE División de Energías Renovables, 2010) para la producción de biocombustibles de segunda generación. Se espera que los residuos no utilizados para la producción de este tipo de biocombustibles sean reintegrados a los terrenos como fertilizantes y, en otros casos, puedan ser utilizados como alimento para ganado. En los capítulos 'Modelación' y 'Energía' se encuentran más detalles sobre las diferentes proyecciones en relación a la producción de biocombustibles de primera y segunda generación.

En general, al combinar estos resultados con la investigación proveniente de otras fuentes se encuentran los siguientes resultados:

■ El retorno de las inversiones en agricultura BAU continuará disminuyendo a largo plazo debido al incremento en los costos de los insumos (en especial del agua y la energía) y a la disminución o estancamiento de los rendimientos;

■ El costo de las externalidades asociadas con la agricultura café (o convencional) continuará incrementándose gradualmente, en un principio neutralizando cada vez más, y eventualmente, excediendo los beneficios económicos y de desarrollo; y

■ Mediante el enverdecimiento de la agricultura y la distribución de alimentos, estarán disponibles un mayor número de calorías por persona al día; más empleos y oportunidades de negocio, sobre todo en zonas rurales; y facilidades de acceso al mercado, en especial para los países en vías de desarrollo.

Mientras que algunas de las medidas propuestas contribuyen al avance hacia un sector agrícola verde, la combinación de todas estas acciones de forma conjunta pro-

ducirá sinergias positivas. Por ejemplo, la inversión en prácticas agrícolas más sostenibles conduce a la conservación del suelo, lo que incrementa el rendimiento agrícola a medio y largo plazo. Esto permite contar con más terreno para la reforestación, reduciendo el deterioro de la tierra y mejorando la calidad del suelo. Un rendimiento más alto y la disponibilidad del terreno también benefician la promoción de biocombustibles de segunda generación, los cuales ayudan a mitigar los efectos del cambio climático.

4 Cómo llegar: Condiciones propicias

A pesar del razonamiento claro y la justificación económica para avanzar de manera rápida hacia el enverdecimiento de la agricultura, la transición requerirá de un entorno propicio de políticas que posibiliten condiciones que puedan ayudar a equilibrar este escenario entre las prácticas convencionales y las prácticas agrícolas verdes. Y es más probable que el desarrollo económico y ambiental en la agricultura se vea mejorado si se combinan las distintas políticas.

Es necesario que exista un mayor uso de regulaciones y de impuestos que impongan sanciones por contaminar, a fin de que sean incluidos los costos de las externalidades en los precios del mercado por estos conceptos, así como de incentivos económicos que recompensen las prácticas verdes. Existen también oportunidades para la aplicación de soluciones de mercado como alternativas para la regulación directa, por ejemplo, por medio del uso de permisos negociables y cuotas para reducir la contaminación por GEI y nutrientes de origen hídrico. En general, los subsidios gubernamentales para apoyar al agricultor (productor) tienen que desacoplarse gradualmente de la producción de los cultivos y redirigirse de forma alterna a unificar los esfuerzos de los agricultores y de las inversiones hacia la adopción de prácticas de agricultura verde.

Ante la ausencia de una gobernanza eficaz, la colusión y la malversación de fondos son peligros constantes para los programas de incentivos. La instalación de mayores niveles de transparencia podría ayudar a reducir tales abusos en los programas de asistencia pública. En esta sección presentamos algunas de las condiciones clave que facilitarán la transición hacia una agricultura verde.

4.1 Políticas globales

En el mundo, las condiciones que posibilitan esta transición son equivalentes a las mejoras en el sistema de comercio internacional y a la cooperación para el desarrollo económico para así promover la agricultura sostenible. Un entorno propicio para el enverdecimiento de la agricultura tendría que incluir una serie de intervenciones en diferentes puntos a lo largo de toda la cadena de suministro agroalimentaria:

Eliminación de los subsidios de exportación y liberalización comercial en los productos agrícolas

Las actuales políticas multilaterales de comercio mundial se han concentrado en la reducción gradual y la eliminación de barreras tarifarias en un ámbito nacional. Mientras

que dichas políticas tienen por objeto simplificar el comercio, a muchos países en vías de desarrollo les preocupa no estar bien posicionados para beneficiarse de ellas, como sí lo están los países más desarrollados.

Estas preocupaciones son especialmente relevantes mientras los subsidios locales y otros programas de asistencia al productor se mantengan en muchos de los países desarrollados. Estas medidas realmente distorsionan y disminuyen cualquier ventaja competitiva que los países en vías de desarrollo puedan tener. Adicionalmente, los subsidios han reducido de manera efectiva los precios de los productos básicos en el mundo, lo que hace que no sea rentable producir ciertos artículos en muchos países en vías de desarrollo, en especial para los pequeños agricultores. Esta combinación de leyes de comercio internacional y los subsidios nacionales pueden obstaculizar el desarrollo de la agricultura comercial en muchos países en vías de desarrollo y afectar de forma negativa a sus esfuerzos por alcanzar un crecimiento económico y una reducción de la pobreza.

Dichas políticas comerciales y de subsidio necesitan ser reformadas para liberalizar el comercio en los productos y servicios favorables con el medio ambiente, permitiendo a los países en vías de desarrollo proteger algunos cultivos de alimentos domésticos (productos especiales) de la competencia internacional cuando son especialmente importantes para la seguridad alimentaria y el sustento rural. La Organización Mundial de Comercio (OMC) hace ya una exención para países con un PIB per cápita inferior a los 1,000 dólares (Amsden, 2005). Por otra parte, los subsidios agrícolas necesitan ser redirigidos a fomentar la producción de cultivos más diversos con efectos a largo plazo para la calidad del suelo y la mejora del medio ambiente. Por ello, se requiere de un cambio importante en las prioridades de subsidio, para que los gobiernos ayuden a reducir los costos iniciales y los riesgos de los esfuerzos de transición de los pequeños agricultores para la implementación de prácticas agrícolas sostenibles.

La asimetría del poder de mercado

La asimetría del poder de mercado en el comercio es una cuestión importante para la política de competencia de la OMC. La principales empresas se encuentran en países industrializados y mantienen un control significativo sobre los estándares del sistema alimentario y los procesos de regulación en todas las etapas de la cadena de suministro (Gereffi et al., 2005). En tales condiciones de mercado, los productores primarios generalmente se quedan solamente con una fracción del precio internacional del

producto básico. Por esta razón, el grado de la reducción de la pobreza y los beneficios de desarrollo rural por abastecer el comercio mundial han sido limitados. Un estudio reciente (Wise, 2011) muestra que incluso en un país rico en recursos como los EE.UU., a pesar del rápido aumento en los precios de productos alimenticios básicos desde 2006, "los agricultores familiares de pequeña y mediana escala tuvieron menos ingresos en 2009 de los que habían tenido a principios de la década, cuando los precios eran menores". Un sistema de agricultura verde requerirá políticas de comercio que corrijan estas asimetrías crónicas.

Estándares de seguridad alimentaria

Los ya de por sí estrictos estándares de seguridad alimentaria y los sistemas de gestión de logística que se aplican en los mercados internacionales se volverán más sofisticados durante las próximas décadas. En la actualidad, la mayoría de las cadenas de suministro de alimentos nacionales en los países en vías de desarrollo poseen niveles relativamente bajos de seguridad alimentaria y prácticas de tratamiento. Mejorar la capacidad para desarrollar e implementar estándares de seguridad alimentaria y sanitaria, capaces de garantizar el cumplimiento de los requisitos internacionales, puede aumentar las perspectivas de las comunidades de pequeños agricultores para suministrar a los mercados internacionales (Kurien, 2004). Además, es de suma importancia apoyar los esfuerzos internacionales para armonizar la variedad de protocolos y normas de certificación de productos orgánicos y sostenibles. Los actuales procedimientos de certificación fragmentados imponen altos costos de transacción y de reporte en los agricultores, al tiempo que limitan su acceso a los mercados internacionales.

Otra cuestión importante es que los costos de certificación y de reporte son absorbidos por productores sostenibles, mientras que aquellos que contaminan pueden comercializar sus productos libremente. La carga de las pruebas se debe trasladar a los productores que contaminan mediante la introducción de protocolos de certificación y esquemas de etiquetado en los que, como mínimo, se muestren las proporciones de los diferentes insumos agroquímicos utilizados en la producción y procesado de un producto, así como si el producto contiene o no organismos genéticamente modificados (OGM).

Propiedad intelectual

La aplicación del régimen de Propiedad Intelectual (PI) ha restringido, en algunos casos, la accesibilidad de los resultados de la investigación al sector agrícola y que han sido puestos a disposición como bienes públicos. Los derechos de propiedad intelectual del sector privado, y a menudo del sector público, restringen el acceso de muchos países en vías de desarrollo a la investigación, a las tecnologías y a los materiales genéticos.

Apoyar la implementación de la agenda de desarrollo de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y proporcionar un mejor acceso y un uso razonable de la propiedad intelectual que involucra conocimiento tradicional, técnicas agrícolas ecológicas y recursos genéticos dentro de los regímenes internacionales de la propiedad intelectual ayudaría al progreso de las metas de desarrollo y sostenibilidad.

4.2 Políticas nacionales

En cuanto a las políticas públicas nacionales, el desafío más importante es la creación de condiciones que incentiven a aquellos agricultores que adopten prácticas agrícolas ambientalmente benéficas en vez de continuar con prácticas no sostenibles.

Apoyo para la mejora de los derechos de tenencia de la tierra de los pequeños agricultores

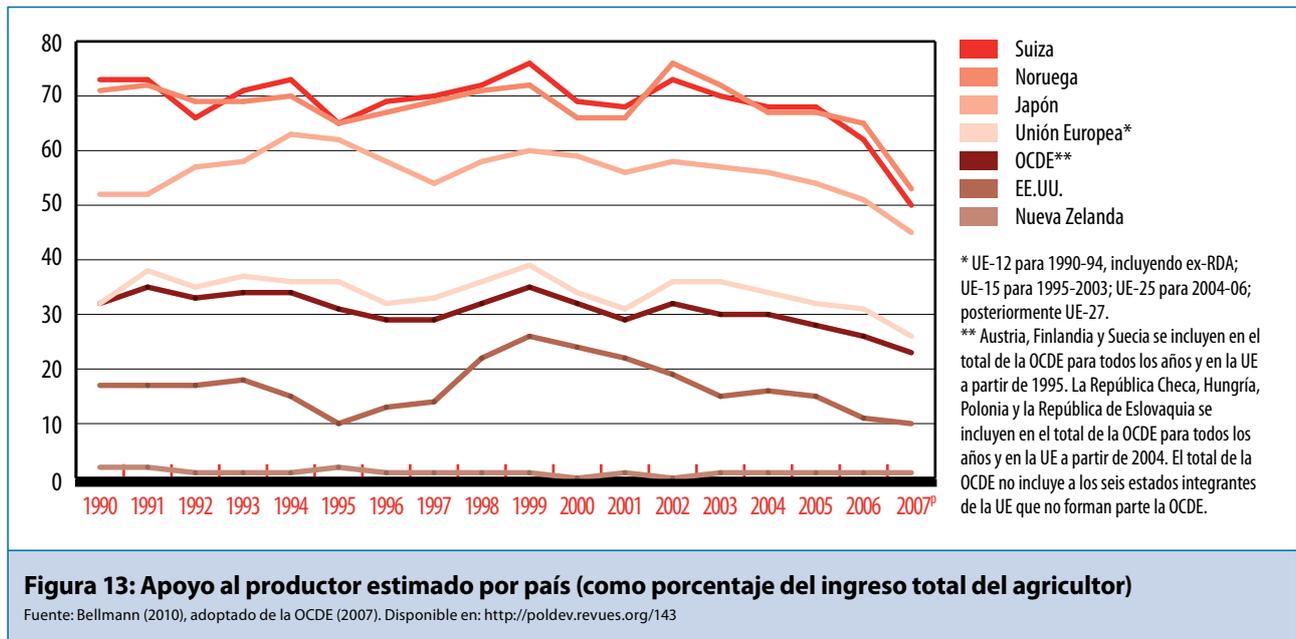
Tendrán que implementarse importantes reformas agrarias con el fin de que los agricultores inviertan capital y mano de obra en la transición de una agricultura café a una agricultura verde, especialmente en los países en vías de desarrollo. A falta de una mayor salvaguarda de los derechos de parcelas de tierra específicas en el futuro cercano, es poco probable que muchos agricultores pobres asuman riesgos y esfuerzos adicionales para construir gradualmente el capital natural de sus explotaciones más allá de un horizonte de uno o dos años.

Impulso a programas para mujeres agricultoras minifundistas

La diversificación de pequeñas explotaciones a menudo requiere de una división de la mano de obra en un ámbito doméstico que puede resultar en una distribución de las funciones administrativas y de las responsabilidades en actividades dentro y fuera de la explotación basada en el género. Esto ha dado como resultado que la mayoría de las explotaciones gestionadas por pequeños agricultores, especialmente en África, sean dirigidas por mujeres. Es importante garantizar los derechos legales colectivos e individuales a la tierra y los recursos productivos (por ejemplo, agua y capital), en especial para las mujeres, las minorías y los pueblos indígenas. Mejorar el acceso de las mujeres al capital de trabajo a través de las microfinanzas es una opción que permitiría a un número mucho mayor de pequeños productores obtener insumos verdes y tecnologías de mecanización. (World Bank, FIDA & FAO, 2009).

Contratación pública de alimentos producidos de manera sostenible

Los programas alimentarios auspiciados por los gobiernos para escuelas e instituciones públicas, y las políticas de contratación pública, deberían fomentar el consumo de alimentos producidos de forma sostenible. El Documento de Estrategia sobre la Contra-



tación Pública, preparado por el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Gobierno de Reino Unido (DEFRA) en enero de 2008, proporciona un buen ejemplo de cómo los productos orgánicos y sostenibles pueden ser apoyados a través de políticas de contratación pública.²¹

4.3 Instrumentos económicos

Las externalidades perjudiciales para el medio ambiente podrían reducirse mediante la introducción de impuestos sobre los insumos de combustibles fósiles y el uso de herbicidas y pesticidas; así como el establecimiento de sanciones específicas por emisiones y contaminación del agua que es resultado de prácticas agrícolas perjudiciales. De manera alterna, las exenciones fiscales para las inversiones en productos de control biológico integrado de plagas; y los incentivos que valoran los usos multifuncionales del terreno agrícola han demostrado ser efectivos para mejorar los ingresos netos (después de impuestos) de los agricultores que practican una gestión sostenible de la tierra. Los países de la OCDE han desarrollado una amplia gama de medidas políticas para abordar las cuestiones ambientales en la agricultura, y que incluyen instrumentos económicos (pagos, impuestos y gravámenes, creación de mercados, permisos negociables), las medidas de base comunitaria, reguladoras e institucionales y de asesoramiento (I+D, asistencia técnica y etiquetado ecológico).

En los países de la OCDE, el desplazamiento parcial del apoyo vinculado a la producción ha hecho posible que el sector agrícola responda de forma óptima a los

mercados mejorando así su crecimiento. Es importante mencionar que algunas medidas de apoyo se han asociado a objetivos ambientales específicos, I+D, información, y asistencia técnica, servicios de inspección de alimentos, biodiversidad, control de inundaciones y sequías; y sumideros para el almacenamiento de carbono y GEI. Existe una necesidad de reforzar estas tendencias recientes en los países desarrollados e implantarlas en aquellos países en vías de desarrollo que ofrecen subsidios agrícolas con el fin de destinar estos fondos a objetivos específicos para un desempeño económico y ambiental más sostenible.

Los PSA pueden incentivar aún más los esfuerzos a la hora de enverdecer el sector agrícola. Este es un enfoque que confirma los valores y recompensa los beneficios de los servicios de los ecosistemas obtenidos mediante prácticas agrícolas verdes (Brockhaus, 2009; Objetivos de Desarrollo del Milenio, 2005). Un objetivo clave de los esquemas PSA es generar flujos de ingresos estables que ayuden a compensar a los agricultores por sus esfuerzos y los costos de oportunidad incurridos al reducir la contaminación ambiental, así como otros costos por externalidades que afectan de manera adversa a los bienes comunes que se comparten en un entorno local, nacional y global. Estos acuerdos de PSA deben ser estructurados de manera que los pequeños agricultores y las comunidades, no solo los grandes terratenientes, sean capaces de beneficiarse.

Las medidas innovadoras de PSA pueden incluir pagos por reforestación hechos por las ciudades a aquellas comunidades situadas en zonas rurales con cuencas hidrográficas compartidas para mejorar el volumen y la calidad de agua para sus consumidores. Actualmente se han implementado elementos importantes de los programas de PSA que incluyen los pagos de servicios

21. El artículo está disponible en <http://www.sustainweb.org/pdf2/org-238.pdf>

ecológicos por parte de los agricultores a los administradores de los bosques para lograr una gestión adecuada del flujo de nutrientes del suelo, métodos para monetizar el secuestro de carbono y ventajas en forma de créditos por la reducción de emisiones para compensar los esfuerzos realizados por los agricultores por restituir y generar materia orgánica del suelo y hacer uso de las prácticas descritas en este capítulo (Pagiola, 2008; Ravnbog et al., 2007).

4.4 Creación de capacidades y concientización

La disponibilidad y las capacidades cualitativas de la mano de obra rural son recursos críticos necesarios para la implementación de prácticas agrícolas verdes. Estas resaltan la importancia de la diversificación de los cultivos y el ganado; la producción local de fertilizantes naturales y otras actividades de uso intensivo en mano de obra. La variabilidad estacional de los cultivos específicos afecta a los excedentes y a una insuficiente mano de obra temporal, que debe ser administrada durante todo el año. La adopción de prácticas de agricultura verde depende en mayor medida del contexto; es decir, de las condiciones específicas regionales y nacionales, ya sea que el trabajo rural constituya una ventaja o un obstáculo para la adopción de estas prácticas. Factores como la edad relativa y la distribución por género de las poblaciones rurales, las condiciones de salud, de alfabetización y de estabilidad familiar, así como la igualdad de género respecto al nivel de acceso a la capacitación y a los servicios financieros, entre otros factores, determinarán el grado en el que las comunidades rurales agrícolas respondan al estímulo público y privado para la adopción de una agricultura verde.

Cadenas de suministro, servicios de extensión y ONG

Las prácticas de cultivo verdes en los países en vías de desarrollo deben ser promovidas y apoyadas mediante la difusión de información y programas de capacitación dirigidos a los agricultores y sus socios dentro de la cadena de suministro. Estos programas de capacitación mejorados y ampliados deben basarse en programas de extensión agrícola establecidos en países donde ya están funcionando. Sin embargo, con el fin de hacer un uso efectivo de los servicios de extensión agrícola existentes, debe reconocerse que algunos que han fracasado en los últimos 50 años debido a la idea generalizada de que los pequeños agricultores necesitan ser 'aleccionados'. El paradigma de la agricultura verde requiere de un aprendizaje participativo en el que los agricultores y los profesionales de las ciencias agroecológicas colaboren para determinar la mejor manera de integrar las prácticas tradicionales y los nuevos descubrimien-

tos de la ciencia agroecológica. También se deben realizar esfuerzos para asociarse con las ONG que apoyan a los agricultores y desarrollan trabajos de campo, así como otras iniciativas de esta naturaleza. De igual manera es importante apoyar a las pequeñas y medianas empresas que están involucradas en el suministro de insumos agrícolas; en especial a aquellos negocios que ofrezcan productos procedentes de la agricultura verde y servicios como auditorías y reporte de certificaciones orgánicas.

Integración de las tecnologías de información y de comunicación con la extensión del conocimiento

Se requiere de apoyo para mejorar el acceso de los agricultores a la información de los mercados, por ejemplo fomentando el uso de las tecnologías de la información, para que así mejoren su conocimiento de los precios de mercado reales, y puedan negociar mejor la venta de sus cosechas con distribuidores y consumidores finales. Existen, por otro lado, oportunidades para estimular la construcción de estaciones meteorológicas de monitoreo telemétrico que puedan mejorar el pronóstico del tiempo en un ámbito nacional y regional, lo que ayudaría a los agricultores a optimizar la siembra, la aplicación de fertilizante y las cosechas, así como otras actividades altamente dependientes del clima. Dichas redes podrían estimular la introducción de servicios financieros innovadores como los seguros de cosechas en función de los patrones meteorológicos, los cuales ayudarían a reducir riesgos asociados a la adopción de las nuevas tecnologías y favorecerían el cambio hacia prácticas verdes y sus métodos de comercialización.

Mejores opciones alimentarias

En una época en la que la salud humana en el mundo se ve minada por la desnutrición y la obesidad, surge una oportunidad de guiar e influenciar el consumo de alimentos más nutritivos y producidos de forma sostenible. La concientización acerca de una mejor alimentación y su disponibilidad a precios asequibles puede reducir y corregir las tendencias de la demanda alimentaria actual. En este sentido, existe la necesidad de invertir en educación pública y en *marketing* para motivar a los consumidores a adoptar hábitos de alimentación más sostenibles (OECD, 2008).

Las prácticas de la agricultura industrial a gran escala dan lugar, en muchos casos, a enormes riesgos para la salud pública debido al uso excesivo de insumos como antibióticos, pesticidas y hormonas sintéticas. No existen políticas ni etiquetas que muestren de forma transparente el nivel de utilización y los residuos de estos insumos. Al introducir esquemas de etiquetado que ayuden a los consumidores a tomar decisiones informadas, el comportamiento del consumidor se modificará drásticamente en favor de una alimentación más segura y saludable.

5 Conclusiones

A modo de conclusión, se requiere urgentemente de una transformación de los paradigmas actuales predominantes en la agricultura debido a que los usos convencionales (de naturaleza industrial) propios del mundo desarrollado han alcanzado niveles de productividad altos gracias al uso excesivo de insumos (algunos de los cuales se sabe que tienen reservas naturales limitadas) como fertilizantes químicos, herbicidas y pesticidas; a una amplia mecanización agrícola; a un alto consumo de combustibles para el transporte; a un mayor consumo de agua, que a menudo excede las tasas de recarga hidrológica; y a variedades de cultivo de mayor rendimiento que provocan un impacto ecológico alto. Asimismo, la agricultura tradicional (de subsistencia) tal como es practicada en la mayoría de los países en vías de desarrollo, en donde tiene una productividad mucho menor, ha derivado en la extracción excesiva de nutrientes del suelo y la conversión de bosques en terrenos de cultivo.

La necesidad de optimizar el desarrollo ambiental de la agricultura se ve reforzada por el acelerado agotamiento de las reservas de bajo costo de petróleo y gas; la continua explotación de nutrientes del suelo; la escasez creciente de agua dulce en muchas cuencas fluviales, la contaminación del agua agravada por una mala gestión de nutrientes y el uso intensivo de pesticidas y herbicidas tóxicos; la erosión; la deforestación tropical en expansión y la generación anual de casi un tercio de las emisiones de GEI en el planeta.

La agricultura basada en la economía verde integra insumos de recursos orgánicos de localización específica y procesos biológicos naturales para mejorar la fertilidad del suelo; alcanzar un consumo más eficiente del agua; incrementar la diversidad de cultivos y ganado; estimular la gestión integrada de plagas y maleza, y promover la creación de empleos en explotaciones pequeñas y familiares.

Una agricultura verde podría alimentar de forma nutritiva a la población mundial hasta 2050 si los esfuerzos de transición en todo el mundo se inician de inmediato, y si dicha transición se realiza de forma cuidadosa. Esta transformación tendría que centrarse, particularmente, en mejorar la productividad agrícola de las explotaciones pequeñas y familiares en regiones en donde las condiciones de una población creciente y de inseguridad alimentaria son más graves. La creación de trabajos rurales iría de la mano con la transición a una agricultura verde, conforme la agricultura orgánica y ambientalmente sostenible genere con frecuencia más rendimientos de

trabajo que la agricultura convencional. Las cadenas locales de suministro de insumos y los sistemas de procesamiento postcosecha generarían nuevas actividades no agrícolas, empresas de valor agregado y empleos de cualificación más alta. Una mayor proporción de los gastos de insumos agrícolas se mantendría dentro de las comunidades locales y regionales; y su consumo sustituiría a muchos de los insumos agroquímicos importados, lo que ayudaría a remediar los desequilibrios de comercio exterior de los países en vías de desarrollo.

Los servicios de ecosistemas y bienes de capital natural se verían mejorados mediante la reducción de la erosión del suelo y de los niveles de contaminación por químicos, una mayor productividad del cultivo y el agua, y la disminución de la deforestación. El enverdecimiento de la agricultura tiene el potencial de reducir sustancialmente las emisiones agrícolas de GEI por medio de la captación anual de cerca de 6,000 millones de toneladas de CO₂ atmosférico. El efecto acumulativo de la agricultura verde a largo plazo proporcionará la capacidad adaptativa de resistencia ante el cambio climático.

Las inversiones son necesarias para mejorar y ampliar las capacidades del lado de la oferta, por medio de capacitación para el agricultor, servicios de extensión, y proyectos de demostración centrados en las prácticas agrícolas verdes que sean adecuadas según las condiciones locales y que alienten tanto a agricultores hombres como mujeres. También se requiere de inversiones para el establecimiento y la creación de capacidades de empresas rurales.

Oportunidades adicionales de inversión incluyen la ampliación de la producción y la difusión de insumos agrícolas verdes (por ejemplo, fertilizantes orgánicos, biopesticidas, etc.), equipos de cultivo de labranza cero, y un mayor acceso a variedades de cultivo y ganado con mayores rendimientos y capacidad de resistencia. Las inversiones en la gestión del almacenamiento postcosecha y equipos de procesamiento, y en mejorar las infraestructuras de acceso a los mercados serían eficaces para reducir las pérdidas y el desperdicio de alimentos.

Además de los bienes de producción, se requieren inversiones para incrementar la investigación y el desarrollo a nivel público e institucional con respecto a la recuperación de nutrientes orgánicos, las dinámicas de fertilidad del suelo, la productividad del agua, la diversidad de cultivo y ganado; el control de plagas biológico e integrado; y las técnicas de reducción de pérdidas postcosecha.

Garantizar los derechos de la tierra y una gestión pública adecuada, así como una infraestructura de desarrollo (como caminos, electrificación, Internet, etc.) son condiciones críticas que hacen posible el éxito, especialmente, en el sector rural y, en particular, en los países en vías de desarrollo. Estas inversiones tendrían beneficios múltiples a través de una amplia gama de objetivos de la economía verde y permitirían la rápida transición hacia el enverdecimiento de la agricultura.

Se requieren políticas públicas que proporcionen a la agricultura subsidios que ayuden a sufragar los costos iniciales de transición asociados a la adopción de prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente. Tales incentivos podrían financiarse por medio de reduc-

ciones correspondientes en los subsidios relacionados con la agricultura, los cuales reducen los costos de los insumos agrícolas y hacen posible su uso excesivo, y promueven prácticas de apoyo a productos de cultivo que se enfocan más en obtener ganancias a corto plazo que rendimientos sostenibles.

Iniciativas de concientización y educación pública son clave en todos los países para hacer frente a la demanda alimentaria de los consumidores. Las inversiones en programas orientados al consumidor, que se concentran en la salud nutricional y en las implicaciones igualdad social y ambiental de los hábitos alimenticios, podrían alentar la demanda local y global de alimentos producidos de forma sostenible.

Referencias

- ACDI/VOCA. (2009). *Smallholder horticulture outgrower promotion (SHOP): Project final report to USAID*. (October, 2009). Washington, DC.
- Adeoti, A., Barry, B., Namara, R., & Kamara, A. (2009). The impact of treadle pump irrigation technology adoption on poverty in Ghana. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 15(4), 357-369. Philadelphia: Routledge.
- Adeoti, A., Barry, B., Namara, R., Kamara, A., & Titiati, A. (2007). *Treadle pump irrigation and poverty in Ghana*. (International water management institute Research Report 117). Colombo, Sri Lanka: IWMI
- Adrian et al. (2010). *Bulletin of the British Ecological Society*, 41(1), 10-13.
- Adrian, M. A., Norwood, S. H., & Mask, P. L. (2005). Producers's perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers Electron. Agric.*, 48, 256-271.
- African Development Bank Group. (2010). *Agriculture sector strategy 2010-2014*. (p. 6). Retrieved October 17, 2011, from <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Policy-Documents/Agri-culture%20Sector%20Strategy%2010-14.pdf>
- Ahlenius, H. (2009). *Trends in food commodity prices, compared to trends in crude oil prices (indices)*. In UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library.
- Ahmed, M. A. M., Ehui, S., & Assefa, Y. (2004). *Dairy development in Ethiopia: Environment and production*. (Technology Division, Discussion Paper No. 123). Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- Ali, F. G. (1999). *Impact of moisture regime and planting pattern on bio-economic efficiency of spring planted sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) under different nutrient and weed management strategies*. (Phd thesis). Faisalabad, Pakistan: Dept. of Agronomy, University of Agriculture.
- Altieri, M. (2008). *Small farms as a planetary ecological asset: Five key reasons why we should support the revitalisation of small farms in the global south*. Penang: Third World Network.
- Amsden, A. H. (2001). *The rise of "The rest": Challenges to the West from late-industrializing economies*. Oxford: Oxford University Press.
- Amsden, A. H. (2005). Promoting Industry under WTO Law. In K. P. Gallagher (Ed.). *Putting development first: The importance of policy space in the WTO and financial institutions*. (p. 221) London: Zed Book.
- Baker, C. J., Saxton, K. E., Ritchie, W. R., Chamen, W. C. T., Reicosky, D. C., Ribeiro, F., ...Hobbs, P. R. (2007). *No-tillage seeding in conservation agriculture*. 2nd edition. Oxfordshire, UK: FAO.
- Balgopal, B., Paraniakas, P., & Rose, J. (2010). *What's next for alternative energy?* Boston, MA: The Boston Consulting Group.
- Banerjee, A. V., (1999). *Land reforms: Prospects and strategies*. (Annual World Bank Conference on Development Economics, Washington, DC; and MIT Department of Economics, Working Paper No. 99-24). doi:10.2139/ssrn.183711
- Baributsa, D., Lowenberg-De-Boer, J., Murdock, L., & Moussa, B. (2010). *Profitable chemical-free cowpea storage technology for smallholder farmers in Africa*. (Fifth World Cowpea Research Conference). Dakar, Senegal: CGIAR.
- Baoua. (2008). *Activity Report: Integrated management of pearl millet head miner*. (March, 2008). The McKnight Foundation, Collaborative Crop Research Program.
- Barrett, C. B. (1993). *On price risk and the inverse farm size: Productivity relationship*. (Staff Paper Series no. 369). University of Wisconsin, Madison, Department of Agricultural Economics.
- Beintema, N., & Elliott, H. (2010). *Setting meaningful investment targets in agricultural research and development: Challenges, opportunities and fiscal realities*. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak978e/ak978e00.pdf>
- Belder, P., Rohrbach, D., Twomlow, S., & Senzanje, A. (2007). Can drip irrigation improve the livelihoods of smallholders? Lessons learned from Zimbabwe. *Journal of SAT Agricultural Research*, 68. Bulawayo, Zimbabwe: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A., Smith, P. (2008). *Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential*. Greenpeace.
- Bellmann, C., Biswas, T., & Chamay, M. (2011). Recent Trends in World Trade and International Negotiations. *Revue Internationale de Politique de Développement*. Retrieved September 20, 2011, from <http://poldev.revues.org/143>
- Bennett E., Carpenter S., & Caraco, N. (2001). Human impact on erodable phosphorus and eutrophication: A global perspective. *BioScience*, 51(3), 227.
- Bravo-Ortega, C., & Lederman, D. (2005). *Agriculture and national welfare around the world: Causality and international heterogeneity since 1960*. (Policy research working paper, Series 3499). The World Bank.
- Brockhaus, M., & Botoni, E. (2009). Ecosystem Services: Local Benefits, Global Impacts. *Rural*, 21, 8-11.
- Bruinsma, J. (2009). *The resource outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050?* (Expert Meeting on How to Feed the World in 2050). FAO, Economic and Social Development Department.
- Burneya, J., Wolteringb, L., Burkec, M., Naylora, R., & Pasternak, D. (2009). Solar-powered drip irrigation enhances food security in the Sudano-Sahel. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2013, 110(31), 12513-12517. Retrieved September 6, 2010, from <http://www.pnas.org/content/107/5/1848.full>
- CAADP. (2009). *How are countries measuring up to the Maputo declaration?* (Policy Brief. June 2009).
- Calvert, G. M., Plate, D. K., Das, R., Rosales, R., Shafey, O., Thomsen, C., ... Lackovic, M. (2004). Acute occupational pesticide-related illness in the US, 1998-1999: Surveillance findings from the SENSOR-pesticides programme. *American Journal of Industrial Medicine*, 45, 14-23.
- Cassman, K. G., Dobermann, A., & Walters, D. T. (2002). Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. *AMBIO*, 31, 132-140.
- Cervantes-Gody, D., & Dewbre, J. (2010). *Economic importance of agriculture for poverty reduction*. (OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers No. 23).
- CGIAR. (2011). *Mapping hotspots of climate change and food insecurity in the global tropics*. Retrieved from http://ccaafs.cgiar.org/resources/climate_hotspots
- Cheng, C.-H., & Lehmann, J. (2009). Aging black carbon along a temperature gradient. *Chemosphere: Environmental Chemistry*, 75, 1021-1027.
- China's National Pollution Census. (2007). Embassy of the PRC in the USA. Retrieved January 4, 2008, from <http://www.china-embassy.org/eng/xw/t396330.htm>
- Ching, L. (2010). *Climate change implications for agriculture in Sub-Saharan Africa*. FAO.
- Clark, S., Klonsky, K., Livingston, P., & Temple, S. (1999). Crop-yield and economic comparisons of organic, low-input, and conventional farming systems in California's Sacramento Valley. *American Journal of Alternative Agriculture*, 14(3), 109-121.
- Clark, S., & Alexander, C. (2010). *The profitability of transitioning to organic grain crops in Indiana*. (Purdue Agricultural Economics Report).
- Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. (2007). *Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture*. London: Earthscan.
- Cordell, D., & Drangert, J. O., & White, S. (2010). *The story of phosphorus: Sustainability implications of global phosphorus scarcity for food security*. Institute for Sustainable Futures.
- Cornia, G. A. (1985). Farm size, land yields and the agricultural production function: An analysis for fifteen developing countries. *World Development*, 13(4), 513-534.
- Daberkow, S. G., & McBride, W. D. (2001). Adoption of precision agriculture technologies by U.S. farmers. In P. C. Robert, et al., (Eds.). *Precision agriculture*. (Proc. Int. Conf., Minneapolis, 16-19 July 2000). [CD-ROM]. Madison, Wisconsin: ASA.
- DEFRA. (2008). *The strategic paper on public procurement*. (English Organic Action Plan Steering Group (OAPSG), January 2008). Retrieved from <http://www.sustainweb.org/pdf2/org-238.pdf>
- De Groote, H., Muller, D., Gbongboui C., & Langewald J. (2001). Participatory development of a biological control strategy of the variegated grasshopper in the humid tropics in West Africa. *Crop Protection*, 21, 265-275. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/ar>

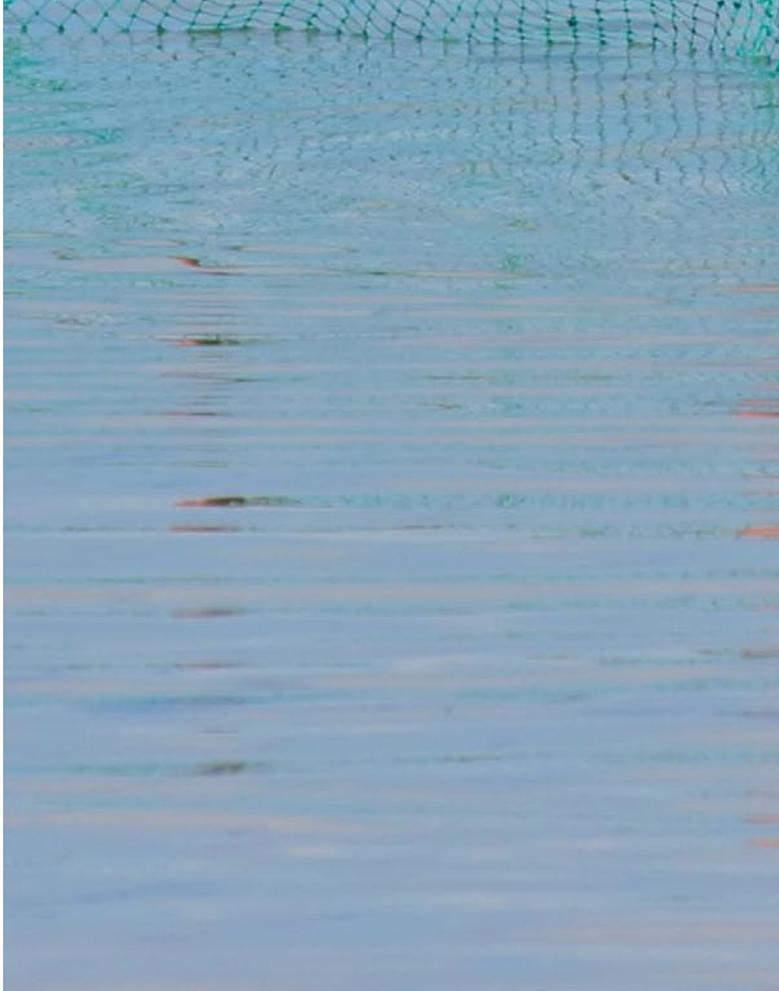
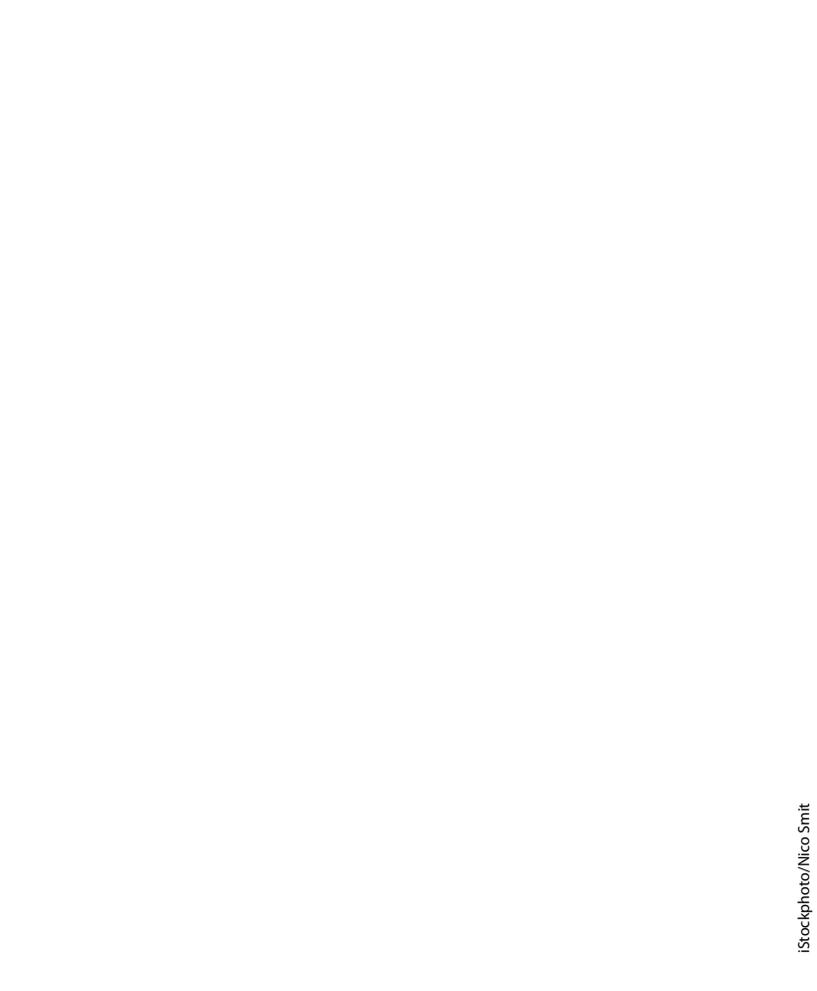
- ticle/pii/S0261219401000916
- Delgado, C. L., Hopkins, J. C., & Kelly, V. A. (1994). *Agricultural growth linkages in sub-Saharan Africa*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Delgado, C., Hazell, P., Hopkins, J., & Kelly, V. (1994). Promoting intersectoral growth linkages in rural Africa through agricultural technology and policy reform. *American Journal of Agricultural Economics*, 76, 1166-71.
- Dieu, D., Wandji, N., Lapbim Nkeh, J., Gockowski, J., & Tchouamo, I. (2006). *Socio-economic impact of a cocoa integrated crop and pest management diffusion knowledge through a farmer field school approach in Southern Cameroon*. International Association of Agricultural Economists.
- Dimitri, C., Efland, A., & Conklin, N. (2005). The 20th century transformation of U.S. agriculture and farm policy. *Electronic Information Bulletin*, 3.
- Dobbs, T. L., & Smolik, J. D. (1996). Productivity and profitability of conventional and alternative farming systems: A long-term on-farm paired comparison. *Journal of Sustainable Agriculture*, 9(1), 63-79.
- Dodds, W. K., Bouska, W. W., Eitzmann, J. L., Pilger, T. J., Pitts, K. L., Riley, A. J., ...Thornbrugh, D. J. (2009). Eutrophication of U.S. Freshwaters: Analysis of Potential Damages. *Environmental Science & Technology*, 43(1), 12-19.
- Dreze, J., & Sen, A. K. (1989). *Hunger and public action*. Oxford: Clarendon Press.
- Drinkwater, L. E., Wagoner, P., & Sarrantonio, M. (1998). Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature*, 396, 262-265.
- Easterling, W. E., Aggarwal, P. K., Batima, P., Brander, K. M., Erda, L., Howden, S. M., ...Tubiello, F. N. (2007). Food, fibre and forest products. In M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, & C. E. Hanson (Eds.), *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 273-313). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Edwards, S. (2007). *The impact of compost use on crop yields in Tigray, Ethiopia*. (Institute for Sustainable Development [ISD]. Proceedings of the International Conference on Organic Agriculture and Food Security). Rome: FAO. Retrieved from ftp://ftp.fao.org/paia/organica/gofs/02-Edwards.pdf
- Ellis, F. (1993). *Peasant economics: Farm households and agrarian development*. (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Emmanuel, D. M., & Violette, R. (2010). *Exploring the global food supply chainmarkets, companies, systems*. 3D Publishing. Retrieved from http://www.3dthree.org/pdf_3D/3D_ExploringtheGlobalFoodSupplyChain.pdf
- Ensor, J. (2009). *Biodiverse agriculture for a changing climate*. Rugby, UK: Practical Action Publishing.
- Erenstein, O., Sayre, K., Wall, P., Dixon, J., & Hellin, J. (2008). Adapting no-tillage agriculture to the conditions of smallholder maize and wheat farmers in the tropics and sub-tropics: No-till farming systems. *World Association of Soil and Water Conservation. Special Publication*, 3, 263.
- Ericksen, P. J. (2006). *Conceptualizing food systems for global environmental change (GEC) research*. (GECAFS Working Paper 2). Oxford: Environmental Change Institute.
- Eyhorn F., Mader, P., & Ramakrishnan, M. (2005). *The impact of organic cotton farming on the livelihoods of smallholders*. (FIBL Research Report, October 2005).
- Eziakor, I. G. (1990). Comparative analysis of the effectiveness of manual versus mechanized tillage among Third World smallholders: A case study in Bauchi State of Nigeria. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 31, 301-312.
- Falkenmark, M., & Rockström, J. (2004). *Balancing water for humans and nature*. London: Earthscan.
- FAO. (1994). *Land degradation in south Asia: Its severity, causes and effects upon the people*. Rome: FAO. Retrieved from http://www.fao.org/docrep/V4360E/V4360E00.htm
- FAO. (2002). *World agriculture towards 2015/2030*. Rome: FAO.
- FAO. (2006). *World Agriculture: Towards 2030/2050: Interim report*. (An updated version, with extension of projections to 2050, of two of the key chapters [2 and 3] of the study. In J. Bruisnama (Ed.), *World Agriculture: Towards 2015/30*. London: Earthscan.
- FAO. (2007). *International Conference on Organic Agriculture and Food Security*. May 3-5, 2007. Rome:FAO. Retrieved from ftp://ftp.fao.org/paia/organica/gofs/OFS-2007-5.pdf
- FAO. (2008). *Agricultural mechanisation in Africa: Time for action planning investment for enhanced agricultural productivity*. (Report of an Expert Group Meeting, January 2008.) Vienna, Austria.
- FAO. (2008). *Household metal silos: Key allies in FAO's fight against hunger*. Rome: FAO/AGST.
- FAO. (2009). *Feeding the world, eradicating hunger*. (World Summit on Food Security November 16-18. WSFS 2009.inf/2). Rome: FAO.
- FAO. (2010). *The state of food insecurity in the world: Addressing food insecurity in protracted crises*. Rome:FAO. Retrieved from http://www.fao.org/docrep/013/i1683e/i1683e.pdf
- FAO & ILO. (2009). *Safety and Health*.
- FAOSTAT. (2004). *Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Statistical Databases*. Retrieved from http://faostat.fao.org
- FAOSTAT. (2007). *Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Statistical Databases*. Retrieved from http://faostat.fao.org/site/377/default.aspx#ancor
- Faruqee, R., & Carey, K. (1997). *Land markets in South Asia: What have we learned*. (World Bank Research Paper # 1754). Washington, DC.
- Feder, G. (1985). The relationship between farm size and farm productivity. *Journal of Development Economics*, 18, 297-313.
- Foresight. (2011). *The future of food and farming: Challenges and choices for global sustainability*. London: The Government Office for Science.
- Frear, C., Zhao, Q., Chen, S. (2010). *An integrated pathogen control, ammonia and phosphorus recovery system for manure and/or organic wastes*. (Washington Bioenergy Research Symposium, Washington State University). Seattle, WA.
- Gaiha, R. (2006). A review of employment guarantee scheme in Maharashtra. In Islam, N., *Reducing rural poverty in Asia: Challenges and opportunities for microenterprises and public employment schemes*. New York: Food Press.
- Galea, S., & Vlahov, D. (2005). *Handbook of urban health: Populations, methods, and practice*. New York: Springer Science+Media.
- Galinato S. P., Yoder, J. K., & Granatstein, D. *The economic value of biochar in crop production and carbon sequestration*. (Working Paper 2010). Retrieved from http://ideas.repec.org/p/wsu/wpaper/sgalina-to-2.html.
- García-Mozo, H., Mestre, A., Galán, C. (2010). Phenological trends in southern Spain: A response to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150, 575-580.
- Gebreegiabher, T., Nyssen, J., Govaerts, B., Getnet, F., Behailu, M., Haile, M., & Deckers, J. (2009). Contour furrows for in situ soil and water conservation: Tigray, Northern Ethiopia. *Soil & Tillage Research*, 103, 257-264.
- Geneva International Programme on Chemical Safety/World Health Organisation. (2004). *Epidemiology of pesticide poisoning: Harmonized collection of data on human pesticide exposure in selected countries*. Geneva International programme on Chemical Safety/WHO.
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12, 78-104.
- Ghosh, P. K., Dayal, D., Bandyopadhyay, K. K., & Mohanty, M. (2006). Evaluation of straw and polythene mulch for enhancing productivity of irrigated summer groundnut. *Field Crops Research*, 99, 76-86.
- Giampietro, M., & Pimental, D. (1994). *The tightening conflict: Population, energy use and the ecology of agriculture*. Retrieved from http://www.dieoff.com/page69.htm
- Gliessman, S. R., & Rosemeyer, M. (2009). *The conversion to sustainable agriculture: Principles, processes, and practices*. Advances in Agroecology [Series].
- Glover, J. D., Reganold, J. P., Bell, L. W., Borevitz, J., Brummer, E. C., Buckler, E. S., ...Xu, Y. (2010). Increased food and ecosystem security via perennial grains. *Science*, 328, 1638-1639
- Godonou, I., James, B., Atcha-Ahowé, C., Vodouhè, S., Kooyman, C., Ahanchédé, A., & Korie, S. (2009). Potential of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates from Benin to control *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Crop Protection*, 28, 220-224.
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ...Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327, 812.
- Goskomstat [State Statistical Committee]. (2002). Rossiyskiy statisticheskyy ezhegodnik (*Russian statistical yearbook* [in Russian]). Moscow. Government of China. (2007). *Pollution Census 2007*. Retrieved from http://www.i-sis.org.uk/full/chinasPollutionFull.php
- Grabski, A., & Desborough, P., (2009). The impact of 14 years of conventional and no-till cultivation on the physical properties and crop

- yields of a loam soil at Grafton NSW, Australia. *Soil and Tillage Research*, 104, 180-184.
- Granastein, D., Kruger, C., Collins, H., Garcia-Perez, M., & Yoder, J. *Use of biochar from the pyrolysis of waste organic material as a soil amendment*. Retrieved from <http://www.ecy.wa.gov/biblio/0907062.html>
- Hall, K. D., Guo, J., Dore, M., & Chow, C. C. (2009). The progressive increase of food waste in America and its environmental impact. *PLoS ONE*, 4(11), e7940. doi:10.1371/journal.pone.0007940
- Hasan, R., & Quibria, M. G. (2004). Industry matters for poverty: A critique of agricultural fundamentalism. *Kyklos*, 57(2), 253-64.
- Henaos S., & Arbelaez, M. P. (2002). Epidemiological situation of acute pesticide poisoning in the Central American Isthmus, 1992-2000. *PAHO Epidemiology Bulletin*, 23, 5-9.
- Herren, H., & Osman-Elasha, B. (2010). Agriculture at a crossroads: International assessment of agricultural knowledge: Science and technology for development. IAASTD.
- Hill, H. (2009). *Comparing energy use in conventional and organic cropping systems*. NCAT. Retrieved from www.attra.ncat.org/attra-pub/PDF/croppingystems.pdf
- Hines, R., & Pretty, J. (2008). *Organic agriculture and food security in Africa*. New York: UNEP.
- Hines, R., Pretty, J., & Twarog, S. (2008). *Organic agriculture and food security in Africa*. New York: United Nations.
- Ho, M. W. (2010). *China's pollution census triggers green five-year plan*. Institute of Science in Society.
- Howard, P. H. (2009). Visualizing consolidation in the global seed industry: 1996-2008. *Sustainability*, 1, 127.
- IAASTD. (2009a). *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development: Agriculture at a crossroads*. Washington, DC: IAASTD.
- IAASTD. (2009b). *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development: Agriculture at a crossroads: Global summary for decision makers*. Washington, DC: IAASTD.
- ICARDA. (2009). Review of agriculture in the dry areas: Minimum tillage, maximum benefits. *Caravan*, 26, 19-21.
- ICROFS. (2010). *How organic agriculture contributes to economic development in Africa*. (Fact Sheet 4, February, 2010). International Center for Research in Organic Food Systems.
- IEA (International Energy Agency) Renewable Energy Division. (2010). *Sustainable production of second-generation biofuel: Potential and perspectives in major economies and developing countries*. Paris: OEDC/IEA.
- IFAD (International Fund for Agricultural Development). (2001). *Rural poverty report 2001: The challenge of ending rural poverty*. Rome: IFAD.
- IFAD. (2003). *IFAD Press Release 05/03*. Rome: IFAD Governing Council Annual Meeting. Retrieved from <http://www.ifad.org/media/press/2003/5.htm>
- IFAD. (2010a). *Land conservation and smallholder rehabilitation in Ghana*. Rural Poverty Portal.
- IFAD. (2010b). *Soaring food prices and the rural poor: Feedback from the field*. Retrieved from <http://www.ifad.org/operations/food/food.htm>
- ILO. (2008). *Promotion of rural employment for poverty reduction*. (Report IV). Geneva.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007a). *Climate Change 2007: The Impacts, Adaptation and Vulnerability*. (Working Group II Fourth Assessment Report). Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007b). *Climate Change 2007: The physical science basis: Summary for policy makers*. (Working Group I Fourth Assessment Report). Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007c). *IPCC Synthesis Report. Climate Change 2007*. (An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Valencia, Spain, November 12-17, 2007).
- Irz, X., Lin, L., Thirtle, C., & Wiggins, S. (2001). Agricultural growth and poverty alleviation. *Development Policy Review*, 19(4), 449-466.
- ISIS. (2010). *ISIS Report*. March 24, 2010. Retrieved from <http://www.isis.org.uk/full/chinasPollutionFull.php>
- ITC & FiBL. (2007). *Organic Farming and Climate Change*. Retrieved October 18, 2011, from <https://www.fibl-shop.org/shop/pdf/mb-1500-climate-change.pdf>
- Jayne, T. S., Yamano, T., Weber, M., Tschirley, D., Benfica, R., Chapoto, A., & Zulu, B. (2003). Smallholder income and land distribution in Africa: implications for poverty reduction strategies. *Food Policy*, 28, 253-275.
- Johansson, R. C., Tsur, Y., Roe, T. L., Doukkali, R., & Dinar, A. (2002). Pricing irrigation water: a review of theory and practice. *Water Policy*, 4(2), 173-199.
- Johnson, K. A., & Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73, 2483-2492.
- Kader, A., & Rolle, R. (2004). *The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce*. Rome: FAO.
- Kar, G., Singh, R., & Verma, H. N. (2004). Alternative cropping strategies for assured and efficient crop production in upland rainfed rice areas of eastern India based on rainfall analysis. *Agricultural Water Management*, 67, 47-62.
- Kasterine, A., & Vanzetti, D. (2010). The effectiveness, efficiency and equity of market-based and voluntary measures to mitigate greenhouse gas emissions from the agri-food sector. In United Nations Conference in Trade and Development (UNCTAD), *Trade and Environment Review 2010*. Geneva: UNCTAD.
- Kay, M., & Brabben, T. (2000). *Treadle pumps for irrigation in Africa*. IPTRID. (Knowledge synthesis report No. 1, October 2000).
- Kerdchoechuen, O. (2005). Methane emissions in four rice varieties as related to sugars and organic acids of roots and root exudates and biomass yield. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 108, 155-163.
- Khan, Z. R., Pickett, J. A., Wadhams, L. J., Hassanalia, A., Midegaa, C. A. O. (2006). Combined control of *Striga hermonthica* and stemborers by maize: *Desmodium* spp. intercrops. *Crop Protection*, 25, 989-995.
- Khan, Z. R., Midegaa, C. A. O., Amudavi, D. M., Njuguna, E. M., Wanyama, J. W., & Pickett, J. A. (2008). Economic performance of the 'push-pull' technology for stemborer and striga control in smallholder farming systems in western Kenya. *Crop Protection*, 27, 1084-1097.
- Knudsen, M. T., Halberg, N., Olesen, J. E., Byrne, J., Iyer, V., & Toly, N. (2005). Global trends in agriculture and food systems. In N. Halberg, H. F. Alroe, M. T. Knudsen, & E. S. Kristensen, (Eds.), *Global development of organic agriculture: Challenges and promises*. UK: CABI.
- Kono, D. Y. (2009). Protection for whom? The uses and abuses of sanitary and phyto-sanitation standards in the WTO. (Oxford-Princeton Conference on Global Trade Ethics and the Politics of WTO Reform. February 19, 2009).
- Krishna, A., & Uphoff, N. (2002). Mapping and measuring social capital through assessment of collective action to conserve and develop watersheds in Rajasthan, India. In C. Grootaert, & T. van Bastelaer, (Eds.), *The role of social capital in development: An empirical assessment*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kurien, V. (2004). Chairman's speech: 30th Annual General Body Meeting on June 8th, 2004. India: GCMMF Retrieved from <http://www.amul.com/kurien-annual04.html>
- Küstermann, B., Kainz, M., & Hülsbergen, K. J. (2008). Modelling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 23, 38-52.
- La Rovere, R., Kostandini, G., Abdoulaye, T., Dixon, J., Mwangi, W., Guo, Z., & Bänziger, M. (2010). *Potential impact of investments in drought tolerant maize in Africa*. Addis Ababa, Ethiopia: CIMMYT.
- Lal, R. (2008). Soil Science: Management and Conservation. In W. G. Pond, B. L. Nichols, & D. L. Brown, (Eds.), *Food for all: Culture, science and technology of food in the 21st Century*.
- Lal, R. (2009). Ten tenets of sustainable soil management. *Journal of soil and water conservation*, 64(1).
- LaSalle, T. J., & Hepperly, P. (2008). *Regenerative organic farming: A solution to global warming*. Rodale Institute.
- Lele, U., & Agarwal, M. (1989). *Smallholder and large scale agriculture in Africa: Are there trade-offs between growth and equity?* (MADIA Discussion Paper). Washington, DC: World Bank
- Li, X., Gong, J., Gao, Q., & Li, F. (2001). Incorporation of ridge and furrow method of rainfall harvesting with mulching for crop production under semiarid conditions. *Agricultural Water Management*, 50(3), 173-183.
- Lipton, M. (1977). *Why poor people stay poor: Urban bias in world development*. Cambridge: Harvard University Press.
- LUBILOSA. (1999). *Biological Locust and Grasshopper Control Project*. (Green Muscle: User Handbook). Retrieved from <http://www.lubilosa.org/Userhb.pdf>
- Lyson, T. A. (2005). *Systems perspectives on food security*. Paper presented at the New Perspectives on Food Security Conference, Glynwood Center, 12-14 November (pp. 65-68). Cold Spring, NY: Glynwood.

- Lundqvist, J., de Fraiture, C., & Molden, D. (2008). *Saving water: From field to fork: Curbing losses and wastage in the food chain*. (Policy Brief). SIWI.
- MacDonald, D. M. (2004). *Agri impact assessment study for organic cotton farmers of Kutch & Surendranagar*. Agrocel Industries.
- Machethe, C. L. (2004). *Agriculture and poverty in South Africa: Can agriculture reduce poverty?* Paper presented at the conference, Overcoming Underdevelopment, October 28–29, 2004. Pretoria, South Africa.
- Maisiri, N., Senzanje, A., Rockstrom J., & Twomlow S. J. (2005). On farm evaluation of the effect of low cost drip irrigation on water and crop productivity compared to conventional surface irrigation system. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30, 783–791.
- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S., & Lehmann, J. (2010). Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. *Plant and Soil*, 333(1-2), 117-128.
- Marcoux, A. (1998). *Population change: Natural resources: Environment linkages in East and Central Africa*. Population Programme Service (SDWP), FAO Women and Population Division.
- Markandya, A., Setboonsarng, S., Hui, Q. Y., Songkranok, R., & Stefan, A. (2010). *The costs of achieving the Millennium Development Goals through adopting organic agriculture*. (ADB Working Paper 193). Tokyo: Asian Development Bank Institute.
- Markheim, D., & Riedl, B. (2007). *Farm subsidies, free trade, and the Doha round*. (WEBMEMO #1337. February 5, 2007). The Heritage Foundation.
- McKinsey & Co. (2009). *Charting our water future: Economic frameworks to inform decision-making*. Retrieved from http://www.mckinsey.com/App_Media/Reports/Water/Charting_Our_Water_Future_Execpercent20Summary_001.pdf (p. 19).
- McKnight Foundation CCRP. (2008) *Activity report: Integrated management of pearl millet head miner*. The McKnight Foundation. Retrieved from http://mcknight.ccrp.cornell.edu/programme_docs/project_documents/WAF_06-011_IPM/06-011_IPM_yr2_07-08_vweb_E.pdf
- McKnight Foundation CCRP. (2010). CCRP Quarterly Newsletter, January-March 2010. The McKnight Foundation, Collaborative Crop Research programme. Retrieved from http://mcknight.ccrp.cornell.edu/programme_docs/QN/10/QN1_10_3jun10.pdf
- McNellis, P. E. (2009). *Foreign investment in developing country agriculture: The emerging role of private sector finance*. (FAO Commodity and Trade Policy Research Working Paper No. 28). Rome: FAO.
- Mejia, D. J. (2003). *An overview of rice post-harvest technology*. Rome: FAO Agriculture and Consumer Protection Department.
- Mendoza, T. C. (2002). *Comparative productivity, profitability and energy use: Intensity and efficiency of Organic, LEISA and Conventional rice production in the Philippines*. Paper presented during the 14th IFOAM Organic World Congress, Victoria, Canada, August 21-24, 2002.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being*. Washington, DC: Island Press.
- Millennium Project Task Force on Hunger. (2004). *Halving hunger by 2015: A framework for action*. (United Nations Millennium Project Interim Report). New York.
- Miller, N., Robertson, G. P., Grace, P., Gehl, R., & Hoben, J. (2010). *Nitrogen fertilizer management for nitrous oxide mitigation in intensive corn production: An emissions reduction protocol for US Midwest agriculture*. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change.
- Minami, K., & Neue, H. U. (1994). Rice paddies as a methane source. *Climatic Change*, 27(1), 13-26. Retrieved from <http://www.springerlink.com/content/t74hv70425426w4/>
- MOI. (n. d.). *Agriculture*. Ministry of Information, Government of Malawi. Retrieved June, 2005, from <http://www.sdn.org.mw/min-informaton/agri.htm>
- Moyo, R., Love, D., Mul, M., Mupangwa, W., & Twomlow, S. (2006). Impact and sustainability of low-head drip irrigation kits in the semi-arid Gwanda and Beitbridge Districts, Mzingwane Catchment, Limpopo Basin, Zimbabwe. *Phys Chem Earth, A/B/C*, 31(15-16), 885–892.
- Mrabet, R. (2008). No-Till Practices in Morocco. In T. Goddard, M. Zebisch, Y. Gan, W. Ellis, A. Watson, S. Sombatpanit (Eds.), *No-Till Farming Systems* (p. 393). World Association of Soil and Water Conservation. Special Publication 3.
- Mrabet, R., & El Brahli, A. (2001). *Soil and crop productivity under contrasting tillage management systems in semiarid Morocco*.
- Nagayets, O. (2005). *Small farms: Current status and key trends*. (Information Brief Prepared for the Future of Small Farms, Research Workshop, Wye College, June 26-29, 2005). International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Narayanan, S., & Gulati, A. (2002). *Globalization and the smallholders: A review of issues, approaches, and implications*. (Markets and Structural Studies Division Discussion Paper No. 50). Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Nellemann, C., MacDevette, M., Manders, T., Eickhout, B., Svihus, B., Prins, A. G., & Kaltenborn, B. P. (Eds). (2009). *The environmental food crisis: The environment's role in averting future food crises*. (A UNEP rapid response assessment). United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.
- Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., ... Lee, D. (2009). *Climate change impact on agriculture and costs of adaptation*. IFPRI.
- Nemes, N. (2009). *Comparative analysis of organic and non-organic farming systems: A critical assessment of farm profitability*. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/ak355e/ak355e00.pdf>
- Neufeldt, H., Wilkes, A., Zomer, R. J., Xu, J., Nang'ole, E., Munster, C., & Place, F. (2009). *Trees on farms: Tackling the triple challenges of mitigation, adaptation and food security*. (World Agroforestry Centre Policy Brief 07). Nairobi, Kenya: ICRAF.
- Niggli, U., Fließbach, A., Hepperly, P., & Scialabba, N. (2009). *Low greenhouse gas agriculture: Mitigation and adaptation potential of sustainable farming systems*. Rev. 2, April 2009. Rome: FAO. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai781e/ai781e00.pdf>
- Norgaard, R. B. (1988). Economics of the cassava mealybug (*Phaenacoccus manihoti*; Hom.: Pseudococcidae) biological control programme in Africa. *Biocontrol*, 33(1), 3-6.
- Norse, D., Li, J., Jin, L., & Zhang, Z. (2001). *Environmental costs of rice production in China*. Bethesda: Aileen Press.
- NRC. (2010). *Toward sustainable agricultural systems in the twenty first Century*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Oberholtzer, L., Dmitri, C., & Green, C. (2005). *Price premiums hold on as U.S. organic produce market expands*. Electronic Outlook Report, Economic Research Service/USDA.
- OECD. (1997). *Environment benefits from agriculture*. (Working papers from the Helsinki Seminar). OECD/GD (97)110, Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2007). *Agricultural policies in OECD countries: Monitoring and evaluation* (pp. 213- 221). Paris: OECD.
- OECD. (2008). *Environmental Performance of Agriculture in OECD Countries Since 1990*. Paris: OECD Publishing. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/61/21/44254899.pdf>
- OECD. (2008). *Household behaviours and the environment: Reviewing the evidence*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2009). *Agricultural policies in OECD countries: Monitoring and evaluation*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2010). *Agricultural policies in OECD countries: At a glance*. Paris: OECD Publishing.
- Offenheiser, R. (2007). Don't feed the greed: End subsidies to wealthy. *Des Moines Register*. Gannet, 8 November 2007.
- Opschoor, J. B. (2007). *Environment and poverty: Perspectives, propositions and policies*. (Working Paper No. 437). The Hague: Institute of Social Studies.
- Pagiola, S. (2008). Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics*, 65(4), 712-724.
- Panin, A. (1995). Empirical evidence of mechanisation effects on smallholder crop production systems in Botswana. *Agricultural Systems*, 41, 199-210.
- Pauchard, A., Aguayo, M., Pena, E., & Urrutia, R. (2006). Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepcion, Chile). *Biological Conservation*, 127, 272-28
- Perrings, C. (1999). *The economics of biodiversity loss and agricultural development in low income countries*. UK: University of York, .
- Pimentel, D., Berardi, G., & Fast, S. (1983). Energy efficiency of farming systems: Organic and conventional agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 9(4), 358-372.
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., & Seidel, R. (2005). Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, 55, 573-582.
- Portmann, F., Siebert, S., & Döll, P. (2009). MIRCA2000: Global monthly irrigated and rainfed crop areas around the year 2000: A new high-resolution data set for agricultural and hydrological modelling. *Global Biogeochemical Cycles*. In revision.
- Prebish, R. (1962). *The economic development of Latin America and its principal problems*. Santiago, Chile: Economic Commission for Latin America.

- Pretty, J. (2006). *Agroecological approaches to agricultural development*. Retrieved from <http://www.rimisp.org/getdoc.php?docid=6440>
- Pretty, J., Brett, C., Gee, D., Hine, R., Mason, C., Morison, J., ...Dobbs, T. (2001). Policy Challenges and Priorities for Internalizing the Externalities of Modern Agriculture. *Journal of Environmental Planning and Management*, 44(2), 263-283.
- Pretty, J., Ball, A., Lang, T., & Morison, J. (2005). Farm costs and food miles: An assessment of the full costs of the UK weekly food basket. *Food Policy*. Retrieved from http://ernaehrungsdenkwerkstatt.de/fileadmin/user_upload/EDWText/Personen/Lang_Tim_Pretty_Food_Policy_Food_Miles_UK_2005_Final.pdf
- Pretty, J., Nobel, A. D., Bossio, D., Dixon, J., Hine, R. E., Penning De Vries, F. W. T., & Morison, J. I. L. (2006). Resource conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environmental Science and Technology*, 40, 1114-1119.
- Rahman, S. (2009) Whether crop diversification is a desired strategy for agricultural growth in Bangladesh? *Food Policy*, 34, 340-349.
- Postel, S. (2001). Drip Irrigation for Small Farmers. A New Initiative to Alleviate Hunger and Poverty. *Water International*, 26(1), 3-13.
- Raj, D. A., Sridhar, K., Ambatipudi, A., & Brenchandran, S. (2005). *Case study on organic versus conventional cotton in Karimnagar, Andhra Pradesh, India*. Paper presented at the Second International Symposium on Biological Control of Arthropods, Davos, Switzerland, September 12-16, 2005 (pp. 302-317). Washington, DC: USDA Forest Service.
- Ravnborg, H., Damsgaard, M., & Raben, K. (2007). *Payments for ecosystem services: Issues and pro-poor opportunities for development assistance*. (DIIS Report 2007: 6). Copenhagen: Danish Institute for International Studies.
- Reganold, J. P. (1992). *Effects of alternative and conventional farming systems on agricultural sustainability*. Pullman, WA: Washington State University, Department of Crop and Soil Sciences.
- Rockström, J., Falkenmark, M., Karlberg, L., Hoff, H., Rost, S., & Gerten, D. (2009). Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change. *Water Resources Research*, 45,16.
- Rodulfo, V. A. Jr., Geronimo, B. C. (2004). AMDP presents R&D prospects and SCU'S role in Philippine agriculture and fisheries modernization. *Philippine Agricultural Mechanisation Bulletin*, 10(2), 3-6.
- Rosset, P. M. (1999). *The multiple functions and benefits of small farm agriculture in the context of global trade negotiations*. Policy brief prepared for FAO/Netherlands Conference on Agriculture and Land, Maastricht, Netherlands, September 12-17, 1999.
- Rost, S., Gerten, D., Bondeau, A., Lucht, W., Rohwer, J., & Schaphoff, S. (2008). Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system. *Water Resources Research*, 44(9).
- Rost, S., Hoff, D. G. H., Lucht, W., Falkenmark, M., & Rockström, J. (2009). Global potential to increase crop production through water management in rainfed agriculture. *Environ. Res. Lett.*, 4 (4) 044002.
- Ruttan, V. (1977). The green revolution: Seven generalizations. *International Development Review*, 19, 16-23.
- Sahota, A. (2009). The global market for organic food and drink. In H. Willer, & L. Kilcher (Eds.), *The world of organic agriculture: Statistics and emerging trends 2009*. Frick, Switzerland: FiBL.
- Scialabba, N. (2007). *Organic agriculture and food security*. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/012/ah952e.pdf>
- Scialabba, N., & Müller-Lindenlauf, M. (2010). Organic agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25(2), 158-169.
- Scialabba, N. et al. (2008). *Draft project proposal: Organic research centres alliance*. Rome: FAO.
- Seo, N. S. (2010). Is an integrated farm more resilient against climate change? A micro-econometric analysis of portfolio diversification in African agriculture. *Food Policy*, 35, 32-40.
- Shah, T. et al., (2005). *Social impact of technical innovations: Study of organic cotton and low cost drip irrigation in the agrarian economy of West Nimar Region*. International Development Enterprises.
- Sharma, N. K., Singh, P. N., Tyagi, P. C., & Mohan S. C. (1998). Effect of leucaena mulch on soil-water use and wheat yield. *Agricultural Water Management*, 35, 191-200.
- Sherwood, S., Cole, D., Crissman, C., & Paredes, M. (2005). Transforming potato systems in the Andes. In J. Pretty (Ed.) *The pesticide detox*. London: Earthscan.
- Shiva, V. (1989). *The violence of the green revolution: Ecological degradation and political conflict in Punjab*. Dehra Dun: Research Foundation for Science and Ecology.
- Shiva, V., & Jalees, K. (2006). *Farmers' suicide in India*. New Delhi.
- Singer, H. W. (1950). The distribution of gains between investing and borrowing countries. *American Economic Review*, 40, 306-317.
- Singh, H. (2005). Services, Institutions, Intermediation: New Directions. In *The Future of Small Farms*, Research Workshop, Wye College, June 26-29, 2005. International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2020 Vision Initiative and Overseas Development Institute (ODI).
- Singh, H. (2005). Services, institutions, intermediation: New directions. In *The Future of Small Farms*. (Proceedings of a Research Workshop Wye, UK, June 26-29, 2005). Washington, DC: IFPRI.
- Sivanappan, R. K. (1994). Prospects of micro-irrigation in India. *Irrigation and Drainage Systems*, 8(1), 49-58.
- Smith, D. (2008). *GPS sparks big changes*. Retrieved from <http://www.all-business.com/agriculture-forestry/agriculture-crop-production-oil-seed/10597000-1.html>
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., ...Sirotenko, O. (2007). Agriculture. In B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, & L. A. Meyer (Eds.), *Climate change 2007: Mitigation*. (Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Smith, V. H., & Schindler, D. W. (2009). Eutrophication Science: Where do we go from here? *Trends Ecol.*, 24, 201-207. Retrieved January 21, 2011, from <http://www.jlakes.org/web/EutrophicationScience-TIEE2009.pdf>
- Spencer, D. (2002). The future of agriculture in Sub-Saharan Africa and South Asia: W(h)ither the small farm? In International Food Policy Research (Ed.), *Sustainable Food Security for All by 2020: Proceedings of an International Conference, September 4-6, 2001, Bonn, Germany*. Washington, DC: IFPRI.
- SRI Homepage. (2010). Retrieved from <http://ciifad.cornell.edu/sri/sripapers.html>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. Rome: FAO.
- Steen, I., & Steen, P. (1998). Phosphorus availability in the 21st century: Management of a nonrenewable resource. *Phosphorus Potassium*, 217, 25-31.
- Stern, N. (2007). *The economics of climate change: The Stern review*. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.
- Sur, S., Bothra, A. K., & Sen, S. (2010). Symbiotic nitrogen fixation: A bioinformatics perspective. *Biotechnology*, 9(3), 257-273.
- Swinton, S. M., & Lowenberg-DeBoer, J. (2001). Global adoption of precision agriculture technologies: Who, when and why. In G. Grenier and S. Blackmore (Eds.), *Third European Conference on Precision Agriculture* (pp. 557-562). Montpellier, France: Agro Montpellier (ENSAM).
- Tegtmeier, E. M., & Duffy, M. (2004). External costs of agricultural production in the United States. *International Journal Of Agricultural Sustainability*, 2(1).
- Tejada, M., Gonzalez, J. L., García-Martínez, A. M., & Parrado, J. (2008). Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. *Bioresource Technology*, 99, 1758-1767.
- The Economist. (2010). *Agricultural subsidies: Ploughing on: The rich world's farmers are still reaping handsome subsidies*. July 1, 2010.
- The New York Times. (2010). *China report shows more pollution in waterways*. February 10, 2010. New York City.
- Thepent, V., & Chamsing, A. (2009). Agricultural mechanisation development in Thailand. (Paper submitted to The Fifth Session of the Technical Committee of APCAE, 14-16 October 2009, Los Banos, Philippines). Bangkok, Thailand: AENRI.
- Tillman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, 671-677.
- Tomich, T. P., Kilby, P., & Johnston, B. F. (1995). *Transforming agrarian economies: Opportunities seized, opportunities missed*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- UN. (2007). *World Urbanization Prospects 2007*. New York: UN. Retrieved January 20, 2009, from http://www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007WUP_Highlights_web.pdf
- UNESCO ECA. (2007). *Africa review report on agricultural and rural development*. (Fifth Meeting of the Africa Committee on Sustainable Development (ACSD-5)/ Regional Implementation Meeting (RIM) for CSD-16 Addis Ababa, 22-25 October 2007).
- UN ESA. (2004). *World Population to 2300*. UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

- UN WomenWatch. (2009). *Women, gender equality and climate change*. Retrieved from http://www.un.org/womenwatch/feature/climate_change/downloads/Women_and_Climate_Change_Factsheet.pdf
- UN-DESA. (2008). *Don't forget the food crisis: New policy directions needed*. (Policy Brief 8, October, 2008). Retrieved from <http://www.un.org/esa/policy/policybriefs/policybrief8.pdf>
- UNEP. (2009). *Agriculture: A catalyst for transitioning to a green economy: A UNEP brief*. Retrieved from www.unep.org/greeneconomy.
- Upadhyay, B. (2004). Gender aspects of smallholder irrigation technology: Insights from Nepal. *Journal of Applied Irrigation Science*, 39(2), 315-327.
- Velarde, S., & Tomich, T. P. (2006). *Sustainable tree crops programme (STCP)*.
- Wade, R. H. (1996). Japan, the World Bank, and the art of paradigm maintenance: The East Asian miracle in political perspective. *New Left Review*, 217, 3-36.
- Wade, R. H. (2004). *Governing the market: Economic theory and the role of government in East Asian industrialization*. Princeton University Press.
- Wall, E., Bell, M. J., & Simm, G. (2008). Developing breeding schemes to assist mitigation. In P. Rowlinson, M. Steele & A. Nefzaoui (Eds.), *Livestock and Global Climate Change*. Penicuik, UK: British Society of Animal Science.
- Wandji Dieu ne dort, N., Lapbim Nkeh, J., & James, J. G. (2006). *Socio-economic impact of a cocoa integrated crop and pest management diffusion knowledge through a farmer field school approach in southern Cameroon*. (Paper prepared for the International Association of Agricultural Economists Conference. Australia. 2006). Retrieved from <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/25418/1/pp060058.pdf>
- Wang, Y., Lin, M., Tian, Z., Elmerich, C., & Newton, W. (Eds.). (2005). *Biological Nitrogen Fixation, Sustainable Agriculture and the Environment*. (Proceedings of the 14th International Nitrogen Fixation Congress. Springer. Dordrecht, Netherlands).
- Wani, S. P., Pathak, P., Sachan, R. C., & Sudi, R. (2009). Opportunities for water harvesting and supplemental irrigation for improving related Agriculture in Semi-arid Areas. In *Rainfed Agriculture: Unlocking the Potential* (p. 198). Reading, UK.
- Weinberger, K., & Lumpkin, T. (2007). Diversification into horticulture and poverty reduction: A research agenda. *World Development*, 35(8), 1464-1480.
- Wilson, D., & Stupnytska, A. (2007). *The N-11: More than an acronym*. (Global Economics Paper 153). Goldman Sachs.
- Wise, A. T., (2011). *Still waiting for the farm boom: Family farmers worse off despite high prices*. Global Development and Environment Institute, Tufts University. Retrieved from <http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/PB11-1FarmIncomeMarch2011.pdf>
- Wiggins, S. (2009). *Can the smallholder model deliver poverty reduction and food security for a rapidly growing population in Africa?* (FAC Working Paper No. 08). Retrieved July, 2010, from http://www.future-agricultures.org/Documents/Smallholder_S-Wiggins_Jul-09.pdf
- World Bank. (2008a). *Global monitoring report 2008: MDGs and the environment: Agenda for inclusive and sustainable development*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2008b). *World development report 2008: Agriculture for development*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2010). *World development report 2010: Development and climate change*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2010). *Agricultural growth and poverty reduction: Additional evidence*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2010). *Rising global interest in farmland: Can it yield sustainable and equitable benefits?* Washington, DC: World Bank.
- World Bank, IFAD & FAO. (2009). *Gender in agriculture sourcebook*. Washington, DC: World Bank. Retrieved from <http://siteresources.worldbank.org/INTGENAGRLIVSOUBOOK/Resources/CompleteBook.pdf>
- WWAP. (2003). *Water for people, water for life: UN world water development report (WWDR)*. Paris: UNESCO.
- Zarea, A., Koocheki A., & Nassiri, M. (2000). Energy efficiency of conventional and ecological cropping systems in different rotations with wheat. In T. Alföldi, W. Lockeretz, & U. Niggli, (Eds.), *IFOAM 2000: The world grows organic*. (Proceedings at the 13th IFOAM Scientific Conference, 28 August 2000).
- Zhao, L., Wu, L., Li, Y., Lu, X., Zhu, D., & Uphoff, N. (2009). Influence of the system of rice intensification on rice yield and nitrogen and water use efficiency with different N application rates. *Experimental Agriculture*, 45(3), 275-286.
- Ziesemer, J. (2007). *Energy use in organic food systems*. Rome: FAO, Natural Resources Management and Environmental Department.





Pesquerías

Inversión en capital natural



Agradecimientos

Autor-coordinador del capítulo: **Dr. Rashid Sumaila**, director de la Unidad de Investigación de Economía Pesquera. Universidad de Columbia Británica (Canadá).

Moustapha Kamal Gueye, del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), organizó el capítulo, incluyendo las revisiones por pares, la interacción con el autor coordinador en las revisiones, la conducción de investigación complementaria y la producción final de este texto.

Los principales autores que contribuyeron con trabajos de apoyo técnico y otros materiales para la redacción del texto han sido: Andrea M. Bassi, John P. Ansah y Zhuohua Tan, de Millennium Institute (EE.UU.); Andrew J. Dyck, de la Universidad de Columbia Británica (Canadá); Lone Grønbaek Kronbak, de la Universidad del Sur de Dinamarca; Ling Huang, de la Universidad de Columbia Británica (Canadá); Mahamudu Bawumia, de la Universidad de Oxford y anteriormente Banco de Ghana; Gordon Munro, de la Universidad de Columbia Británica (Canadá); Ragnar Arnason, de la Universidad de Islandia; Niels Vestergaard, de la Universidad del Sur de Dinamarca; Røgnvaldur Hannesson, de la Escuela Noruega de Economía y Administración de Negocios; Ratana Chuenpagdee, de la Universidad Memorial de Terranova (Canadá) y Centro de Dirección de Costas y Océanos (Tailandia); Tony Charles, Universidad de Saint Mary (Canadá); y William Cheung, Universidad de Anglia del Este (Reino Unido).

Realizaron contribuciones adicionales que beneficiaron la formación del capítulo: Andrés Cisneros-Montemayor, de la Universidad de Columbia Británica (Canadá); Ana Lucía Iturriza, de la Organización Internacional del Trabajo (OIT); Vicky Lam, de la Universidad de Columbia Británica (Canadá); Daniel Pauly, del Centro de Estudios Pesqueros de la Universidad de Columbia Británica

(Canadá); Wilf Swartz, de la Universidad de Columbia Británica (Canadá); Lydia Teh, Universidad de Columbia Británica (Canadá); David Schorr, del Fondo Mundial para la Naturaleza; Reg Watson, del Centro de Estudios Pesqueros, de la Universidad de Columbia Británica (Canadá); y Dirk Zeller, de la Universidad de Columbia Británica (Canadá).

Los siguientes profesionales y expertos en pesquerías realizaron comentarios fundamentales, amplias sugerencias y la revisión del trabajo de pares en el borrador del capítulo: Åsmund Bjordal, del Instituto de Investigación Marina (Noruega); Elisa Guillermina Calvo, del Departamento de Economía de la Pesca del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina; John M. Conrad, de la Universidad Cornell (EE.UU.); Ray Hilborn, de la Universidad de Washington (EE.UU.); Cornelia E. Nauen, de la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea; Jake Rice, del Departamento de Pesca y Océanos de Canadá; y Andrew A. Rosenberg, de Conservación Internacional.

Los siguientes colegas realizaron críticas y comentarios de gran valor: Rolf Willmann, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés); Brand Wagner, de la OIT; Marceil Yeater, de la Secretaría de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, en inglés); Anja von Moltke, del PNUMA; Joseph Alcamo, del PNUMA; Charles Arden-Clarke, del PNUMA; Elizabeth Khaka, del PNUMA; James Lomax, del PNUMA; y Robert Wabunoha, del PNUMA.

Por último, Jacqueline Alder, directora de la División de Ecosistemas Costeros y Marinos del PNUMA, División de Implementación de Políticas Ambientales, hizo comentarios fundamentales y prestó apoyo incondicional a lo largo del proyecto.

Índice

Lista de acrónimos	91
Mensajes clave	92
1 Introducción	94
1.1 Objetivos y organización del capítulo	94
1.2 Revisión del estado de las pesquerías en el mundo	95
2 Retos y oportunidades en las pesquerías en el mundo	97
2.1 Retos	97
2.2 Oportunidades.....	102
3 Caso económico para el enverdecimiento de las pesquerías	104
3.1 Contribución de las pesquerías a la actividad económica	104
3.2 La contribución potencial de rehabilitar y mantener pesquerías.....	104
3.3 Costo del enverdecimiento de las pesquerías en el mundo	106
3.4 Análisis costo-beneficio del enverdecimiento de las pesquerías.....	108
3.5 Ordenamiento pesquero	109
4 Condiciones favorables: instituciones, planeación, reforma política y reguladora, y financiamiento	111
4.1 Construyendo instituciones nacionales, regionales e internacionales eficaces	111
4.2 Reforma reguladora	111
4.3 Economía de las herramientas del ordenamiento pesquero	112
4.4 Administrando el proceso de transición	113
4.5 Aprendizaje de la experiencia internacional exitosa.....	114
4.6 Reforma del financiamiento de pesquerías	115
5 Conclusiones	118
Referencias	119

Lista de figuras

Figura 1: Desembarques y valor de desembarque de las pesquerías marinas en el mundo: 1950-2005	95
Figura 2: Distribución espacial del valor de desembarque de capturas marinas por década	97
Figura 3: Estado de la explotación de la reserva de peces: 1950-2000	98

Lista de tablas

Tabla 1: Principales países/entidades de pesca marina por capacidad de flota	96
Tabla 2: Subsidios a las pesquerías en el mundo	99
Tabla 3: Actividades marinas recreativas basadas en el ecosistema en 2003	103
Tabla 4: Producción de las pesquerías de captura marina por región en el mundo	104
Tabla 5: Pesquerías verdes: cifras clave	105

Lista de cuadros

Cuadro 1: Pesquerías de captura continental	96
Cuadro 2: Subsidios y Pesquerías en Pequeña Escala	100
Cuadro 3: Pesca a pequeña escala en Indonesia	101
Cuadro 4: La mejora de las artes de pesca puede contribuir a pesquerías verdes.	106
Cuadro 5: Pesca ilegal, no denunciada y no regulada, y el enverdecimiento de las pesquerías	109
Cuadro 6: Actualización del derecho internacional sobre reservas de peces compartidas	112

Lista de acrónimos

AMP	Áreas Marinas Protegidas
AMR	Actividad Marítima Recreativa
APP	Asociación Público-Privada
BAU	Escenario base
CCT	Cuota Comunitaria Transferible
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CE	Comisión Europea
CIT	Cuota Individual Transferible
CNI	Consejo Nacional de Investigación
CNUDM	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar
CPPO	Comité Permanente de Pesquerías y Océanos
CTP	Captura Total Permitida
DTP	Derechos Territoriales en Pesquerías
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FMP	Fondo Mundial para las Pesquerías
INDNR	Ilegal, no declarada y no regulada
MCV	Monitoreo, Control y Vigilancia
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OMC	Organización Mundial del Comercio
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ORAP	Organización Regional de Pesca
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPE	Pesquerías en Pequeña Escala
RFA	Reforma Fiscal Ambiental
RME	Rendimiento Máximo Económico
RMS	Rendimiento Máximo Sostenible
T21	Umbral 21 (Treshold 21)
ZEE	Zona Económica Exclusiva

Mensajes clave

1. Las pesquerías son vitales para la sociedad y la economía, proporcionan proteína animal y constituyen un elemento clave para la seguridad alimentaria de más de 1,000 millones de personas en el planeta. La mitad de la población vive en zonas próximas a arrecifes de coral, espacios que ofrecen no solo pesca, sino otros medios de subsistencia como el turismo. Actualmente, las pesquerías de todo el planeta producen ganancias cercanas a los 8,000 millones de dólares, facturación que es realizada por las principales compañías pesqueras del mundo. Gracias a esta actividad se sostienen cerca de 170 millones de empleos de forma directa o indirecta, lo que reporta unos 35,000 millones de dólares en concepto de ingresos familiares al año. Cuando se contabiliza el total de los efectos económicos directos, indirectos e inducidos que se derivan de los recursos pesqueros a escala planetaria, la contribución de este sector a la producción mundial asciende a unos 235,000 millones de dólares por año.

2. Las pesquerías del planeta operan por debajo de su rendimiento en términos económicos y sociales. La actividad pesquera reporta a la sociedad una cifra deficitaria estimada en unos 26,000 millones de dólares al año, una vez deducidos el costo total (90,000 millones de dólares) y los diferentes subsidios distintos a los combustibles (21,000 millones dólares) de los ingresos totales, unos 85,000 millones de dólares que genera la industria. Esta cifra 'negativa' de 26,000 millones de dólares corresponde al estimado de 27,000 millones de dólares en subsidios anuales (que incluyen los citados 21,000 millones de dólares), lo que contribuye directamente a la sobreexplotación de la pesca y el agotamiento de las reservas marinas.

3. Una mayor inversión para alcanzar niveles de sostenibilidad en la pesca garantizará un flujo vital de ingresos a largo plazo. El enverdecimiento del sector precisa de una reorientación del gasto público para fortalecer el ordenamiento de los recursos pesqueros y financiar, de este modo, una reducción de la sobrecapitalización mediante el desmantelamiento de flotas y la reubicación equitativa de empleos a corto plazo. De esta manera, las medidas para enverdecer el sector contribuirán a restituir las reservas ya sobreexplotadas y empobrecidas. Una sola inversión de entre 100,000 y 300,000 millones de dólares reduciría esta sobrecapitalización. Por otro lado, y de forma adicional, esta inversión debería propiciar un aumento en los volúmenes de captura de los 80 millones de toneladas al año actuales a los 90 millones de toneladas previstos para 2050, a pesar de la caída del sector y quedando a la espera de que se regeneren los bancos pesqueros. El valor actual de los beneficios enverdecimiento del sector pesquero es tres a cinco veces los costos adicionales necesarios. En un escenario de mayor gasto -del 0.1 al 0.16 por ciento del PIB- durante el periodo de 2010 a 2050 para reducir la flota de buques, reubicar y crear nuevos puestos de trabajo y mejorar el ordenamiento de reservas con el fin de incrementar las capturas a medio y largo plazo, se lograría una tasa de empleo más alta del 27 al 59 por ciento en relación con lo esperado para 2050. En este mismo escenario, alrededor del 70 por ciento del total de recursos pesqueros

que se calcularon para 1970 estarían disponibles para 2050 (entre 50 y 90 millones de toneladas por año), por un 30 por ciento bajo el escenario base (BAU) en el que no se asumen actividades adicionales para el ordenamiento de reservas.

4. El enverdecimiento del sector pesquero incrementaría drásticamente la renta de recursos de las pesquerías en el mundo. Los resultados perfilados en este capítulo indican que el enverdecimiento de las pesquerías a escala mundial podría incrementar las rentas totales de sus recursos de una cifra negativa de 26,000 millones de dólares a una cifra positiva de 45,000 millones de dólares por año. En este escenario, el valor total añadido a la economía mundial procedente de la pesca se estima en 67,000 millones de dólares al año. Incluso sin considerar el impulso potencial de las actividades pesqueras recreativas, los multiplicadores y valores no comerciales que con probabilidad tendrían lugar, los beneficios potenciales de este enverdecimiento de las pesquerías son de, al menos, cuatro veces el costo de la inversión requerida.

5. Existen herramientas de ordenamiento y fuentes de financiamiento que pueden ser empleadas para llevar al sector pesquero mundial de su actual estado de bajo rendimiento hacia un sector verde que ofrezca mayores beneficios. Además de eliminar aquellos subsidios ecológicamente dañinos, es posible adoptar una serie de políticas y medidas regulatorias para restablecer el potencial de las pesquerías. En un ámbito general, diferentes estudios económicos demuestran que las Áreas Marinas Protegidas (AMP), por ejemplo, pueden ser altamente beneficiadas en ciertas condiciones, como una inversión en la capacidad reproductiva de las especies. En la actualidad, las AMP alcanzan menos del uno por ciento de los océanos del mundo. Para aprovechar al máximo estas áreas protegidas como herramienta de ordenamiento, la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (WSSD, por sus siglas en inglés) celebrada en 2002, acordó la puesta en marcha de una red global de AMP con una cobertura del 10 al 30 por ciento de los hábitats marinos para 2012. A finales de 2010 en la reunión del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) -organizada en Nagoya (Japón)- este plazo fue prorrogado hasta 2020, con una reducción de la meta al diez por ciento.



1 Introducción

1.1 Objetivos y organización del capítulo

El objetivo de este capítulo es mostrar el valor económico y social de las pesquerías y, lo que es más importante, realizar una estimación del valor potencial tanto económico y social del sector en un nuevo escenario de economía verde. Establecer las condiciones que serán necesarias para el cambio de las pesquerías hacia un futuro más sostenible es crucial; y este capítulo propone cómo diseñar y proveer de incentivos apropiados al sector, generar reformas y canalizar inversiones.

Los objetivos específicos del capítulo son:

- Obtener una mejor comprensión de la contribución y el impacto de las pesquerías marinas en la economía mundial;
- Demostrar los beneficios potenciales de un ordenamiento sostenible de la actividad y los recursos pesqueros en relación con economías nacionales, regionales, y, finalmente, en un contexto globalizado;
- Estimar los requisitos financieros para invertir en la conservación de pesquerías y propiciar un uso sostenible; y compararlas con los beneficios económicos, sociales y ambientales obtenidos a largo plazo; y
- Demostrar que los beneficios económicos que se derivan de una inversión en la mejora y ordenamiento de las pesquerías a largo plazo superan los costes a corto plazo.

El sector pesquero se compone de tres partes principales: 1) captura marina, 2) captura continental, y 3) acuicultura. Este informe se centra en las pesquerías marinas. Las pesquerías continentales y la acuicultura se discuten atendiendo en relación con estas últimas.

En este capítulo se exploran las posibilidades para el enverdecimiento de las pesquerías de en el planeta. Se entiende por enverdecimiento de las pesquerías: 1) reconocer que existen límites en los recursos que los océanos y mares nos pueden proporcionar, 2) reconocer que se requiere de la regeneración de las poblaciones de peces con mayor tasa de explotación con el fin de maximizar sus rendimientos y, de este modo, garantizar el suministro futuro, 3) los hábitats esenciales para la vida de las especies marinas necesitan ser protegidos y preservados, y 4) la pesca y otras actividades relacionadas con

especies oceánicas están organizadas para minimizar la emisión de GEI. En el presente informe se hará énfasis en el segundo punto ya que existe un consenso general sobre la situación crítica del sector pesquero a escala planetaria. Atendiendo a este escenario, la sobreexplotación, la contaminación marina y el incremento de las temperaturas en los océanos y mares amenazan a un 63 por ciento de las reservas pesqueras estimadas en el mundo (Worm et al., 2009). No obstante, son varias las pesquerías que han demostrado estar bien administradas y que constituyen un referente de esfuerzo por llevar su actividad hacia un modelo más verde y sostenible. Las especies marinas constituyen uno de los recursos más importantes del planeta. Más allá de su papel decisivo en los ecosistemas marinos y de agua dulce, su contribución es clave para la salud de una parte importante de la población mundial. Los recursos pesqueros proporcionan nutrientes y medios de subsistencia a millones de personas en las comunidades costeras, en especial las situadas en el Sur y el Sureste de Asia, en África Occidental y en las islas del Pacífico. Conforme las poblaciones costeras continúen creciendo, los beneficios futuros que estos recursos puedan proporcionar dependerán de la medida en la que sea posible el enverdecimiento de las pesquerías. Este informe presenta una valoración estimada de las contribuciones económicas y sociales de los recursos pesqueros, y lo que supondría el enverdecimiento del sector. Asimismo, se exponen las condiciones institucionales bajo las que es posible aumentar los beneficios económicos, a la vez que se conservan todos estos recursos oceánicos renovables, que son clave para el futuro de todos.

Frecuentemente, administradores y formuladores de política de la industria pesquera se enfrentan a cuestiones como la de sacrificar los recursos marinos a largo plazo en favor de lograr beneficios económicos a corto plazo percibidos por la industria y los consumidores. Lograr una mejor comprensión de la contribución potencial y el impacto de las poblaciones de peces en la economía mundial proporcionará perspectivas sociales y económicas más amplias y duraderas en el tiempo. El objetivo de este informe es mostrar a los formuladores de política que el enfoque de esta economía verde parte de equilibrar las crecientes demandas de pescado con los límites de capacidad de las reservas oceánicas y costeras de peces.

En la Sección 1 se presenta el estado actual de las pesquerías a escala mundial, haciendo énfasis en la captura y los valores de captura; en el empleo y en la contribución del turismo y las actividades de ocio a la economía

mundial. En la Sección 2, se discuten los retos y oportunidades asociados al establecimiento de pesquerías verdes. La Sección 3, trata de escenarios de ajuste de flotas y estimación de costos y beneficios potenciales de la restauración de las pesquerías sobreexplotadas. En la Sección 4, se exploran algunas de las condiciones e instituciones tanto nacionales como internacionales que se requerirían para lograr este nuevo giro del sector. La Sección 4.6 aborda la discusión sobre cómo financiar esta transformación.

1.2 Revisión del estado de las pesquerías en el mundo

La pesca total en pesquerías del mundo¹ aumentó de 16.7 millones de toneladas en 1950 a 80.2 millones de toneladas en 2005, con un máximo de 85.3 millones de toneladas en 1994 (Figura 1). A lo largo de estos 56 años, el pescado ha representado cerca del 86 por ciento del total de los desembarques realizados, de los que crustáceos y moluscos representaron el seis y el ocho por ciento, respectivamente. El valor total de desembarque (valor de la producción bruta) de las pesquerías de captura marina fue de aproximadamente 20,000 millones de dólares² en 1950. Este valor se ha venido incrementando de manera constante hasta llegar a 100,000 millones de dólares a finales de la década de los setenta, y permaneció en ese nivel una década después a pesar de los nuevos aumen-

tos en el total de desembarque (FAO 2005; *Sea Around Us Project*³; Sumaila et al., 2007; Watson et al., 2004).

Desde finales de la década de los ochenta, los valores de desembarque han disminuido de 100,000 a 90,000 millones de dólares en 2005 (Figura 1). La disminución del valor de desembarque a principios de la década de los noventa está relacionada con el aumento en los desembarques de bajo valor de anchoveta peruana, que llegaron a representar más del diez por ciento de los desembarques totales entre 1993 y 1996, con un máximo del 15 por ciento en 1994 (Sumaila et al., 2007; Watson et al., 2004).

En la Tabla 1 (en la siguiente página), se muestran los principales países o entidades políticas por capacidad de flota. Los índices de capacidad de flota en la Tabla 1 son relativos a la capacidad de pesca estimada para España. De ahí que Rusia, a la cabeza de la tabla, posee casi tres veces más la capacidad de España, mientras que EE.UU. posee un 30 por ciento más de capacidad.

Estos diez países o entidades políticas, realizaron alrededor de una tercera parte de las capturas anuales en 2005, con un valor estimado de desembarque de casi el 50 por ciento del total mundial. Esto implica que, para acometer con éxito el enverdecimiento del sector pesquero en el mundo, estos diez países listados en la Tabla 1 deberán comprometerse en un futuro para conseguir estos logros.

1. No se incluye la captura de mamíferos marinos, reptiles, algas y plantas acuáticas.

2. Todos los valores se expresan en dólares reales de 2005.

3. *Sea Around Us Project* compila una base de datos a nivel mundial de la pesca basado en los informes de la FAO y otras fuentes de datos (Pauly, 2007).

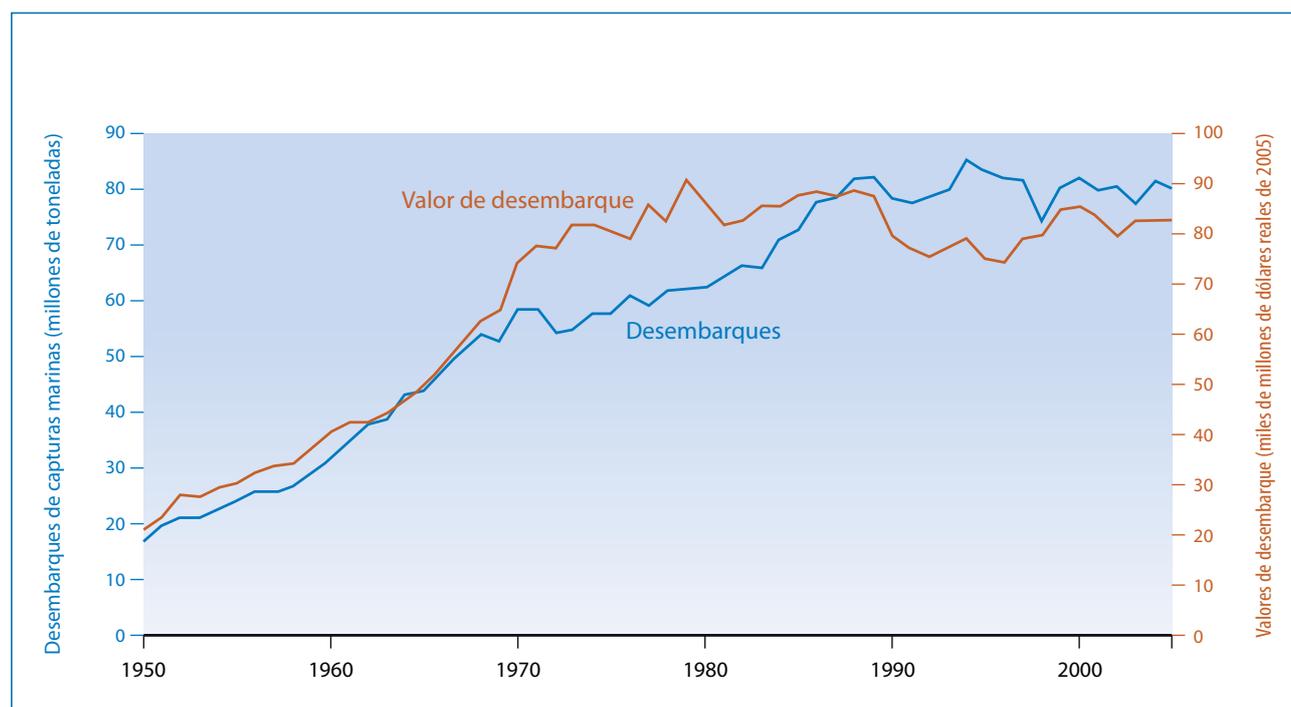


Figura 1: Desembarques y valor de desembarque de las pesquerías marinas en el mundo: 1950-2005

Fuente: Basado en Sumaila et al. (2007) y Watson et al. (2004)

País	Esfuerzo de Pesca (millones de kW en días navegables)	Desembarques (millones de t) ²	Valor de los desembarques (miles de millones de dólares reales de 2005)*
Rusia	432	3	3.2
Japón	398	4	14.4
China	301	10	15.2
Taiwán	261	1	2.7
EE.UU.	225	4.8	4.2
España	147	0.9	1.3
República de Corea	138	1.6	2.5
Francia	116	0.6	1
Nueva Zelanda	115	0.5	1.1
Italia	100	0.3	1

* El total de desembarques en el mundo fue de 80.2 millones de toneladas en 2005 con un valor estimado de 94,800 millones de dólares.

Tabla 1: Principales países/entidades de pesca marina por capacidad de flota

Fuente: Basado en Sumaila et al. (2007), Watson et al. (2004) y Anticamara et al. (2010)

Cuadro 1: Pesquerías de captura continental

Las pesquerías continentales son cada vez más importantes debido al aumento del consumo per cápita y la imposibilidad de una buena parte del mundo de adquirir otra fuente de proteína animal. En un informe reciente sobre el *Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estimó que las pesquerías continentales generaron un total de diez millones de toneladas en desembarques por año; el equivalente al 11 por ciento de la pesca total en pesquerías continentales y marítimas (FAO, 2009). Se estima que el Sistema Fluvial del Mekong en el Sureste asiático, que alberga más de 850 especies de agua dulce incluyendo otras muchas de importancia económica como el bagre y la carpa, genera desembarques pesqueros con un valor aproximado de 2,000 millones de dólares al año (Barlow, 2008).

El Lago Victoria, la segunda masa continental de agua más grande del mundo, contiene más de 500

especies de peces de agua dulce. La perca del Nilo, la tilapia y la dagaa (un pez pequeño parecido a la sardina) son muy solicitadas en las pesquerías comerciales, con un total de desembarques de más de un millón de toneladas al año y un valor de entre 350 y 400 millones de dólares⁴. Desafortunadamente, los valores estimados de los desembarques de captura continental deberán ser analizados con cautela debido a la falta de datos oficiales en muchos países. Por esta razón, es extremadamente complicado incluir a las pesquerías de captura continental dentro de un análisis global del sector pesquero. Sin embargo, algunos conceptos provenientes de las pesquerías de captura marina tales como capacidad excesiva o sobrecapacidad y subvenciones son aplicables a las pesquerías continentales.

4. Organización de pesquerías del Lago Victoria, disponible en: <http://www.lvfo.org>

2 Retos y oportunidades en las pesquerías en el mundo

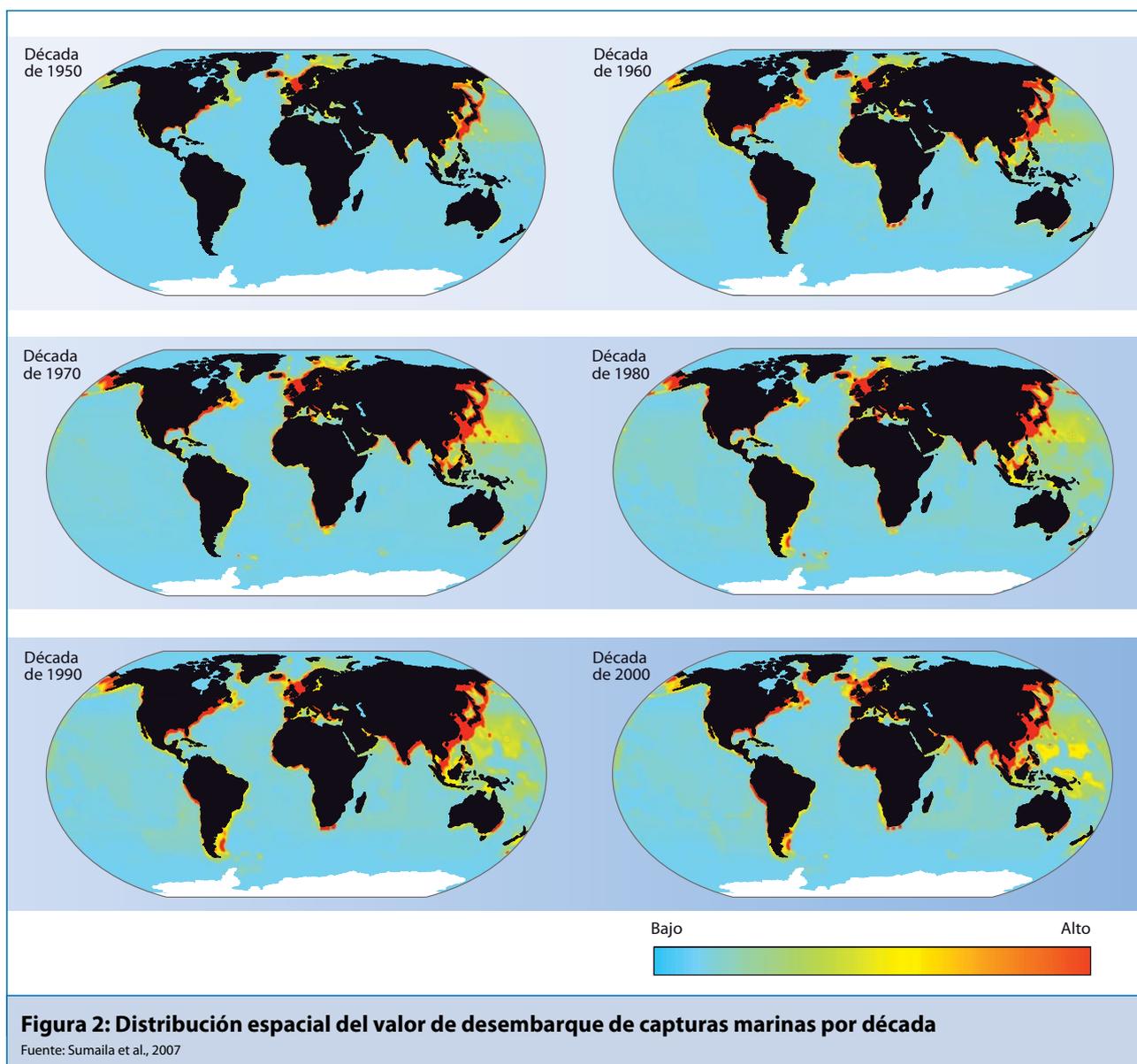
2.1 Retos

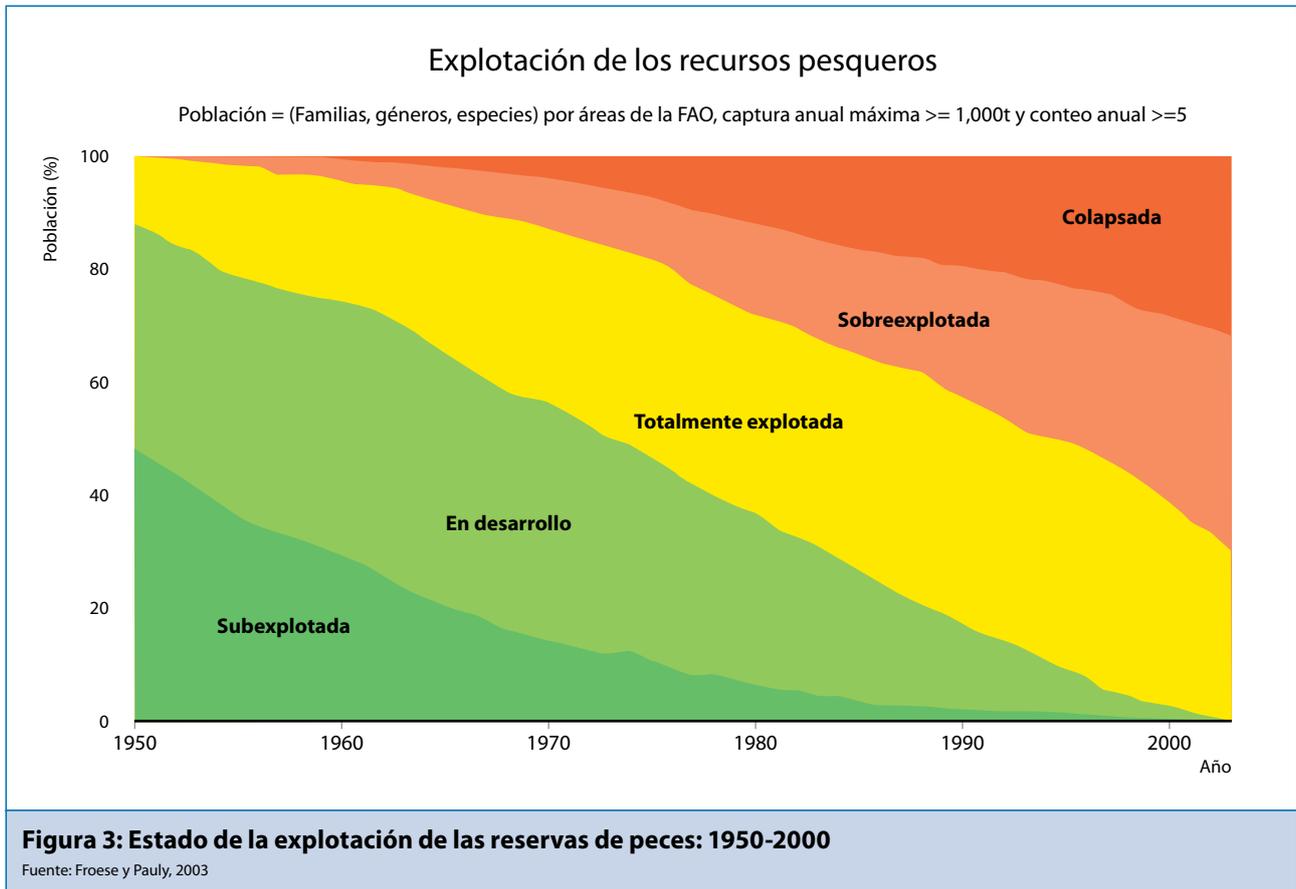
Sobrepesca

La actividad pesquera se expandió a principios de la década de los setenta, particularmente en Asia y a lo largo de la costa chilena, con la captura masiva de grandes cantidades de anchoveta; así como en la costa de África Occidental. En 2005, se produjo una contracción de las áreas de alto valor. A pesar de todo, ha habido una considerable expansión de las pesquerías en alta mar, en su mayoría en aguas del Atlántico Norte y el Pacífico Sur. Los mapas en la Figura 2 representan los valores anuales de desembarque

de pesquerías en el mundo por década desde 1950 hasta 2005. En los seis mapas pueden observarse las concentraciones del valor de captura en áreas costeras productivas de Europa y Asia, así como en las áreas que se caracterizan por la aparición de aguas ricas en nutrientes en la costa occidental de América del Sur.

La expansión espacial de pesquerías marinas alrededor del mundo oculta, en parte, cómo se ha ido extendiendo la sobreexplotación pesquera. (Swartz et al., 2010). De hecho, la FAO considera que solo alrededor del 25 por ciento de las reservas comerciales, en su mayoría de es-





peces de bajo precio, son infrautilizadas; el 52 por ciento son explotadas sin posibilidad de expansión; y el 19 por ciento ya están sobreexplotadas. Un ocho por ciento están agotadas (FAO, 2009). Algunos estudios estimaron que para 2003, un 29 por ciento de la pesquerías mundiales habían sufrido un colapso, en relación con que sus niveles de capturas eran menores a la décima parte de las capturas máximas registradas (Worm, 2006).

En el escenario base (BAU), tal como es presentado en el capítulo 'Modelación', la mitad de los recursos registrados en 1970 estaría disponible para 2015, y solo una tercera parte en 2050. Prácticas agresivas como pescando hacia abajo en la cadena alimentaria, en la que se eliminan especies desde las más grandes hasta llegar a las más pequeñas, pueden traer consigo cambios importantes en el equilibrio de los ecosistemas marinos. (Hannesson, 2002; Pauly et al., 1998).

El colapso de las poblaciones de bacalao en Terranova (Canadá) en 1992 arrasó a las comunidades locales y sus repercusiones económicas todavía se dejan sentir mucho más allá de la costa atlántica canadiense. Cerca de 40,000 personas perdieron sus empleos, las localidades costeras sufrieron un descenso de población de hasta un 20 por ciento y el contribuyente canadiense tuvo que pagar una factura de miles de millones de dólares para afrontar las consecuencias de este desplome (Mason, 2002; Rice et al., 2003; SCFO, 2005). A pesar de la moratoria sobre la pesca de bacalao desde 1992, las reservas todavía no han

conseguido recuperarse a los niveles anteriores al colapso (Charles et al., 2009).

Poner fin a la pesca de especies vulnerables y, en la actualidad, sobreexplotadas, así como establecer las condiciones para que las reservas puedan regenerarse, son los principales objetivos que se deberán cumplir de forma paralela al gran volumen de demanda de pescado. Explicar la magnitud del problema es un reto tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo. Además, catalizar una reforma política es particularmente difícil aun cuando existen temores legítimos de que las reservas pesqueras no puedan recuperarse, incluso si se introducen prohibiciones sobre la pesca en determinadas áreas.

Subsidios

Los subsidios a las pesquerías se definen como las transferencias financieras, directas o indirectas, que las diferentes entidades públicas proporcionan al sector para que este genere más beneficios de los que obtendría por otras vías (Milazzo, 1998). Estas transferencias son diseñadas ya sean para reducir los costos de la pesca o bien para incrementar los ingresos. Además, se podrían considerar como subsidios los pagos indirectos que benefician a los pescadores como los programas de ordenamiento y desmantelamiento de flota. Los subsidios han sido foco de atención internacional debido a su complejo papel en el comercio, la sostenibilidad y el desarrollo socioeconómico (UNEP, 2003, 2004, 2005, 2011).

Es un hecho ampliamente reconocido que las pesquerías del mundo se encuentran sobrecapitalizadas, lo que ha causado el agotamiento de los recursos pesqueros (Hatcher & Robinson, 1999; Munro & Sumaila, 2002); y son muchas las razones que explican esta disminución. Sin embargo, la contribución de los subsidios a la expansión del capital y la sobrepesca son factores que no pueden ser desatendidos (Milazzo, 1998; WWF, 2001). Los subsidios a las pesquerías en el mundo han sido estimados en 27,000 millones de dólares en 2003 (Sumaila et al., 2010). Para la cuenca Asia-Pacífico, se han proporcionado estimaciones regionales de alrededor de 12,000 millones de dólares (APEC, 2000), y de 22,500 millones de dólares para el Atlántico Norte (Munro & Sumaila, 2002).

Khan et al. (2006) clasificaron los subsidios en tres categorías según su efecto potencial sobre la sostenibilidad de los recursos y los etiquetaron como 'buenos', 'malos' y 'feos'. Los primeros promueven la conservación y la recuperación de las reservas pesqueras (por ejemplo, subsidios que financian un ordenamiento eficaz de las pesquerías o las AMP). Los segundos conducen a la sobreexplotación a través de subsidios a los combustibles; y, por último, los denominados feos, que pueden afectar tanto a la conservación como a la sobrepesca de una determinada población de peces. Un ejemplo podría ser el subsidio de recompra, que conducen a una capacidad excesiva si no son diseñados de manera adecuada. (Clark et al., 2005).

El reto proviene del hecho de que una vez que los subsidios ya han sido concedidos, éstos se convierten en derechos; y, desde una perspectiva política, su retiro implica una gran dificultad. Solo acciones concertadas por parte de organizaciones civiles, organismos internacionales y gobiernos pueden ejercer una presión fundamental para la erradicar estos subsidios. Por otra parte, una estrategia que puede ser útil es mantener la suma del subsidio dentro de la comunidad pesquera para redireccionar las actividades que generan sobrepesca a un aumento de las reservas de peces. Esto puede lograrse mediante la conversión de los subsidios malos en buenos, al usar los primeros como medios para financiar programas de transición que ayuden a los pescadores a adoptar una gestión de la pesca más verde, y a desarrollar otras actividades o alternativas no pesqueras para su sustento.

Pesquerías en Pequeña Escala (PPE)

Una cuestión clave para analizar cualquier zona costera está relacionada estrechamente con las denominadas Pesquerías en Pequeña Escala (PPE) locales ya que, aunque proporcionan alimentos cruciales, sostienen a las economías regionales, promueven valores sociales y culturales en dichas zonas a pesar de verse amenazadas. Esto plantea lo que sin duda es un reto socioeconómico de gran envergadura: cómo balancear las necesidades presentes y futuras de los recursos pesqueros.

Tipo	Total mundial (miles de millones de dólares)
Buenos	7.9
Malos	16.2
Feos	3.0
Total	27.1

Tabla 2: Subsidios a las pesquerías en el mundo

Fuente: Sumaila et al., 2010

Hay muchas definiciones acerca de lo que podrían ser las PPE. Sin embargo, lo que comúnmente caracteriza a este tipo de pesquerías es un uso más intensivo de la mano de obra y menos intensivo de capital, así como que están más ligadas a comunidades costeras y tienden a ser menos dinámicas (Berkes et al., 2001; Charles, 2001; Pauly, 2006). Otros términos, en ocasiones usados para este tipo de pesquerías, son: artesanales (versus industriales), costeras o litorales.

Mientras que todas las pesquerías se enfrentan a una serie de desafíos, para las PPE la mayoría de estos retos están relacionados con factores externos *per se* dentro de un sistema socioecológico más amplio (McConney & Charles, 2009). Entre estos retos se encuentran: (1) los efectos negativos de las grandes flotas industriales, generalmente extranjeras, que agotan las reservas costeras de peces y, en algunos casos, destruyen las artes de pesca tradicionales; (2) la degradación de los hábitats costeros por contaminación marina, el desarrollo de zonas urbanas, la cría intensiva de camarón, el turismo, la extracción de recursos en zonas de manglar...etc., lo que provoca una disminución de las reservas de peces; (3) retos de infraestructura como las limitaciones al transporte de productos pesqueros; y (4) otras fuerzas globales como el cambio climático y la globalización de los mercados de pescado, que pueden afectar de manera negativa a las PPE.

Además, la sobrepesca en las PPE contribuye al problema en muchos casos. Es importante que aun reconociendo los factores externos antes mencionados, resolver el desafío para las PPE requiere de enfoques coordinados y desde múltiples perspectivas que estén dirigidos a mejorar la dirección de las pesquerías en un ámbito local de tal forma que los trabajadores se involucren en el desarrollo y, de este modo, apoyen las medidas de ordenamiento pesquero. Un enfoque integral es, por lo tanto, inevitable.

Ciertas realidades de las PPE imponen no solo retos, sino también nuevas oportunidades:

■ Las PPE carecen relativamente de movilidad y están estrechamente vinculadas a las comunidades costeras. Esto implica que los trabajadores pueden tener pocas alternativas de sustento y dependen en gran medida

de los recursos pesqueros. En ocasiones, esta situación puede conducir a la sobrepesca o a preservar las especies de peces de mayor importancia para la comunidad. La clave consiste en desalentar lo primero y fomentar lo segundo;

■ Las PPE benefician a un gran número de personas, lo que puede obstaculizar los esfuerzos por reducir la pesca cuando sea necesario para garantizar la sostenibilidad ambiental. Por otro lado, el uso intensivo de mano de obra en las PPE significa también que hay menos capital invertido: la capitalización y los subsecuentes pagos de la deuda imponen grandes límites a la flexibilidad en la industria. Además, se pueden atraer a pequeñas organizaciones de pescadores para que desarrollen un papel más constructivo y dinámico en las acciones políticas adoptadas (Salas et al., 2007). Cabe señalar que altos niveles de empleo proporcionados por las PPE pueden ayudar a limitar la explotación de recursos en otros ámbitos costeros. Una vez más, es necesario implantar sistemas de análisis integrados para identificar correctamente estas interacciones (García & Charles, 2007); y

■ Muchas flotas de pesca a pequeña escala pueden agotar las reservas y dañar los ecosistemas marinos. Existe, por lo tanto, un reto inmediato tanto para preservar los ecosistemas como para la sostenibilidad económica. Transitar hacia caminos sostenibles para el futuro

implica mejorar la sostenibilidad ecológica de las PPE. A la vez, las PPE también proporcionan una oportunidad para la mejora medioambiental, que surge de comparar este tipo de pesquerías con su alternativa principal: la pesca industrial que emplea un alto consumo de combustibles. Las pesquerías industriales no solo son una amenaza para los pequeños pescadores, tal y como se ha discutido con anterioridad, sino que contribuyen de manera significativa a externalidades climáticas negativas impuestas por las pesquerías debido al uso intensivo de combustibles; y a la explotación excesiva de recursos de alta mar. Además, sobre la pesquería industrial recae la mayor parte de los subsidios que se conceden en el mundo. En vista de lo anterior, existe una oportunidad para transitar hacia un modelo más sostenible para el futuro, con un enfoque similar al que se ha implantado en Indonesia, en donde las aguas costeras están reservadas para las PPE. Bajo este enfoque, las flotas industriales salen a faenar solo para capturar peces que se encuentran más allá del alcance de las PPE, y siempre que este tipo de pesca sea rentable desde una perspectiva de contabilidad de costos totales (por ejemplo, incluyendo las externalidades negativas que resulten de dicha actividad).

Enverdecimiento de la acuicultura

Según la FAO (2009) la acuicultura suministra alrededor del 50 por ciento de peces y mariscos del mundo. No obstante, un análisis más profundo sobre esta oferta

Cuadro 2: Subsidios y Pesquerías en Pequeña Escala (PPE)

El eventual enverdecimiento de la economía puede proporcionar oportunidades de inversión en las PPE de tal forma que mejoren tanto la sostenibilidad de recursos base como la economía costera y la sociedad en su conjunto. La clave radica en el uso de inversiones para fortalecer la solidez institucional e incentivos adecuados a escala local. Medidas como los subsidios y las estrategias de inversión pueden ser utilizadas en forma de incentivos para orientar el comportamiento humano en una dirección positiva, al apoyar objetivos de largo plazo hacia una actividad pesquera sostenible sin impactos negativos graves. Por ejemplo, esto podría implicar, la provisión de fondos para alentar determinadas acciones, como un cambio en los usos y artes de pesca, por opciones menos perjudiciales; o bien un cambio en los métodos de extracción, por ejemplo, de un método intensivo en el uso de combustibles a otro que potencie la mano de obra.

En el contexto de las PPE, esto implica un análisis cuidadoso para conocer los subsidios que son verdaderamente más sostenibles, equitativos y apues-

tan por la conservación. Por ejemplo, el subsidio a los combustibles es común en la industria pesquera, aunque este tiende a promover la aparición de flotas de uso intensivo de combustibles y capital, lo que conduce no solo a la sobrepesca, sino también a una expansión desigual del poder de captura de algunos (aquellos que pueden beneficiarse de los subsidios) a expensas de otros (con menos acceso al capital). Por otra parte, resultaría muy beneficioso diseñar un subsidio para proporcionar medios de subsistencia más seguros para los pescadores costeros, que además conduzca a un cambio hacia el uso de métodos ecológicamente más acordes con las PPE. El tema de los subsidios tiene que ver además con un equilibrio entre la pesca en pequeña escala y la pesca industrial. En el pasado, los subsidios a la construcción de embarcaciones y a los combustibles llevaron al crecimiento de flotas industriales con uso intensivo de combustible y capital. Una mejor política consistiría en orientar subsidios como incentivos para establecer un equilibrio entre las pesquerías industriales y las PPE, generando, de esta manera, beneficios humanos y ecológicos.

total mundial procedente del sector acuícola, deja al descubierto dos cuestiones preocupantes. En primer lugar, mientras que la oferta disponible procedente de la acuicultura aumenta, la de las pesquerías disminuye. De hecho, hay un cambio casi de uno a uno y en direcciones opuestas. Esto significa que la acuicultura no realiza aportaciones positivas en relación con la oferta mundial de pescado, sino que está desplazando el suministro de peces silvestres.

En segundo lugar, las plantas acuáticas (generalmente algas) representan alrededor del 23 por ciento del aumento registrado en la oferta acuícola. Incluso en Japón, donde su consumo es común, estas no sustituyen la necesidad real por pescado, ya que se usan principalmente como suplementos alimenticios. Si deducimos el 23 por ciento de la oferta acuícola, conformado por algas, se puede comprobar que la oferta total real de pescado procedente del medio silvestre (océanos y mares), y de piscifactorías está disminuyendo.

Hay muchos retos para el sector de la acuicultura como fuente de proteína animal en el marco de una economía verde. Muchos criaderos o granjas aún dependen de las capturas en el medio natural para transformarlas en piensos y aceites destinados a la alimentación de las especies acuícolas. La presencia de enfermedades procedentes de piscifactorías con efectos en las poblaciones silvestres es otro problema. Finalmente, existe la posibilidad de que las piscifactorías puedan contaminar el medio ambiente debido a los residuos que generan. Ante estos retos, es evidente que las actuales prácticas acuícolas deben ser modificadas para lograr el enverdecimiento de la acuicultura.

El sector requiere de 1) organización para garantizar la mínima degradación del medio ambiente (Naylor et al., 1998); 2) poner freno a la cría de peces carnívoros como el salmón, el atún rojo y la lubina salvaje, en tanto que no se desarrollen especies domésticas como fuente de alimentación; 3) implantación de tecnologías integradas que hagan de la acuicultura un sector industrial tan autosuficiente como sea posible, y 4) sistemas de ordenamiento fiables para mejorar las prácticas acuícolas verdes.

El cambio climático y las emisiones de gases de efecto invernadero en las pesquerías

El cambio climático ha comenzado a alterar las condiciones marinas en especial, la temperatura del agua, las corrientes oceánicas, los afloramientos y la biogeoquímica, dando lugar a una crisis de productividad en las pesquerías (Díaz & Rosenberg, 2008). Están bien documentados los cambios en la distribución de las especies motivados por una alteración en la temperatura del mar (Cheung et al., 2009; Dulvy et al., 2008; Perry et al., 2005), al igual que las variaciones en las tasas de crecimiento (Thresher et al., 2007). El cambio climático también puede alterar la fenología de los organismos marinos al crear desajustes entre la disponibilidad de presas y las necesidades de los predadores; y provocar la degradación de arrecifes y la pérdida de hábitats para las especies que allí habitan. Estos cambios podrían modificar la distribución y el volumen de la captura a escala mundial, afectando social y económicamente a las pesquerías (Cheung et al., 2010).

Por ejemplo, estudios recientes revelan que el cambio climático puede dar lugar a pérdidas importantes en

Cuadro 3: Pesca en pequeña escala en Indonesia

La comunidad pesquera de Les se encuentra en el extremo Nororiental de Bali, en Indonesia. Alrededor de 7,000 personas viven en este lugar, de las cuales 1,500 viven de la actividad pesquera en aguas costeras que han sido tradicionalmente ricas en coral, peces y otros organismos marinos. Con 75 hogares en la comunidad participando plenamente en la captura de peces ornamentales, la pesca de comercio para acuarios se ha convertido en una de las principales fuentes de sustento (PNUMA, 2006). Tanto los pescadores de Les como los de comunidades vecinas han ido modificando la pesca pelágica hacia la pesca ornamental conforme se han ido agotando las reservas pelágicas en los caladeros tradicionales. No obstante, peces ornamentales también están siendo amenazados por el daño causado a los arrecifes de coral en las costas, provocado por prácticas como la pesca con

cianuro. Como resultado, sus habitantes se han visto forzados a capturar peces ornamentales a distancias más lejanas a la costa y durante periodos más largos.

La pesca con veneno ha causado pérdidas importantes en los ingresos en Indonesia, donde se estima que la pérdida neta asciende hasta 476,000 dólares por km² (César, 2002). Los autores también estiman que la pérdida neta del deterioro de las pesquerías podría ser de unos 40,000 dólares por km² al año. Dado que Indonesia posee el sistema de arrecifes de coral más grande del mundo, Wicaksono et al. (2001) estiman que el país podría satisfacer el 60 por ciento de la demanda global de peces ornamentales, en comparación con el seis por ciento actual, siempre que sus pesquerías sean ordenadas de manera eficiente.

las rentas, los beneficios y/o los ingresos familiares, aunque estas estimaciones se consideran aún preliminares (Cooley & Doney, 2009; Eide, 2007; Sumaila & Cheung, 2010; Tseng & Chen, 2008).

Se calcula que la flota pesquera mundial contribuye con el 1.2 por ciento de las emisiones globales de GEI (Tyedmers et al., 2005). En este sentido, el reto consiste en buscar nuevas alternativas para reducir esta aportación como el retiro gradual de flotas de arrastre subvencionadas, que son altamente contaminantes atendiendo a cada tonelada de pescado desembarcada.

2.2 Oportunidades

El enverdecimiento de las pesquerías en el mundo ayudará a restituir los ecosistemas marinos dañados. De ser administradas de forma inteligente, las pesquerías sostendrán a un número mayor de comunidades y empresas, con lo que se generarán más empleos y aumentarán los ingresos familiares, en particular para aquellos que se dedican a la pesca artesanal.

Empleos respaldados por las pesquerías en el mundo

Las pesquerías del mundo proporcionan medios de subsistencia a millones de personas en las zonas costeras y contribuyen de manera significativa a la economía nacional. Representan una red de seguridad para la población más pobre del mundo, al proveer de ingresos en efectivo, y ser una fuente de nutrición, especialmente, en épocas de crisis financiera. Las pesquerías saludables son un pilar decisivo en el sistema de bienestar nacional, en términos de empleo directo, servicios secundarios y de procesado; así como otras actividades de subsistencia. En general, el pescado proporciona a más de 2,900 millones de personas cerca del 15 por ciento del consumo medio per cápita de proteína animal (FAO, 2009). El efecto de un colapso en las pesquerías sería devastador. Unos 144 países en el mundo poseen pesquerías marinas que emplean a trabajadores locales y extranjeros por igual. Se estima que en 2006, cerca de 35 millones de personas estaban involucradas en las pesquerías de manera directa, a tiempo completo o tiempo parcial, en la producción primaria.

Atendiendo a las actividades postcaptura y a los dependientes de los trabajadores en la industria, el número de personas que, directa o indirectamente, recibe apoyo de la pesca es de aproximadamente 520 millones, lo que representa casi el ocho por ciento de la población mundial (FAO, 2009).

En la mayoría de los países de mediano y bajo ingreso se ha experimentado un aumento constante de empleos, mientras que en la mayor parte de los países industria-

lizados la tendencia ha sido hacia una disminución del número de empleados en pesquerías de captura. Por ejemplo, desde 1970 el número de trabajadores se ha reducido en un 61 por ciento en Japón, y en un 42 por ciento en Noruega (FAO, 2009).

Recreación y turismo

En los últimos años la popularidad de las Actividades Marítimas Recreativas (AMR) como la pesca deportiva, el avistamiento de ballenas y el buceo han ido en aumento, por lo que han adoptado un papel importante en cuanto a la discusión sobre sus posibles impactos ecológicos, económicos y sociales; al tiempo que han favorecido la investigación de formas más beneficiosas de relacionarse con el medio marino (Aas, 2008; Hoyt, 2001; Pitcher & Hollingworth, 2002).

Para estimar el valor de las AMR, Cisneros-Montemayor & Sumaila (2010) identificaron tres indicadores de valor socioeconómico en AMR basadas en el ecosistema: 1) el nivel de participación, 2) el empleo total en el sector y 3) la suma de los gastos directos realizados por los usuarios. Posteriormente, fue compilada una base de datos con los gastos registrados en el rubro de las AMR para 144 países costeros. Con esta base de datos, los autores estimaron los valores faltantes y calcularon el valor global anual para las AMR en términos de gasto, participación y empleo.

Estos autores también encontraron que la pesca recreativa se practica en 118 países marítimos, aunque los datos desde un ámbito nacional sobre el gasto, la participación y el empleo están disponibles en 38 de estos países (un 32 por ciento del total). Estimaron que en 2003, cerca de 60 millones de pescadores deportivos en todo el mundo generaron un gasto total de unos 40,000 millones de dólares y crearon 950,000 empleos. En su análisis, los países para los que se tienen datos disponibles representan casi el 95 por ciento del gasto total estimado y el 87 por ciento de participación, por lo que los autores sostienen que los cálculos realizados proporcionarían una aproximación cercana al actual nivel de gasto y esfuerzo de la pesca recreativa.

Por otro lado, un total de 93 territorios (70 países), ofrecieron datos respecto a actividades relacionadas con el avistamiento de ballenas, en su mayoría de 1994 a 2006 (Hoyt, 2001; Hoyt & Iñiguez, 2008). Más de 13 millones de personas en el mundo participaron en actividades relacionadas con esta actividad en 2003, generando desembolsos cercanos a los 1,600 millones de dólares (Cisneros-Montemayor & Sumaila, 2010). Se estima que esta industria apoya al mantenimiento de 18,000 puestos de trabajo al año. Estas cifras son solo una señal del enorme potencial económico que puede esperarse del avistamiento de ballenas, dado que los mamíferos marinos se encuentran en todos los océanos del mundo

(Kaschner et al., 2006). En la actualidad solo unos pocos países poseen un sector bien organizado.

Por último, los datos referentes al buceo recreativo fuera de EE.UU., Australia, Canadá y la región del Caribe son muy limitados. Con la ayuda de estudios de mercado y otros datos sobre licencias en activo, se estima que cada año unos diez millones de buceadores deportivos (César et al., 2003) y 40 millones de practicantes del esnórquel generan más de 5,500 millones de dólares de gasto directo en el mundo, lo que repercute en el mantenimiento de cerca de 113,000 empleos. Se calcula que unos 121 millones de participantes en AMR generan alrededor de 47,000 millones de dólares de gasto al año y ayudan al mantenimiento de más de un millón de empleos (Cisneros-Montemayor & Sumaila, 2010) (Tabla 3).

Áreas Marinas Protegidas (AMP)

Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) han sido implementadas en muchos países y son consideradas como un instrumento de ordenación pesquera de gran importancia. El supuesto detrás de las AMP es que éstas pueden conservar sus recursos y aumentar la biomasa y, con ello, beneficiar áreas circundantes mediante la migración y un mejor reclutamiento de especies.

Por lo general, los estudios económicos han demostrado que las AMP pueden ser beneficiosas bajo ciertas condiciones (Hannesson, 1998; Sanchirico & Wilen, 1999; Sumaila, 1998). Además, la literatura sobre AMP evalúa la eficacia de las mismas (Alder et al., 2002; Hockey & Branch, 1997). Muchas preguntas deben ser abordadas en términos de diseño e implementación de políticas, sobre cómo seleccionar los sitios para las AMP, qué extensiones deberían ocupar y a qué costo.

Las AMP serán un instrumento de ordenación muy valioso para el enverdecimiento de ciertos tipos de pesquerías. Existe un creciente consenso sobre la necesidad de incluir a las AMP en los planes de ordenamiento marinos (Costanza et al., 1998; Sumaila et al., 2000). En la actualidad, las AMP comprenden menos del uno por ciento de los océanos del mundo (Wood et al., 2008). Para aprovechar al máximo las AMP como una herramienta de ordenación, el Plan de Implementación de Johannesburgo aprobado en la Cumbre

Artículo (unidades)	Pesca recreativa	Avistamiento de ballenas	Buceo y esnórquel	Total
Participación (millones)	60	13	50	123
Gastos (miles de millones de dólares)	40	1.6	5.5	47.1
Empleos (miles)	950	18	113	1,081

Tabla 3: Actividades marinas recreativas basadas en el ecosistema en 2003

Fuente: Cisneros-Montemayor y Sumaila, 2010

Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (2002) estableció una red global de AMP que cubriera entre un diez y un 30 por ciento de los hábitats marinos en 2012. Este plazo se prorrogó hasta 2020 y la meta se redujo a un diez por ciento en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) que se celebró en Nagoya (Japón) a finales de 2010.

Concientización de los consumidores

En años recientes se ha apreciado una explosión relativa en el número de campañas de concientización que tienen por objetivo reforzar a los consumidores en la toma de decisiones respecto a la compra de productos pesqueros en términos de sostenibilidad. Aunque tales programas no están exentos de críticas, es evidente que si se diseñan e implementan de la forma adecuada, constituirían un motor importante para el impulso del enverdecimiento de las pesquerías en el mundo.

Los siguientes son ejemplos de recursos informativos dirigidos a consumidores sobre la compra de productos marinos obtenidos de forma sostenible:

- The Monterey Bay Aquarium's Seafood Watch, disponible en: <http://www.montereybayaquarium.org/cr/seafoodwatch.aspx>
- The Marine Stewardship Council Certification Programme, disponible en: <http://www.msc.org/> y
- The U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration's Fish Watch, disponible en: <http://www.nmfs.noaa.gov/fishwatch/>

3 Caso económico para el enverdecimiento de las pesquerías

3.1 Contribución de las pesquerías a la actividad económica

Estimaciones recientes sobre el ingreso bruto procedente de las pesquerías sugieren que este sector contribuye a la producción mundial con entre 80,000 y 85,000 millones de dólares al año (Sumaila et al., 2007; World Bank & FAO, 2009). Sin embargo, esta suma no representa completamente la contribución total procedente de las poblaciones de peces marinos. Como industria primaria (Roy et al., 2009), hay un gran número de actividades económicas secundarias -desde la construcción de barcos hasta otras relacionadas con la logística y el transporte internacional- cuyo sustento son las pesquerías (Dyck & Sumaila, 2010; Pontecorvo et al., 1980).

El costo medio ponderado de la pesca fue estimado por Lam et al. (2010) en 1,125 dólares por tonelada (considerando un rango de entre 732 y 1,605 dólares), lo que supone cerca de 90,000 millones de dólares considerando una captura anual de 80 millones de toneladas. El coste por tonelada se divide en los siguientes conceptos: 1) costo del combustible (216 dólares); 2) costo de operación, por ejemplo, el costo de venta de pescado mediante opción de subasta (162 dólares); 3) costo de reparación (108 dólares); 4) coste de mano de obra (434 dólares); 5) depreciación (101 dólares) y 6) pago al capital (101 dólares).

Aunque de manera oficial se ha registrado que la contribución de las pesquerías a la producción económica nacional oscila entre el 0.5 y el 2.5 por ciento para muchos países (con base en el valor total del pescado al cambiar de manos por vez primera después de ser desembarcado), el sector mantiene una actividad económica considerable por medio de asociaciones de goteo inverso de la riqueza (Bene et al., 2007), también referidos como multiplicadores. El efecto multiplicador puede ser dramático en las comunidades costeras, en donde las PPE no solo generan ingresos directos, sino además representan el corazón económico de las comunidades costeras y el motor de la economía en general.

Dyck y Sumaila (2010) aplicaron un análisis de insumo-producto para estimar los efectos económicos totales directos, indirectos e inducidos de las poblaciones de peces en la economía mundial. Sus resultados sugieren que existe mucha variación en los multiplicadores de producción pesquera entre regiones y países. Cuando

los multiplicadores de producción se aplicaron a una escala mundial, los autores encontraron que la contribución del sector pesquero a la producción económica global equivalió a unos 235,000 millones de dólares por año (Tabla 4), casi tres veces el valor de desembarque, calculado de forma convencional de las pesquerías de captura marina.

3.2 La contribución potencial de rehabilitar y mantener las pesquerías

Como se discutió anteriormente, se calcula que las pesquerías oceánicas en el mundo capturaron un estimado de 80 millones de toneladas con un valor total de 85,000 millones de dólares en 2005. La pregunta que se aborda en esta sección es: ¿cuáles son las ganancias potenciales, si es que existen, de restaurar las reservas de peces? Tratamos esto en términos del aumento potencial en las capturas actuales, el valor de captura, los beneficios, la renta de recursos y el empleo.

Utilizando datos de un estudio publicado recientemente (Srinivasan et al., 2010), se asumen que los desembarques pesqueros del mundo podrían incrementarse de 3.6 a 19.2 millones de toneladas por año, si es que las especies sobreexplotadas en la actualidad se recuperan a niveles de reserva que permitan un Rendimiento Máximo Sostenible (RMS). Esto representa un incremento potencial del valor de los desembarques de 6,400 a 36,000

	Valor de desembarque (miles de millones de dólares)	Efecto indirecto (miles de millones de dólares)
África	2	5
Asia	50	133
Europa	12	36
América Latina y el Caribe	7	15
América del Norte	8	29
Oceanía	5	17
Total mundial	84	235

Tabla 4: Producción de las pesquerías de captura marina por región en el mundo

Fuentes: Para valores de desembarque, véase Sumaila et al. (2007); y para los multiplicadores, véase Dyck y Sumaila (2010)

	Pesquerías actuales (miles de millones de dólares)	Pesquerías verdes (miles de millones de dólares)
Valor de los desembarques	85	101
Costo de la pesca	90	46
Subsidios distintos a combustibles	21	10*
Renta**	-26	45
Salarios	35	18
Ganancias	8	4
Valor total agregado	17	67

* Los 10,000 millones de dólares estimados en subsidios verdes serían destinados a la financiación de programas de ordenamiento.

** La renta es el retorno para los propietarios de recursos pesqueros, que representa el excedente del ingreso bruto después de la deducción del coste total de la pesca y de los subsidios. En este caso, la renta es el ingreso total (85,000 millones de dólares) menos el costo total (90,000 millones de dólares), menos los subsidios distintos a combustibles (21,000 millones de dólares). Nótese que los subsidios de combustible se dan normalmente en descuentos en las gasolineras y, por tanto, ya están excluidos.

Tabla 5: Pesquerías verdes: cifras clave

millones de dólares por año. No obstante, reconocemos las limitaciones del modelo de RMS en las pesquerías mundiales. Sin embargo, dado que este enfoque implica la regeneración de aquellas pesquerías clasificadas actualmente como colapsadas, cuando asumimos que todas las especies pueden ser capturadas dentro de un enfoque RMS obviamos los problemas que conlleva. Para un análisis más detallado se plantean los siguientes supuestos:

■ El precio real (precio nominal ajustado por la inflación) del pescado es constante a través del tiempo. Existe evidencia, proveniente de datos históricos, de que los precios reales del pescado no han cambiado considerablemente en las últimas décadas;

■ Mientras las reservas de peces sobreexplotadas son restauradas, no habría sustitución entre el capital y la mano de obra. Es decir, que los diferentes tipos de costos de la pesca permanecerían en la misma proporción que en la actualidad;

■ La práctica de otorgar subsidios perjudiciales al sector pesquero va fundamentalmente en contra de la noción de las pesquerías verdes. Por lo tanto, asumimos que el estimado de 16,000 millones de dólares en subsidios perjudiciales por año es eliminado o redireccionado para apoyar la transición verde de las pesquerías. De igual forma, asumimos que los 3,000 millones de dólares en subsidios ambiguos por año, tales como los de recompra, son también redireccionados o eliminados;

■ El costo del ordenamiento en pesquerías aumentaría en un 25 por ciento, al pasar de unos 8,000 millones a

10,000 millones de dólares al año para el apoyo de un mejor ordenamiento bajo regímenes de pesca verdes;

■ La renta de las pesquerías, es decir, el rendimiento de los recursos pesqueros para los propietarios sería de 45,000 millones de dólares por año en un escenario de economía verde. Esta cifra toma en consideración un informe reciente que muestra que la renta potencial total en las pesquerías mundiales es cercana a los 50,000 millones de dólares al año a un nivel de RMS, en el que la captura es aproximadamente un diez por ciento más baja que en nuestro escenario propuesto (World Bank & FAO, 2009).

Considerando los supuestos anteriores, se proyecta que de las pesquerías globales capturaran 90 millones de toneladas al año de materia prima en un escenario de economía verde, con límites inferiores y superiores de 84 a 100 millones de toneladas. El valor estimado correspondiente a este nivel de captura es de aproximadamente 101,000 millones de dólares al año (con un rango de 91,000 a 121,000 millones de dólares). El costo total de la pesca, en un escenario de economía verde, se estima en torno a los 46,000 millones de dólares, en comparación con los actuales 90,000 millones de dólares. Suponiendo que los pagos al capital (ganancia normal) y a la mano de obra (salarios) permanecen proporcionalmente constantes con relación a los costos totales, la ganancia normal y el ingreso salarial ascenderían a 4,000 y 17,800 millones de dólares, respectivamente. La renta de recursos para un sector pesquero verde se calcula que sea de 45,000 por año, según investigaciones recientes (World Bank & FAO, 2009).

Se estima que el valor total agregado o la contribución de las pesquerías al bienestar humano, en un escenario de economía verde, es de 67,000 millones al año (la suma de la renta de recursos + pagos de mano de obra + ganancias normales), lo que representa una mejoría de economía verde de 50,000 millones de dólares por año en comparación con la contribución actual del sector al bienestar humano (Tabla 5).

Beneficios indirectos producidos por la restauración

A medida que el valor de la captura marina mundial se incrementa de aproximadamente 85,000 a 101,000 millones de dólares al año en un escenario de economía verde, el total de efectos económicos directos, indirectos e inducidos provenientes de la pesca marina, se incrementa de 235,000 a 280,000 millones de dólares por año, atendiendo a una relación lineal entre la captura y los efectos multiplicadores.

Beneficios producidos por la recreación y el turismo

Por lo general, los pescadores recreativos no necesariamente pescan por la captura per se sino más bien por la experiencia. Sería razonable asumir que en un

océano más saludable y rico en biodiversidad, se incrementa la utilidad y, por lo tanto, los beneficios para los pescadores recreativos. Sin embargo, debido a la falta de información, nos abstenemos de asumir esta cuestión en el presente informe.

3.3 Costo del enverdecimiento de las pesquerías en el mundo

Un elemento clave para el enverdecimiento del sector pesquero consiste en modificar la situación actual, en donde la actividad no se realiza de forma sostenible, a un escenario en el que el volumen de capturas al cada año sea igual o menor al crecimiento de las poblaciones salvajes. Para dar este giro se necesitaría de una inversión que ajuste la capacidad pesquera y administre las transiciones en los mercados laborales y programas de administración e investigación científica. Para estimar el costo del enverdecimiento de las pesquerías se han realizado dos ejercicios de modelación. Por un lado, una inversión única de 100,000 a 300,000 millones de dólares, como cálculo estimado en este capítulo, para reducir la sobrecapitalización, recapacitar a los pescadores y mejorar el ordenamiento de las pesquerías. Por otro lado, bajo el modelo Treshold 21 o Umbral 21 (T21) (T21) del Informe sobre Economía Verde, se consideró un escenario de gasto más amplio de entre 0.1 a 0.16 por ciento del PIB durante el periodo 2010-2050 para reducir la flota de buques, trasladar la mano de obra y mejorar la administración de reservas con el fin de incrementar la captura en el mediano y largo plazo.⁵

Identificación de los esfuerzos de enverdecimiento

Existe un acuerdo generalizado respecto a la capacidad excesiva con la que operan actualmente las pes-

querías en el mundo. Los avances tecnológicos han hecho posible que una flota mundial mucho más pequeña pueda obtener un RMS. Sin embargo, la capacidad de pesca en el mundo continúa creciendo debido al carácter de propiedad común de muchas de las pesquerías, y a la provisión de subsidios pesqueros por parte de muchos países costeros. De esta manera, el uso ocasional de artes de pesca perjudiciales como el arrastre de fondo, pesca no selectiva, la contaminación y las variaciones en el clima inducidas por la actividad humana, han modificado la productividad de océanos y mares.

Es posible abordar el problema de la capacidad excesiva de pesca por medio de la investigación de las causas comunes que generan este problema. La pesca es considerada en muchos lugares como un empleo de último recurso que atrae a personas con opciones de trabajo muy limitadas. La inversión en nueva capacitación, programas de educación para pescadores y la creación de nuevas fuentes de empleo han logrado reducir las presiones sobre la pesca, especialmente en lugares reconocidos por sus artes tradicionales o artesanales.

La capacidad de pesca puede aminorarse mediante la adopción de medidas como el desmantelamiento de buques pesqueros o mediante la reducción del número de permisos y licencias. Se ha otorgado especial atención a los programas de desmantelamiento, que están destinados a reducir la intensidad de la actividad mediante la disminución del número de buques pesqueros. Lamentablemente, algunas investigaciones sugieren que los esquemas de recompra (*buy-back schemes*) de embarcaciones, de no ser implementados adecuadamente, pueden incrementar la intensidad de la actividad pesquera (Hannesson, 2007). Esto ocurre cuando vacíos legales permiten que buques que están

5. Véase el capítulo de 'Modelación' en este informe.

Cuadro 4: La mejora de las artes de pesca puede contribuir a pesquerías verdes

El efecto potencialmente devastador de la pesca de arrastre, sobre todo en términos de daños causados al lecho marino, y la captura incidental es bien conocido (Hall, 1996; NRC, 1999; Watling & Norse, 1998) y ha dado lugar a una legislación rígida como el uso obligatorio de dispositivos que excluyan capturas de tortugas en las redes de arrastre que se utilizan para el camarón; y a prohibiciones sobre barcos de arrastre en aguas costeras de varias naciones. En 2003, en California, un cambio de redes de arrastre por trampas en puntos específicos de

pesquerías de camarón llevó a una reducción significativa de la captura incidental del pez de roca (Morgan & Chuenpagdee, 2003). Mejoras en el diseño y uso de equipos de pesca que minimiza el contacto con los lechos marinos y reduce la captura incidental, tales como la rejilla de Nordmore en la pesca de camarón (Richards & Hendrickson, 2006), ya han sido potenciados. Sin embargo, se requiere de mayor inversión para abordar los impactos de la pesca de arrastre a gran escala y de otros equipos de pesca de alto impacto.

fuera de servicio lleguen de alguna forma a otras pesquerías e incrementen su capacidad de captura (Holland et al., 1999). Las compañías pesqueras pueden actuar estratégicamente anticipando una situación de recompra acumulando más buques de los necesarios (Clark et al., 2005).

Muchos de los caladeros de pesca que han sido sobreexplotados han sufrido un daño permanente en su lecho marino, como consecuencia del uso de redes de arrastre, lo que ha afectado a la capacidad reproductora de ciertas especies (Morgan & Chuenpagdee, 2003). En estos casos, como en aquellos en donde la contaminación o el cambio climático han tenido un impacto negativo, es fundamental atenuar la inversión en el ambiente natural si es que se quiere regenerar a los ecosistemas a niveles de salud y productividad adecuados.

Costo de ajuste de la flota pesquera

Actualmente, la capacidad de pesca en el mundo se estima que es 2.5 veces mayor de lo que se requiere para conseguir un RMS (Pauly et al., 2002). Esto implica que a fin de realizar un cambio en la industria pesquera hacia niveles de un RMS, se tendría que eliminar el exceso de capacidad pesquera. Sin embargo, la potencia acumulada de la flota mundial se incrementa hoy en día a un ritmo muy acelerado sobre todo en Asia (Anticamara et al., en prensa).

Se estima que unos cuatro millones de barcos⁶ están en servicio en las pesquerías marinas. Si asumimos que la capacidad de pesca actual es de 1.5 a 2.5 veces el nivel requerido para maximizar una captura sostenible, el esfuerzo pesquero tendría que reducirse entre un 40 y un 60 por ciento. Esto significa que la flota de pesca activa necesitaría una reducción de más de 2.4 millones de buques. Este cálculo no considera las diferencias en la capacidad de pesca por tipo de embarcación. Por ejemplo, en zonas dominadas por buques a gran escala (esto es, embarcaciones más grandes del tamaño promedio, lo cual varía de un país a otro) puede ser necesaria la reducción de menos buques que en las zonas con mayor presencia de barcos a pequeña escala debido a que las operaciones a gran escala representan un mayor esfuerzo de pesca por unidad.

Se estima que la industria pesquera emplea a más de 35 millones de personas, lo que implica que, en un escenario de pesquerías verdes, ya no se emplearían entre 15 y 22 millones de trabajadores. Sin embargo, investigaciones indican que hasta un 75 por ciento de los pescadores en Hong Kong estarían dispuestos a abandonar la industria pesquera si tuvieran una compensación ade-

cuada (Teh et al., 2008). Los programas alternativos de sustento que han tenido éxito involucran actividades como el cultivo de algas marinas y la pesca recreativa (Sievanen et al., 2005).

Claramente, ésta es una tarea muy difícil de implementar para los formuladores de políticas. Sin embargo, existen algunas opciones:

Escenario uno: recorte generalizado de la capacidad de pesca

Suponiendo que la actual flota pesquera mundial representa una distribución promedio de la capacidad en todo el mundo, se estima que sería necesario retirar de servicio entre 1.4 y 2.4 millones de buques. De forma similar, entre 15 y 22 millones de trabajadores serían despedidos en una industria pesquera verde. Según datos sobre buques y tripulación ofrecidos por la UE (EC, 2006), se calcula que el costo promedio por la recompra de buques es casi el mismo que el pago promedio de intereses por la compra de un buque a cinco años; mientras que el costo promedio de volver a capacitar a una tripulación se estima en 1.5 años de salarios anuales como promedio. Estos valores están estimados en 15,000 dólares por la recompra de buques y de 18,750 dólares por volver a capacitar a la tripulación. De acuerdo con esta información, se estima que la inversión total requerida para reducir la capacidad de pesca en este escenario es de entre 290,000 y 430,000 millones de dólares en todo el mundo. Es necesario señalar que la suma total puede desagregarse en el tiempo.

Escenario dos: considerando las diferencias de distribución de la capacidad de captura

El escenario anterior asume que, en promedio, las embarcaciones tienen una capacidad de captura similar y afectan a los ecosistemas de un modo parecido. De hecho, la distribución del esfuerzo de pesca muestra gran variación alrededor del mundo (Anticamara et al., en prensa). Las grandes flotas tienden a hacer un uso mayor de capital en lugar de mano de obra, de tal manera que el número de trabajadores por cada kilo de producto desembarcado es menor que en las flotas más pequeñas. Para los formuladores de políticas preocupados por reducir el esfuerzo de pesca, y al mismo tiempo minimizar el impacto sobre los trabajadores, sería prudente poner foco con relación a la recompra de embarcaciones de pesca a gran escala.

El poder de captura de las embarcaciones a gran escala implica que 160,000 de los cuatro millones de embarcaciones de pesca en el mundo capturan el mismo volumen de materia prima que los 3.84 millones de embarcaciones restantes. Utilizando datos sobre la fuerza laboral en la pesca tanto en flotas a pequeña como a gran escala (EC, 2006), calculamos que, en promedio, los buques a gran escala emplean aproximadamente

6. Basado en datos del 2002 y el crecimiento estancado en el tamaño de flotas según tendencias de la FAO. Disponible en <http://www.fao.org/fishery/topic/1616/en>

3.6 veces más trabajadores que las embarcaciones a pequeña escala. Esto significa que las grandes flotas emplean cerca del cinco por ciento de los 35 millones de pescadores del mundo; o lo que es lo mismo 4.6 millones de trabajadores. Combinando estas cifras con los supuestos descritos anteriormente, obtenemos que mediante un recorte de 130,000 a 160,000 embarcaciones pesqueras a gran escala, junto con los 1.4 a 1.7 millones de empleos asociados a estos, se alcanzaría el mismo resultado de economía verde que hacer un recorte de 15 a 22 millones de empleos relacionados con la pesca en general. En este escenario, el costo total del ajuste para las pesquerías verdes es de entre 115,000 y 175,000 millones de dólares, ya que el alto costo de capacitar de nuevo al trabajador se minimiza. La razón por la que el coste de enverdecimiento de las pesquerías es menor bajo este escenario, que bajo los escenarios uno y tres, es porque el coste de compensación, nueva capacitación y reubicación de pescadores a pequeña escala es mucho más alto en esos dos escenarios.

Escenario tres: distribución global de la capacidad de flota

Si los buques de pesca a pequeña y a gran escala fueran distribuidos de manera uniforme alrededor del mundo, el escenario dos constituiría una estrategia efectiva para disminuir el efecto sobre las cifras de empleo mediante el retiro de embarcaciones a gran escala que afectan a un número menor de trabajadores.

Sin embargo, gran parte de estas embarcaciones a gran escala se concentran en países desarrollados, mientras que las embarcaciones a pequeña escala se encuentran, en su mayoría, en países en vías de desarrollo. Aunque el mismo resultado de economía verde podría alcanzarse potencialmente al hacer solo recortes de embarcaciones a gran escala, esto sería ineficiente en las zonas en las que predomina la pesca a pequeña escala, que en la actualidad es sobreexplotada, como es el caso de India y Senegal.

En este escenario, se explora la posibilidad de asignar tres cuartas partes de la responsabilidad de la disminución del esfuerzo de pesca sobre los buques a gran escala, y la cuarta parte restante en los buques a pequeña escala. En este caso, una combinación de reducción de flota de 120,000 embarcaciones a gran escala y 960,000 embarcaciones a pequeña escala reduciría a la mitad la capacidad de pesca en el mundo. Sin embargo, a diferencia del escenario uno, el efecto de este escenario sobre los trabajadores se reduce enormemente al requerir suministros para atender a 1.3 millones de trabajadores a gran escala y a 8.3 millones de pescadores a pequeña escala.

Además, en este escenario, se toman en cuenta las diferencias en la variación de costos de desmantelamiento

y nueva capacitación de personal entre embarcaciones a pequeña y gran escala. Utilizando datos de Lam et al. (2010), calculamos que los trabajadores de una tripulación a pequeña y gran escala ganan un sueldo medio de entre 10,000 y 20,000 dólares por año respectivamente. Además, se ha determinado que las embarcaciones a pequeña y gran escala pagan un promedio de 2,500 a 11,000 dólares por año en concepto de costes de capital. Esto implica que, siguiendo los supuestos del escenario uno, el costo promedio del desmantelamiento de embarcaciones a pequeña y gran escala es de 12,500 y 55,000 dólares, respectivamente. Del mismo modo, se estima que los esfuerzos de volver a capacitar a los miembros de una tripulación a pequeña y a gran escala son de entre 15,000 y 30,000 dólares por trabajador, respectivamente.

Al concentrarse en una reducción de embarcaciones a gran escala, el coste total del ajuste de la transición hacia pesquerías verdes en este escenario es mucho menor que en el escenario uno. Se requiere de una sola inversión de entre 190,000 y 280,000 millones de dólares con una media de 240,000 millones de dólares para el desmantelamiento de flota y para compensar a los trabajadores mientras buscan nuevos empleos. También sería necesario aumentar el gasto de ordenamiento de un 25 por ciento a 2,000 millones de dólares al año.

Tomando en cuenta la distribución actual de embarcaciones de pesca a pequeña y a gran escala en el mundo, tanto los escenarios uno como el dos parecen poco realistas. Por lo tanto, usamos los costos estimados del escenario tres en el siguiente análisis de costo-beneficio.

3.4. Análisis de costo-beneficio del enverdecimiento de las pesquerías

Como ya se ha apuntado anteriormente, el enverdecimiento del sector pesquero conduciría a un incremento en el valor agregado de la pesca en el mundo de 17,000 a 67,000 millones de dólares al año, lo que representa un incremento neto de 50,000 millones de dólares por año. Puesto que el coste de reestructuración global de la flota pesquera, bajo el escenario tres es de una única inversión de 240,000 millones de dólares, los beneficios serían percibidos casi de inmediato si las reservas pesqueras se recuperan rápidamente. Descontado el flujo de 50,000 millones de dólares por año durante los siguientes 50 años; al tres y cinco por ciento, las tasas de descuento real del enverdecimiento de las pesquerías oceánicas representan un valor presente de 960 y 1,325 millones de dólares, lo que representa entre cuatro y cinco veces veces la media estimada del costo del enverdecimiento de todas las pesquerías mundiales. Esto indica que existe una enorme ventaja potencial producto del enverdecimiento del sector.

Aun cuando ha sido necesaria una variedad de supuestos para producir las estimaciones que se han presentado en esta sección, es evidente que los beneficios económicos del enverdecimiento de las pesquerías mundiales son lo bastante sustanciales como para realizar cambios, incluso drásticos, para el desarrollo de estas tesis.

3.5 Ordenamiento pesquero

Un ordenamiento efectivo es clave para asegurar un sector verde de pesquerías marinas, aunque este propósito haya sido hasta ahora difícil de alcanzar. Las investigaciones sugieren que la implementación de una forma de ordenamiento de recursos conocida como Cuota Individual Transferible (CIT), también llamada participaciones de captura, puede explicar la mejora y la regeneración de muchas reservas pesqueras en el mundo (Costello et al., 2008; Han-nesson, 2004).

Sin embargo, muchos autores han señalado que la CIT no es la panacea y que requiere de un diseño sumamente cuidadoso. (Clark et al., 2010; Essington, 2009; Gibbs, 2009; Hilborn et al., 2005; Pinkerton & Edwards, 2009; Townsend et al., 2006). La CIT puede ser una herramienta efectiva para controlar cualquier tipo de presión que se ejerce en el sector de la pesca, al basarse en los límites de la Captura Total Permitida (CTP). Esto puede restringir la captura a unos niveles óptimos de sostenibilidad y, por lo tanto, se convertiría en una herramienta muy valiosa en la ordenación de los recursos (Arnason, 1995). La CIT no confiere plenos derechos de propiedad al dueño de la misma e incluso, si así lo hiciera, es ampliamente reconocido que

existen preocupaciones sociales y de conservación que deberían ser atendidas por este derecho de propiedad (Bromley, 2009). El pleno entendimiento de los límites a la CIT como régimen de ordenación, dondequiera que esta herramienta sea implementada, debe ser considerado como parte de un sistema más amplio que garantice que estos límites puedan ser tratados de forma adecuada. Así, se requieren de medidas para garantizar que la CIT mejore la eficiencia económica, al tiempo que garantice la sostenibilidad y el uso equilibrado de los recursos pesqueros y los ecosistemas que los sostienen.

A continuación se presentan algunas de las estrategias que se requieren como parte de un sistema de ordenación de CIT para poder lograr resultados deseables desde una perspectiva económica, ecológica y social (Sumaila, 2010):

- El sistema de CIT debe ser respaldado por una unidad de evaluación de reservas a distancia que sea independiente de la industria y esté apoyada por un fuerte sistema de Monitoreo, Control y Vigilancia (SCV) con el objetivo de atender la falta de plenos derechos de propiedad que pudieran llevar a un colapso por falta de recursos;

- Algunas restricciones sobre la propiedad de CIT para personas involucradas de manera activa en la pesca pueden ser necesarias con el fin de mitigar los rendimientos atenuados cuando los propietarios de las cuotas son diferentes de aquellos que pescan;

- Medidas para garantizar la sostenibilidad del recurso mediante la adopción de un enfoque de ordenamiento

Cuadro 5: Pesca ilegal, no declarada y no regulada, y el enverdecimiento de las pesquerías

La FAO reconoce la pesca ilegal, no declarada y no regulada (INDNR) como uno de los mayores factores que impulsan la sobreexplotación de los recursos marinos en el mundo (FAO, 2001).

Atendiendo a estudios de referencia, MRAG (2005) estima que la pérdida total por la actividad INDNR es de alrededor de 19 por ciento del valor total de la captura. La razón económica comúnmente aceptada que explica la persistencia de la pesca INDNR es que las tasas de detección y las multas son demasiado bajas en comparación con el valor total de la captura (Griggs & Lugten, 2007; Kuperan & Sutinen, 1998). De hecho, Sumaila et al. (2006) sugieren que las sanciones deberían incrementarse por lo menos 24 veces para igualar los costos y los beneficios esperados.

Para lograr enverdecer las pesquerías y prevenir su sobreexplotación es necesario reducir la pesca INDNR. La forma más directa es mediante el fortalecimiento la vigilancia y el control a través de un estricto cumplimiento de las políticas; y de forma indirecta, a través de incentivos económicos, por ejemplo, con el incremento de multas o la disminución de costes derivados de reportar casos anómalos. Y aunque es importante reducir la pesca INDNR utilizando estas formas directas e indirectas, la cooperación internacional es fundamental ya que mucha de la pesca INDNR se produce en zonas abiertas y de fácil acceso.

Fuente: OECD (2004)

basado en el ecosistema que incluya una especial atención a los hábitats esenciales, a los niveles mínimos de seguridad de biomasa o a controles de insumos, etc.;

■ Extensas redes de AMP pueden ser necesarias para lograr la implementación del sistema de CIT para así tratar ampliamente los efectos de sobrepesca en el ecosistema, permitir la recuperación y reconocer incertidumbres en el desempeño del mismo. Una red de estas características, se beneficiaría enormemente si se garantiza que su diseño sea compatible con la conservación, las metas y los objetivos del sistema de CIT;

■ Imponer límites a la cuota que cada propietario pueda obtener para aminorar los problemas sociales vinculados a la concentración del poder de pesca, aunque su efectividad sea muy variable. Vale la pena anotar que esta es ya una característica de muchos sistemas de CIT existentes. En algunas pesquerías, las preocupaciones respecto a la equidad pueden ser atendidas mediante la asignación de cuotas a comunidades o a residentes de una zona territorial ya sea en forma de Cuotas Comunitarias Transferibles (CCT) o de Derechos de Uso Territorial en Pesquerías (DUTP) (Charles, 2002; Christy, 1982; Wingard, 2000). Con dichos esquemas operativos se pueden retomar los beneficios de eficiencia económicos de las CIT, al tiempo que se minimizan los impactos sociales negativos, y

■ La subasta es una opción para algunas pesquerías para hacer frente, de este modo, al problema inicial de asignación de cuotas y sus implicaciones sobre la equidad (Bromley, 2009; Macinko & Bromley, 2002).

Existen muchas áreas de ordenamiento en donde una mayor inversión puede resultar extremadamente beneficiosa. Estas incluyen:

■ Programas de Evaluación de Reservas;

■ Programas de Monitoreo y Control; y

■ Establecimiento de Áreas Marinas Protegidas (AMP).

Los Programas de Evaluación de Reservas son de uso básico para gerentes pesqueros que necesitan de estadísticas fiables y actualizadas sobre el estado de las reservas pesqueras, de tal manera que puedan estar atentos respecto a si el esfuerzo de pesca es apropiado para el uso sostenible de la reserva (Walters & Martell, 2004).

Los Programas de Monitoreo y Control son aquellos que permiten a los gerentes de las pesquerías determinar si los trabajadores están cumpliendo o no con la normativa de las cuotas de captura establecidas. Dichos programas también son necesarios para mitigar el impacto de actividades ilegales.

Históricamente, las AMP no han sido empleadas como una herramienta importante en el ordenamiento de las pesquerías mundiales. Sin embargo, su función ha ido ganando popularidad en los últimos años. Las AMP intentan mantener reservas pesqueras en óptimas condiciones mediante el establecimiento de una zona oceánica alejada no destinada a la actividad pesquera, lo que permite a los ejemplares maduros migrar a lugares no explotados y, de este modo, garantizar actividad futura.

4 Condiciones propicias: instituciones, planeación, reforma política y reguladora, y financiamiento

4.1 Construyendo instituciones nacionales, regionales e internacionales eficaces

La causa primordial de la sobreexplotación de las reservas pesqueras es la falta de control sobre las capturas y/o la capacidad de pesca. Los pescadores que operan de forma individual incurrir en una situación poco beneficiosa debido a una gran competencia, ya que su único objetivo es realizar grandes capturas en el menor tiempo posible.

Si esta situación no se controla, el resultado de los esfuerzos poco coordinados de una gran cantidad de trabajadores compitiendo entre sí será el agotamiento de las reservas hasta el punto de perjudicar futuras capturas, lo que repercutirá en un aumento de los costos y, con total probabilidad, en la liquidación de las reservas de peces (Gordon, 1954; Hannesson, 2004; Hardin, 1968). Afortunadamente, se ha demostrado en las últimas décadas, y de forma habitual, que las comunidades o grupos de pescadores desarrollan órganos o instituciones capaces de regular los incentivos y las condiciones adecuadas que propician un escenario de sostenibilidad (Dietz et al., 2003). Sin embargo, esta situación es improbable y existe poca garantía de que ocurra en casos de pesca industrial o de alta mar, en donde se necesitan la implantación de otras medidas.

Hay que advertir, a este respecto, que una privatización del uso de los recursos pesqueros no es la mejor de las recomendaciones. Incluso si el recurso pesquero es privatizado, existen condiciones bajo las cuales el propietario puede resultarle de buen grado la sobrepesca de las reservas hasta el punto de extinguirlas (Clark, 1973; Clark et al., 2010). Esto sucede cuando el crecimiento natural de los recursos pesqueros es demasiado lento en comparación con la tasa de descuento, de tal manera que el valor real de las capturas futuras se reduce en comparación con la ganancia total inmediata obtenida por medio del agotamiento de la reserva. Sin embargo, dichas restricciones no son necesariamente más beneficiosas cuando son impuestas a través de un sistema de ordenación pesquero gubernamental. Ejemplos de éxito alrededor del mundo de restricciones comunitarias o introducidas por los pescadores van a menudo acompañadas de límites espaciales o territoriales.

Instituciones eficaces son necesarias en cualquiera de los niveles de gobierno: desde el ámbito más local, provincial o estatal hasta el nacional, regional e internacional, debido a la naturaleza migratoria de numerosas especies ya que son muchas las que viven de forma casi exclusiva en Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) de algún país. Estas poblaciones no migran a través de ZEE de varios países o no salen a alta mar. Para estas reservas, lo único que se requiere son instituciones nacionales eficaces.

También hay reservas pesqueras que son compartidas por dos o más países, las llamadas reservas de peces transfronterizas cuyo ámbito es exclusivo en las ZEE de más de un país. Para estos recursos, los participantes en las pesquerías deben llegar a un acuerdo respecto a una ordenación y uso de la reserva con el fin de hacerla eficiente (Munro et al., 2004). Por otro lado, hay reservas que se localizan parcial o totalmente en alta mar. Durante mucho tiempo ha existido la preocupación sobre la regulación ineficiente de estas pesquerías, además de que, al ser gobernadas por uno o más países costeros que se internan periódicamente en alta mar, pueden ser debilitadas por el acceso abierto ilimitado en alta mar. Esta situación propició la celebración de una conferencia sobre las pesquerías en alta mar en la década los noventa bajo el auspicio de la ONU. Una de las conclusiones fue lo que normalmente se denomina como Acuerdo de las Naciones Unidas sobre Poblaciones de Peces, que otorga la autoridad para regular la pesca en alta mar a las Organizaciones Regionales de Administración Pesquera (ORAP) (United Nations, 1995), y cuya operación fue examinada recientemente por Cullis-Suzuki y Pauly (2010b) y encontrada deficiente en términos generales.

4.2 Reforma reguladora

El requisito básico para una ordenación exitosa de una reserva pesquera es limitar la tasa de explotación a niveles razonables. Para lograr esto es necesario: 1) habilitar un mecanismo que establezca tal nivel de captura y 2) un mecanismo de vigilancia para velar por su cumplimiento. La pregunta que surge es si la capacidad científica, administrativa y de aplicación de la ley es la adecuada

Cuadro 6: Actualización del derecho internacional sobre reservas de peces compartidas

Una reserva de peces compartida es aquella que 1) es altamente migratoria (por ejemplo, el atún); 2) se presenta en aguas de la EEZ de más de una entidad política; 3) está disponible en alta mar, en donde puede ser objetivo de diversas flotas; o bien, 4) es una combinación de las tres anteriores. A menudo, el ordenamiento de reservas pesqueras compartidas es necesario para contrarrestar lo que en la denominada Teoría de Juegos se conoce como el dilema del prisionero, en donde las partes que comparten una reserva estarían mejor si cooperaran voluntariamente sobre ciertas iniciativas de ordenamiento, pero no lo hacen porque temen que otras partes puedan aprovecharse de su inversión en el recurso.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM) de 1982 trató algunos problemas relacionados con las reservas pesqueras compartidas otorgando derechos especiales y

responsabilidades a los países costeros sobre los recursos marinos cercanos al litoral. No obstante, este acuerdo y el Acuerdo sobre Reservas de Peces de las Naciones Unidas de 1995, cuyo propósito fue reforzar la conferencia de 1982, han expuesto el ordenamiento de las reservas de peces compartidas y transfronterizas a los problemas de gestión que se habían predicho (Munro, 2007). Se ha sugerido que, con el fin de enverdecer las pesquerías de carácter compartido y transfronterizo, el cuerpo del derecho internacional concerniente a los derechos de acceso en pesquerías, debe ser reexaminado con un enfoque en el establecimiento de Organizaciones Regionales de Ordenamiento Pesquero (OROP), con herramientas para supervisar el uso de estas reservas de peces. Para que dichas leyes sean efectivas, el derecho internacional debe ser revisado con la mayor brevedad posible antes de que se produzcan daños irreversibles en las reservas de peces compartidas.

para garantizar que esto suceda. La presencia de normas sociales sólidas e instituciones culturales son otras de las grandes herramientas que apoyan el cumplimiento en los ámbitos donde operan.

En la práctica, las instituciones de ordenamiento efectivo deberían contar con mecanismos de asesoramiento científico, así como otros que estipulen la tasa de explotación, tomando en consideración las recomendaciones fruto de dicho asesoramiento, de tal forma que se maximicen los beneficios a largo plazo, ya sea en forma de suministro de alimentos o en términos de renta de la pesca (la diferencia entre los ingresos y los costos ajustados por subsidios). Esto último precisa de una administración eficiente y que opere bajo el principio de transparencia que se esfuerce por obtener la mejor situación económica (o de suministro de alimentos) del país en cuestión (UNEP, 2008).

En cuanto a los medios específicos para que las administraciones de las pesquerías alcancen sus objetivos estos deben decidirse en términos pragmáticos. Quizá el instrumento más claro es fijar un límite en las capturas totales, aunque hay circunstancias en las que esto puede resultar inapropiado. Los límites de captura son notoriamente difíciles de supervisar en pesquerías a pequeña escala -e incluso el monitoreo de barcos-, y su uso no resulta más sencillo en este contexto. Aun así, es una restricción cuantitativa de cualquiera de estos dos

tipos la que se requiere para poner un límite a la explotación de las reservas de peces.

Se ha venido señalando en repetidas ocasiones, y ha sido sostenido a través de evidencias empíricas, que la pura limitación de la captura de especies marinas trae consigo la obtención de objetivos muy limitados en las pesquerías (Costello et al., 2008; Hannesson, 2004). Esta limitación puede haber tenido éxito, y a menudo lo ha tenido, en el mantenimiento de las reservas pesqueras a niveles considerados saludables, mientras que ha dejado a la industria en la ruina económica con temporadas de pesca muy cortas, productos inferiores, retornos económicos bajos e incluso amenazas para la vida de los trabajadores, quienes deben tomar riesgos innecesarios dadas las escasas oportunidades de tiempo de capturas. Una forma de afrontar esta situación es mediante la asignación de una cuota de pesca total entre buques o comunidades pesqueras, además de permitir que las asignaciones de cuota sean transferibles en la medida de lo posible.

4.3 Economía de las herramientas del ordenamiento pesquero

Las herramientas básicas del ordenamiento pesquero pueden ser clasificadas en: 1) cuota sobre la producción, 2) controles de insumos, y 3) medidas auxiliares. Tanto

las cuotas a la producción como los controles de insu- mos participan de forma importante en la tasa de explotación, factor fundamental que precisa de control.

Las cuotas sobre la producción se refieren al límite sobre la cantidad total de peces que pueden ser capturados. No es posible conocer su significado en términos de tasa de explotación, a menos que se defina el tamaño de la reserva de peces, lo que solo puede estimarse con un alto nivel de imprecisión. No obstante, las cuotas de captura se establecen con frecuencia sobre la base de una tasa de explotación objetiva, para lo que es necesario disponer de una idea razonablemente fiable del tamaño de la reserva.

Este es, sin duda, un escenario poco probable en la mayoría de las pesquerías del mundo, las cuales son por su naturaleza de orden local y de pequeña escala; y en donde las cuotas sobre la producción son de uso limitado. Sin embargo, siempre que sea factible, el objetivo de producción debería ser establecido sobre la base de maximizar bien la oferta de alimentos, bien la renta de la pesca en función de lo que se considere más apropiado. En donde es factible establecer una cuota de captura, y para la que existen fuertes capacidades de vigilancia y aplicación de la ley, podría ser viable la asignación de cuotas entre los participantes de la industria y hacerlas transferibles cuando sea posible.

Esto debería ayudar a evitar una competencia improductiva para la mayor parte de una captura determinada, de modo que se alcance una correspondencia razonable entre la capacidad de flota y las cuotas de captura disponibles. Subrayamos que debe ser razonable porque existen muchas razones por las que es posible que se presente un desajuste entre la capacidad de flota y las cuotas de captura. Una de ellas es la variabilidad de las reservas de peces, otra es el sistema de remuneraciones empleado en los barcos de pesca. La solución óptima es un ideal, y en la práctica es poco probable lograr algo más que aproximarse a esta solución.

Bajo ciertas circunstancias, los controles de esfuerzo podrían ser una mejor opción que los de cuota. Esto sería posible si las cuotas son difíciles de monitorear, o cuando no es posible estimar el tamaño de la reserva de peces mientras tengamos la certeza de que la reserva se encuentra distribuida de manera uniforme en un área determinada, de modo que una unidad de esfuerzo produzca una determinada tasa de explotación.

Un problema aquí es el progreso tecnológico por el que una unidad de esfuerzo (por ejemplo, la proporción un barco por día) se vuelve cada vez más eficaz a través del tiempo. Tales aumentos en la efectividad suelen alcanzar un dos o tres por ciento por año y pueden, por lo tanto, duplicar el impacto de una flota

después de dos décadas (Pauly & Palomares, 2010). De hecho, este método de ordenamiento fomenta el progreso tecnológico con el único propósito de capturar más peces, incluso hasta el punto de exceder la tasa de explotación objetiva. De este modo, es probable que se alcancen algunas mejoras en la eficiencia al permitir el intercambio de esfuerzos. El esfuerzo total tendría que determinarse sobre la base de los mismos principios con los que se determina la cuota total de captura.

Además, existen varias medidas que son catalogadas como auxiliares puesto que no tratan el problema fundamental relacionado con el control de la tasa de explotación, sino que promueven diversas formas de obtener mayores rendimientos derivados de las reservas pesqueras. Una de ellas es la selección de las artes de pesca (por ejemplo, los tamaños de las redes). En este sentido, las redes más grandes permiten a los peces de rápido crecimiento escapar a la captura, de modo que luego pueden ser apresados en su madurez. El cierre de los criaderos tiene este mismo propósito. La protección de las reservas reproductoras podría ser deseable si su extensión es crítica para la captura de ejemplares más jóvenes. Regulaciones como el desecho obligatorio de pescado comercializable son altamente dudosas, al igual que la retención de pescado no comercializable. La propuesta para tales medidas es desalentar el consumo no autorizado de pescado. Mientras esto es ciertamente deseable, tales regulaciones son económicamente improductivas y se deberían buscar formas menos costosas a la hora de alcanzar la producción deseada.

4.4 Administrando el proceso de transición

Esto sería un gran desafío cuando se trata de reservas de peces casi agotadas que necesitan ser regeneradas. Esta situación surge debido a que la capacidad de la flota pesquera ha crecido más allá de lo que lo ha hecho el recurso disponible, por lo que debería recortarse el volumen de embarcaciones. Ambas cuestiones requieren una reducción de la actividad pesquera. En este sentido, delimitar cuotas de pesca menores a las capturas actuales, y que han tenido como consecuencia el agotamiento de las reservas, son necesarias para restaurar las reservas. Estas cuotas menores significan que una parte de la capacidad de pesca es redundante, e incluso con reservas restauradas, y es altamente probable que permanezcan de este modo si se busca evitar implica una inversión en las reservas pesqueras ael agotamiento de la reserva.

Todo ello implica la inversión en las poblaciones de peces según lo acordado, renunciando a los rendimientos a corto plazo con el fin de obtener mayores beneficios para el futuro. Asimismo, hacer que algunos propie-

tarios de barcos abandonen la actividad significa que ellos estarían anticipando ganancias que, de otra forma, hubieran obtenido. Sin embargo, aquellos que se retiran no compartirían en ningún caso los mayores beneficios que se generen en el futuro. Puesto que la justificación para restaurar las reservas es la de obtener mayores beneficios futuros, para aquellos que permanezcan en la pesquería podrían adquirir la cuota de los que se retiran y de esta forma compartir la recuperación de ingresos futuros con ellos (Martell et al., 2009). Sin embargo, el problema es que el ingreso futuro es una variable esperada y no una certeza, y los caprichos de la naturaleza podrían retrasar considerablemente el curso de cualquier recuperación de ingresos. Aquellos que permanezcan en la industria podrían, por lo tanto, mostrarse reacios a ofrecer buena parte de la recuperación de ingresos esperados en el futuro.

Hay una cuestión clave en relación con la pesca a pequeña escala que es la falta de acceso al capital, lo que limita todo su potencial. Existe, por lo tanto, una razón de peso para que los gobiernos obtengan fondos para financiar la transición de un escenario de sobreexplotación y capacidad excesiva a pesquerías explotadas de manera óptima con una capacidad de flota también óptima. Sin embargo, debe destacarse que este es solo un puente de financiamiento; y que quienes permanezcan en las pesquerías tendrían que pagar los préstamos que obtuvieron para la transición. De otra manera se podría crear la expectativa de que los propietarios de barcos en un sector pesquero sobreexplotado siempre serán rescatados por otros agentes, lo que podría atraer inversiones en aras de lograr una capacidad excesiva únicamente con la intención de ser rescatados más tarde.

4.5 Aprendizaje de la experiencia internacional exitosa

Existen casos de éxito de transición de un escenario de sobreexplotación o con capacidad excesiva a una actividad mejor ordenada, aunque no completamente óptima. A continuación se muestra una selección no exhaustiva de estos casos y se mencionan sus características más sobresalientes:

Nueva Zelanda

Uno de los primeros casos de control por medio de CIT es el arte de arrastre en Nueva Zelanda. Un aspecto interesante sobre la implementación de modelo en la pesquería costera consiste en cómo los excedentes fueron adquiridos por los pescadores para que éstos pudieran ofertar cuotas. Sin embargo, estas adquisiciones fueron financiadas con dinero público que nunca fue recuperado y los planes de cobrar alquileres por el uso del recurso fueron descartados desde un principio.

Este caso se encuentra bien documentado en varios estudios (Ackroyd et al., 1990; Batstone & Sharp, 1999; Clark et al., 1989; Hersoug, 2002).

Fletán del Pacífico

Las CIT fueron introducidas por primera vez en las pesquerías de fletán canadienses. Una característica destacable es la participación de la industria y el pago por monitoreo de cuotas. Otra lección importante es la forma en que las cuotas individuales proporcionaron beneficios económicos en forma de un valor de captura más alto debido a temporadas de pesca mucho más largas y al incremento de la pesca recreativa (Fox et al., 2003; Rice, 2003; Turrís, 2000; Wilen, 2005).

Pesquería de la Laguna Ayvalik-Haylazli

La pesquería de la Laguna Ayvalik-Haylazli, situada cerca de un importante centro agrícola y comercial de una ciudad en Turquía, es un ejemplo de un ordenamiento comunitario de éxito (Berkes, 1986). Durante 1994, los trabajadores provenientes de tres aldeas vecinas constituyeron una cooperativa, a través de la cual se organizaron para participar de manera conjunta en la reducción de los diversos costos de la actividad y limitar el acceso a los recursos a aquéllos que fuesen miembros de la cooperativa.

Asociación Regional de Pesquerías de Alaska

Esta asociación, formada por los pescadores locales para conservar y restaurar la población de salmón a mediados de la década de 1970, es otro caso exitoso de ordenación de los recursos pesqueros. Por medio de una autoimposición de una tasa del tres por ciento del valor de su captura, la asociación pudo incrementar las reservas de salmón y beneficiar, de este modo, a todos los trabajadores (Amend, 1989).

Ajustes a las pesquerías en España

La ampliación de la jurisdicción de las pesquerías nacionales dentro de un rango de 200 millas náuticas a partir de las ZEE a mediados de la década de los setenta obligó a los pescadores españoles a abandonar los caladeros en donde habían faenado durante décadas, si no durante siglos. Esto propició una reducción del empleo de cerca de una tercera parte del sector en pocas décadas. No obstante, los subsidios proporcionados por el Gobierno español, los programas de capacitación, la inversión pública y las transferencias a nuevos sectores como la acuicultura, el procesado de pescado y el turismo costero permitieron a estas comunidades españolas, que habían sido dependientes de la pesca, asegurar un nivel de vida alto evitando así una crisis social a gran escala, a pesar de la disminución importante en los empleos en pesquerías (OECD, 2000).

Las lecciones que pueden obtenerse de estos casos son las siguientes:

■ Es importante encontrar una asignación inicial para las cuotas que sea considerada equitativa e inmune a los desafíos potenciales en la medida de lo posible (aunque siempre puedan existir controversias);

■ El criterio de asignación tendría que ser fijado lo más pronto posible a fin de evitar un posicionamiento desigual, tal como sería la participación en la pesca o la inversión en embarcaciones únicamente para asegurar el ingreso al sistema. Esta situación solo empeoraría la sobreexplotación y la capacidad excesiva antes del establecimiento de un sistema de cuotas (generando créditos únicamente);

■ Puede existir un caso en el que el gobierno proporcione fondos que deban ser pagados posteriormente para comprar un exceso en el número de embarcaciones destinadas a la pesca;

■ La distribución equitativa de los beneficios generados por las CIT es fundamental a fin de evitar problemas futuros dado el caso de que las cuotas enriquezcan solo a unas cuantas personas en detrimento del resto. Se debe tener en cuenta que los problemas distributivos pueden surgir tras la implantación del sistema de cuotas e incluso cuando su distribución inicial sea considerada aceptable, ya que los beneficios de un régimen de cuotas pueden tomar algún tiempo antes de mostrarse claramente;

■ Pueden haber ganancias muy sustanciales derivadas de las cuotas individuales materializadas en menores costos de pesca y un valor de captura más alto. No todos estos beneficios se deben a la regeneración de los recursos pesqueros. Algunos se deben a un menor uso de la capacidad de pesca, otros a temporadas de pesca más largas y a un aumento de la pesca recreativa; y

■ Bajo ciertas circunstancias, las comunidades pesqueras tienen el potencial de mantener recursos de un modo sostenible (Berkes et al., 2001; Ostrom et al., 1999).

4.6 Reforma del financiamiento de pesquerías

Tal y como se ha apuntado anteriormente, las pesquerías verdes necesitan acceder o recaudar los fondos suficientes para cumplir sus objetivos económicos, ambientales y sociales a fin de garantizar el futuro de las actividades pesqueras a largo plazo y el uso sostenible de los recursos pesqueros. Es necesario el financiamiento para adaptar la flota pesquera, promover el uso de artes de pesca adecuadas; fortalecer los mercados de productos pesqueros; promover asociaciones entre investigadores y pescadores; diversificar y fortalecer el desarrollo económico en zonas

afectadas por la disminución de actividades de pesca; y proporcionar asistencia técnica y capacitación humana en países en vías de desarrollo.

Las actividades dirigidas al enverdecimiento del sector pesquero son diversas y se realizarían desde un ámbito local, nacional, regional y mundial. Los acuerdos u opciones de financiamiento tendrían que estar hechos a la medida para satisfacer las necesidades en cada uno de estos niveles. Es necesario tener en mente que, al considerar las opciones para una reforma del financiamiento de las pesquerías, una inversión amplia puede no ser suficiente para el enverdecimiento del sector pesquero si no se combina con regímenes de ordenamiento eficaces.

Inversión pública en la reforma de pesquerías

Dado que las pesquerías son consideradas por muchos como un recurso público y es la sociedad, en general, quien se beneficia de un ordenamiento eficiente, una inversión pública significativa puede estar más que justificada. El financiamiento público para pesquerías más sostenibles incluye: el financiamiento directo proveniente de los presupuestos nacionales; contribuciones de fondos multilaterales; recursos recaudados en los mercados de capitales respaldados por garantías gubernamentales; y una parte de los impuestos gubernamentales, gravámenes o ingresos nacionales destinados a un fondo para pesquerías. Es posible establecer un Fondo Mundial para Pesquerías (FMP), operado por Naciones Unidas, siguiendo las pautas del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). El financiamiento en aras de un enverdecimiento del sector pesquero puede provenir de diversas fuentes públicas con el objetivo de crear un fondo común. En este sentido, es posible establecer un foro de alto nivel sobre financiamiento internacional de las pesquerías con el fin de reunir a los tomadores de decisiones clave del sector financiero público y privado, así como a las instituciones financieras internacionales. Dicho foro podría revisar regularmente la disponibilidad de financiamientos y gastos, y establecer recomendaciones encaminadas a mejorar el sector.

Oportunidades de la reforma del financiamiento de pesquerías a nivel nacional

Los incentivos fiscales desde un ámbito nacional pueden ser una importante fuente de inversiones para las pesquerías verdes, ya que los problemas de economía política que normalmente se encontrarían al tratar de recaudar fondos en un escenario regional y/o mundial podrían evitarse. Dichas fuentes de inversión pueden ser más eficaces cuando la distribución de los recursos pesqueros se encuentre concentrada al interior de las fronteras nacionales. Sin embargo, debido a la naturaleza transfronteriza de muchas especies marinas, como el atún, los programas de financiamiento nacionales pueden fracasar en su intento de conseguir financiamiento

para enverdecer algunas pesquerías. Dos programas de incentivos fiscales que pueden ser efectivos para la inversión en el financiamiento son la Reforma Fiscal Ambiental (RFA) y el redireccionamiento de subsidios perjudiciales a actividades verdes:

La Reforma Fiscal Ambiental (RFA) consta de una serie de medidas fiscales y de fijación de precios que pueden aumentar el ingreso al mismo tiempo que promueven los objetivos ambientales (OECD, 2005). Ante la ausencia de impuestos, el beneficio financiero en la explotación de los recursos de las pesquerías es acaparado en su totalidad por el sector privado, sin que haya una compensación para la sociedad. Adicionalmente, los operadores individuales no tienen un incentivo directo para restringir sus capturas, ya que no obtienen de forma individual ningún beneficio directo por hacerlo, mientras que otros continúan con actividades que llevan a la sobreexplotación de los recursos. La imposición de gravámenes sobre el volumen de las capturas, en combinación con medidas encaminadas a una ordenación adecuada -las cuales pueden incluir la restricción del acceso a zonas de pesca- pueden ser eficaces tanto en la generación de ingresos que compensen a los propietarios de los recursos, (por ejemplo, el país cuyas reservas pesqueras están siendo explotadas) como en la creación de incentivos naturales para reducir el esfuerzo pesquero.

La redirección de subsidios -o la eliminación de subsidios perjudiciales existentes en el sector pesquero global a través de su redireccionamiento- puede proporcionar una fuente adicional significativa de financiamiento para el enverdecimiento del sector pesquero. Los subsidios a las pesquerías se han estimado en alrededor de 25,000 a 30,000 millones de dólares anuales (Sumaila et al., 2010). Restringir los subsidios destinados al ordenamiento de los recursos, los llamados subsidios benéficos, generaría un ahorro de cerca de 19,000 millones de dólares al año, que podrían ser reasignados para financiar iniciativas verdes en las pesquerías.

Acuerdos de financiamiento regional, una facilidad o mecanismo de financiamiento regional es aquel en el que:

- las actividades que financia están limitadas a una región específica (por ejemplo, el Triángulo de Coral en el Pacífico Centro-Occidental o África Occidental), y
- los países miembros del acuerdo dentro de una región tienen un papel importante en la toma de decisiones (Sharan, 2008).

El financiamiento regional del enverdecimiento de las pesquerías es importante por varias razones. En primer lugar, porque mientras que el problema de la sosteni-

bilidad de pesquerías es global, también tiene fuertes dimensiones regionales. Los obstáculos y las medidas requeridas para la adaptación dependen de escenarios políticos y biológicos regionales por lo que no serían necesariamente idénticos para todas las regiones. Es improbable que la disminución de las reservas pesqueras y sus impactos queden confinados dentro de los límites de un solo país; y de cualquier forma, un país por cuenta propia no podría hacer frente a tales impactos sin ayuda de un tercero. De esta forma, los acuerdos de financiamiento regionales fortalecerían la acción colectiva mundial para el enverdecimiento de las pesquerías. Un enfoque regional también ofrece beneficios derivados de la proximidad como una interacción y un aprendizaje más cercanos, y menores costos de transacción. Un acuerdo de financiamiento regional también puede atraer recursos adicionales dentro de una región conforme los países se consideren a sí mismos como importantes tomadores de decisiones. A este respecto, los Fondos de Pesquerías Regionales se pueden establecer en varias regiones en el mundo.

Inversión privada en la reforma de las pesquerías

El capital de riesgo y el capital privado. Los consumidores son cada vez más conscientes de los amplios efectos que producen prácticas de pesca insostenibles, así como los efectos del cambio climático. El resultado ha sido una presión por parte del consumidor para obtener productos obtenidos de forma sostenible. Los sectores de alto crecimiento emergente han sido, tradicionalmente, el objetivo de los detentores del capital de riesgo, quienes invierten en actividades empresariales esperando altos retornos tras haber asumido riesgos. Los mercados de productos y servicios sostenibles como el ecoturismo y las capturas (pescados y mariscos) bajo certificado ecológico pueden presentar fuentes atractivas de ingreso para un mejor ordenamiento de áreas protegidas y comunidades aledañas. La autorización de proyectos productivos para agentes del sector privado en áreas protegidas, con acuerdos sobre el reparto de ganancias específicos, tienen el potencial de constituir una fuente importante de financiamiento.

Asociación Público-Privada (APP)

Mientras que los sectores público y privado juegan un papel importante en la generación de nuevas fuentes de financiamiento para el enverdecimiento del sector pesquero, el mecanismo de APP en el que la inversión del sector público puede propiciar la participación del sector privado en proyectos de naturaleza pública puede aplicarse al sector pesquero.

Evaluación de opciones de financiamiento

Hay una gran variedad de opciones de financiamiento, señaladas con anterioridad, que van desde las que están mejor implementadas a escala nacional y mundial, a las operadas mediante entidades públicas o privadas.

Dado el carácter de propiedad pública de gran parte de los recursos oceánicos del mundo, situación que va en detrimento de una inversión privada exitosa, es improbable que por esta vía puedan aplicarse las inversiones requeridas. Un escenario en donde existen derechos y regulaciones adecuados es capaz de generar una gran cantidad de actividad empresarial innovadora privada, que puede ser efectiva tanto para el enverdecimiento de las pesquerías como para el impulso de nuevas oportunidades de empleo y generación de riqueza.

En regiones del mundo en donde los derechos son difíciles de implementar o en donde las comunidades prefieren otras formas de ordenamiento, es evidente que el sector público posee un rol importante en las

pesquerías verdes. Se trata de una oportunidad para que fondos públicos sean empleados en un ámbito que derivará en la creación de empleos y generará. Las estrategias nacionales como la RFA probablemente sean exitosas en los casos en los que las reservas pesqueras se mantengan dentro de las fronteras nacionales. En otros casos en los que las reservas de peces se concentran en dos o más países, estrategias regionales o mundiales -como los gravámenes de mercado en combinación con la cooperación internacional- tienen un gran potencial. Incluso en casos en los que la inversión verde opera en un ámbito nacional, la cooperación internacional en asuntos como la redirección de subsidios pesqueros puede ser de una gran influencia para impulsar estos cambios.

5 Conclusiones

El análisis del sector que figura en este capítulo confirma el importante papel socioeconómico de las pesquerías, por lo que lograr un mayor desarrollo debe ser un hecho capital para los países. En este sentido, en el mundo tienen un desarrollo por debajo de lo esperado tanto en términos económicos como sociales. Un cambio de rumbo hacia el enverdecimiento del sector pesquero mediante la recuperación de reservas empobrecidas y la implementación de un ordenamiento eficaz conllevaría un aumento de capturas totales y contribuiría a mejorar las economías de los países con recursos pesqueros.

Aunque se han realizado importantes esfuerzos en torno a los ordenamientos pesqueros en todo el mundo, y a través de organizaciones regionales de administración pesquera, aún queda mucho por hacer para el mejoramiento del ordenamiento de recursos en el contexto de una economía verde.

Con el fin de alcanzar niveles de sostenibilidad de la pesca desde una perspectiva económica, ecológica y social, es necesaria una reducción considerable del exceso de capacidad actual. Dada la amplia diferencia en el poder de captura, el potencial de creación de empleos y las implicaciones de subsistencia que existe entre las embarcaciones pesqueras de pequeña y gran escala, parece ser que el esfuerzo por reducir la capacidad excesiva debe estar enfocado en las mayores flotas ya que los costos socioeconómicos de este esfuerzo serían más bajos.

Este capítulo demuestra que el enverdecimiento del sector pesquero costaría miles de millones de dólares. Sin embargo, las ganancias que reportaría el cambio serían mucho mayores que el costo total de las inversiones. Gran parte de este costo consiste en ayudas al sector pesquero para que este pueda adaptarse a una capacidad de pesca menor, prerequisite para lograr el enverdecimiento del sector pesquero y mantenerlo económicamente viable a largo plazo.

Esta contribución reveló que existen experiencias exitosas con mecanismos para ordenar un futuro modelo de transición verde y ajustarla dentro de la industria de la pesca como son: los programas de recompra de buques, las compensaciones, la provisión de fondos a la Seguridad Social y programas de capacitación para los pescadores desde los cuales se puede aprender y construir.

Se requiere, con todo ello, mayores inversiones para mejorar un ordenamiento de las pesquerías en la mayor parte del mundo. Esto permitiría una mejor implementación de todas las herramientas disponibles y que han probado ser efectivas, incluyendo las evaluaciones de reservas, los Programas de Monitoreo y Control, los sistemas de Cuotas Transferibles y No Transferibles; y la expansión de AMP. Además, el fortalecimiento de instituciones pesqueras tanto en administraciones nacionales como en las organizaciones regionales de ordenamiento pesquero, permitirían una gobernanza y un manejo de recursos más eficaz dentro y fuera de las ZEE de los países.

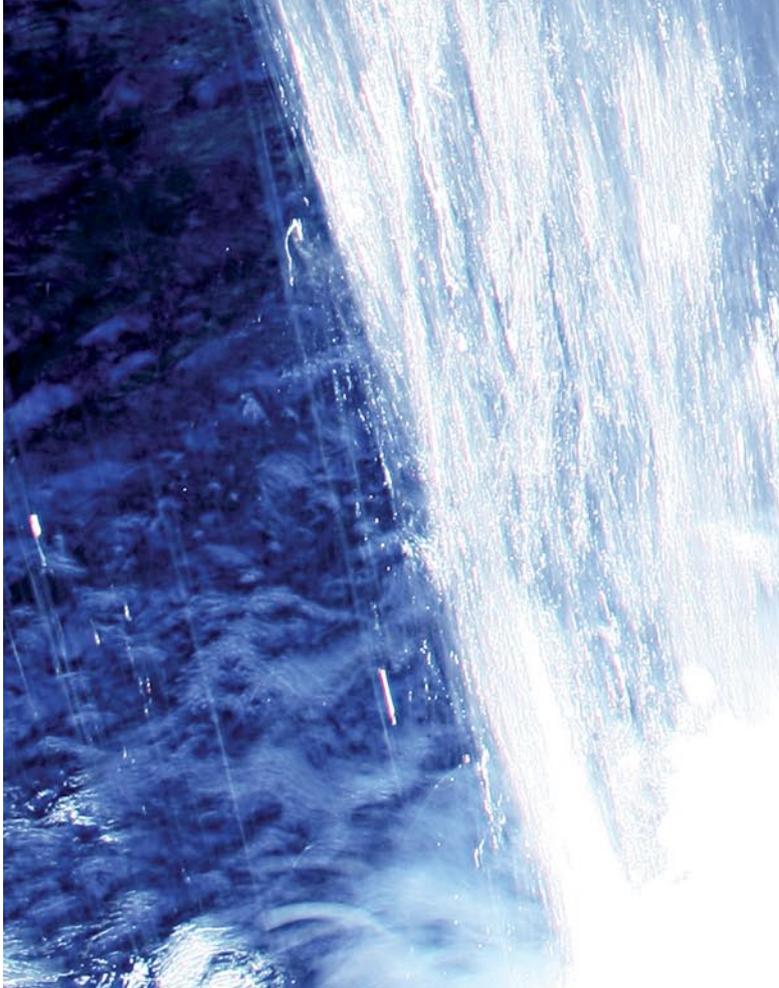
Referencias

- Aas, Ø. (Ed.). (2008). *Global challenges in recreational fisheries*. Oxford UK: Blackwell Publishing.
- Ackroyd, P., Hide, R. P., & Sharp, B. M. H. (1990). *New Zealand's ITQ system: Prospects for the evolution of sole ownership corporations*. (Report to the Ministry of Agriculture and Fisheries). Wellington, Lincoln University.
- Alder, J., Zeller, D., Pitcher, T., & Sumaila, R. (2002). A method for evaluating marine protected area management. *Coastal Management*, 30(2), 121–131.
- Amend, D. F. (1989). Alaska's Regional Aquaculture Associations Co-Management of Salmon in Southern Southeast Alaska. In E. Pinkerton (Ed.), *Co-operative management of local fisheries: New directions for improved management and community development*. The University of British Columbia Press.
- Anticamara, J. A., Watson, R., Gelchu, A., & Pauly, D. (2011). Global fishing effort (1950–2010): Trends, gaps, and implications. *Fisheries Research*, 107(1), 131–136.
- APEC. (2000). *Study into the nature and extent of subsidies in the fisheries sector of APEC member economies*. (PricewaterhouseCoopers Report No. CTI 07/99T. 1-228).
- Arnason, R. (1995). *The Icelandic fisheries: evolution and management of fishing industry*. Fishing News Books Series. Oxford, UK: Blackwell Science.
- Barlow, C. (2008). *Inland fisheries in the Lower Mekong basin: Importance, challenges and mechanisms to meet those challenges*. (Paper presented at the International symposium: Sustaining fish diversity, fisheries and aquaculture in the Mekong Basin, September 3-5, 2008). Thailand: Ubon Ratchathani University.
- Batstone, C., & Sharp, B. (1999). New Zealand's quota management system: The first ten years. *Marine Policy*, 23(2), 177–190.
- Béné, C., Macfadyen, G., & Allison, E. H. (2007). *Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security*. (Vol. 481). Rome: FAO.
- Berkes, F. (1986). Local level management and the commons problem: a comparative study of Turkish coastal fisheries. *Marine Policy*, 10(3), 215–229.
- Berkes, F., Mahon, R., McConney, P., Pollnac, R., & Pomeroy, R. (2001). *Managing small-scale fisheries: Alternative directions and methods*. Canada: International Development Research Centre (IDRC).
- Bonzon, A. (2000). Development of economic and social indicators for the management of Mediterranean fisheries. *Marine and freshwater research*, 51, 493–500.
- Bromley, D. W. (2009). Abdicating responsibility: The deceptions of fisheries policy. *Fisheries*, 34(6), 280–290.
- Cesar, H., Burke, L., & Pet-Soede, L. (2003). *The economics of worldwide coral degradation*. Amsterdam: Cesar Environmental Economics Consulting. Retrieved from <http://www.icran.org/pdf/cesardegradation-report.pdf>
- Cesar, H. S. (2002). Coral reefs: their functions, threats and economic value. In H. S. Cesar (Ed.), *Collected Essays on the Economics of Coral Reefs* (pp. 14–39). Kalmar University, Sweden: CORDIO.
- Charles, A. T. (2001). *Sustainable fishery systems*. Oxford, UK: Blackwell Science.
- Charles, A.T. (2002). Use rights and responsible fisheries: Limiting access and harvesting through rights-based management. In Cochrane, K. (Ed.), *A Fishery manager's guidebook: Management measures and their application*. (FAO Fisheries Technical Paper, No. 424). Rome:FAO.
- Charles, A. T. (2006). Social Impacts of Government Financial Support of Fisheries. In S. O'Gorman & E. Andrews (Eds.), *Financial Support to Fisheries: Implications for Sustainable Development* (pp. 225–260). Paris: OECD.
- Charles, A. T., Burbidge, C., Boyd, H., & Lavers, A. (2009). *Fisheries and the marine environment in Nova Scotia: Searching for sustainability and resilience*. Nova Scotia, Canada: GPI Atlantic.
- Cheung, W. W. L., Lam, V., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R., & Pauly, D. (2009). Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and Fisheries*, 10(3), 235–251.
- Cheung, W. W. L., Lam, V., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R., Zeller, D., & Pauly, D. (2010). Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*, 16(1), 24–35.
- Christensen, V., Ferdaña, Z., & Steenbeek, J. (2009). Spatial optimization of protected area placement incorporating ecological, social and economical criteria. *Ecological Modelling*, 220(19), 2583–93.
- Christy, F. T. Jr. (1982). *Territorial use rights in fisheries: Definitions and conditions*. (FAO Fisheries Technical Paper No. 227).
- Cisneros-Montemayor, A. M., & Sumaila, U. R. (2010). A global estimate of benefits from ecosystem-based marine recreation: potential impacts and implications for management. *Journal of Bioeconomics*, 12(3), 245–268.
- Clark, C. W., Munro, G. R., & Sumaila, U. R. (2005). Subsidies, buybacks, and sustainable fisheries. *Journal of Environmental Economics and Management*, 50(1), 47–58.
- Clark, C. W., Munro, G. R., & Sumaila, U. R. (2010). Limits to the privatization of fishery resources. *Land Economics*, 86(2), 209.
- Clark, C. W. (1973). The economics of overexploitation. *Science*, 181(4100), 630–634.
- Clark, C. W., Munro, G. R., & Sumaila, U. R. (2007). Buyback subsidies, the time consistency problem, and the ITQ alternative. *Land Economics*, 83(1), 50.
- Clark, I. N., Major, P. J., & Mollett, N. (1989). The development and implementation of New Zealand's ITQ management system. In *Rights Based Fishing* (pp. 117–45).
- Commission of the European Communities. (2004). *Promoting more environmentally-friendly fishing methods: The role of technical conservation measures*. (Communication from the Commission to the Council and the European Parliament).
- Cooley, S. R., & Doney, S. C. (2009). Anticipating ocean acidification's economic consequences for commercial fisheries. *Environmental Research Letters*, 4, 024007.
- Costanza, R., Andrade, F., Antunes, P., den Belt, M., Boersma, D., Boesch, D. F., Catarino, F., et al. (1998). Principles for sustainable governance of the oceans. *Science*, 281(5374), 198.
- Costello, C., Gaines, S. D., & Lynham, J. (2008). Can catch shares prevent fisheries collapse? *Science*, 321(5896), 1678–1681.
- Cullis-Suzuki, S., & Pauly, D. (2010a). Marine protected area costs as 'beneficial' fisheries subsidies: A global evaluation. *Coastal Management*, 38(2), 113.
- Cullis-Suzuki, S., & Pauly, D. (2010b). Failing the high seas: a global evaluation of regional fisheries management organizations. *Marine Policy*, 34(5), 1036–1042.
- Diaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321(5891), 926.
- Dietz, T., Ostrom, E. & Stern, P. C. (2003). The struggle to govern the commons. *Science* 302, 1907–1912.
- Dulvy, N. K., Rogers, S. I., Jennings, S., Stelzenmüller, V., Dye, S. R., & Skjoldal, H. R. (2008). Climate change and deepening of the North Sea fish assemblage: a biotic indicator of warming seas. *Journal of Applied Ecology*, 45(4), 1029–1039.
- Dyck, A. J., & Sumaila, U. R. (2010). Economic impact of ocean fish populations in the global fishery. *Journal of Bioeconomics*, 12(3), 227–243.
- EC. (2005). *Economic performance of selected European fishing fleets: Annual report 2004*.
- EC. (2006). *Economic performance of selected European fishing fleets: Annual report 2005*.
- Eide, A. (2007). Economic impacts of global warming: The case of the Barents Sea fisheries. *Natural Resource Modeling*, 20(2), 199–221.
- Environment News Service. (2008). *Canada Closes Newfoundland Cod Fisheries*. Retrieved from <http://www.ens-newswire.com/ens/apr2003/2003-04-28-05.html>
- Essington, T. E. (2009). Ecological indicators display reduced variation in North American catch share fisheries. *Proceedings of the National*

- Academy of Sciences, 107(2), 754-759.
- FAO. (1992). *Marine fisheries and the law of the sea: A decade of change*. (FAO Fisheries Circular No. 853). Rome: FAO.
- FAO. (2001). *International plan of action to prevent, deter and eliminate illegal, unreported and unregulated fishing*. Rome: FAO.
- FAO. (2005). *Review of the state of world marine fishery resources*. (FAO Fisheries Technical Paper 457). Rome: FAO.
- FAO. (2007). *The state of world fisheries and aquaculture 2006*. Rome: FAO.
- FAO. (2009). *The state of world fisheries and aquaculture 2008*. Rome: FAO.
- FAO (2009a). *Food and Agricultural Organization of the United Nations Yearbook: Fishery: Eine aquaculture statistics 2007*. Rome: FAO.
- Fox, K., Grafton, Q., Kirkley, J., & Squires, D. (2003). Property rights in a fishery: Regulatory change and firm performance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 46(1), 156-177.
- Froese, R., & Pauly, D. (2003). Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer: Eine aktuelle Umweltbilanz. In: J. L. J. Lozán, E. Rachor, K. Reise, J. Sündermann, & v. H. Westernhagen (Eds.), *Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer: Eine aktuelle Umweltbilanz*. Hamburg: GEO.
- Gallic, B. L. (2002). Fisheries Sustainability Indicators: The OECD experience. (Paper for the Joint workshop Tools for measuring (integrated) Fisheries Policy aiming at sustainable ecosystems, Brussels, Belgium).
- Garcia, S. M., & Charles, A. T. (2007). Fishery systems and linkages: from clockworks to soft watches. *ICES Journal of Marine Science*, 64(4), 580-587.
- Gibbs, M. T. (2009). Why ITQs on target species are inefficient at achieving ecosystem based fisheries management outcomes. *Marine Policy*, 34(3).
- Gordon, H. S. (1954). The economic theory of a common-property resource: The fishery. *Journal of Political Economy*, 62(2), 124.
- Griggs, L., & Lugten, G. (2007). Veil over the nets (unravelling corporate liability for IUU fishing offences). *Marine Policy*, 31(2), 159-168.
- Hall, M. A. (1996). On bycatches. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6(3), 319-352.
- Hannesson, R. (2002). The economics of fishing down the food chain. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59, 755-758.
- Hannesson, R. (1998). Marine reserves: what would they accomplish? *Marine Resource Economics*, 13(3), 159-170.
- Hannesson, R. (2007). Buyback programs for fishing vessels in Norway. In R. Curtis & D. Squires (Eds.), *Fisheries buybacks* (pp. 177-190). Oxford: Blackwell.
- Hannesson, R. (2004). *The privatization of the oceans*. Boston, Mass: MIT Press.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, 162(3859), 1243-1248.
- Hatcher, A., & Robinson, K. (Eds.). (1999). *Overcapacity, overcapitalization and subsidies in European fisheries*. (Proceedings of the first workshop held in Portsmouth, UK, 28-30 October, 1998).
- Hersoug, B. (2002). *Unfinished business: The Netherlands' experience with rights-based fisheries management*. Eburon.
- Hilborn, R., Orensanz, J. M., & Parma, A. M. (2005). Institutions, incentives and the future of fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360, 47-57.
- Hockey, P. A. R., & Branch, G. M. (1997). Criteria, objectives and methodology for evaluating marine protected areas in South Africa. *South African Journal of Marine Science*, 18, 369-383.
- Holland, S. M., Ditton, R. B., & Graefe, A. R. (1998). An ecotourism perspective on billfish fisheries. *Journal of Sustainable Tourism*, 6(2), 97-116.
- Hoyt, E., & Iñiguez, M. (2008). *The state of whale watching in Latin America*. Chippenham, UK: WDCS. Retrieved from: http://www.wdcs.org/submissions_bin/WW_Latinamerica_English.pdf
- Hoyt, E. (2001). *Whale Watching 2001: Worldwide tourism numbers, expenditures and expanding socio economic benefits*. Yarmouth Port, MA: IFAW.
- Kaschner, K., Watson, R., Trites, A. W., & Pauly, D. (2006). Mapping worldwide distributions of marine mammal species using a relative environmental suitability (RES) model. *Marine Ecology Progress Series*, 316, 285-310.
- Khan, A., Sumaila, U. R., Watson, R., Munro, G., & Pauly, D. (2006). The nature and magnitude of global non-fuel fisheries subsidies. *Fisheries Centre Research Reports*, 14(6), 5.
- Kuperan, K., & Sutinen, J. G. (1998). Blue water crime: Deterrence, legitimacy, and compliance. *Fisheries Law and Society Review*, 32(2), 309-338.
- Lam, V., Sumaila, U. R., Dyck, A., Pauly, D., & Watson, R. (2010). *Construction and potential applications of a global cost of fishing database*. (Fisheries Centre Working Paper #2010-13, The University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada).
- Lery, J., Prado, J., & Tietze, U. (1999). *Economic viability of marine capture fisheries*. (FAO Fisheries Technical Paper No. 377). FAO, Rome.
- Macinko, S., & Bromley, D., (2002). *Who owns America's fisheries?* Pew Ocean Science Series. Island Press.
- Macher, C., Guyader, O., Talidec, C., & Bertignac, M. (2008). A cost-benefit analysis of improving trawl selectivity in the case of discards: The *Nephrops norvegicus* fishery in the Bay of Biscay. *Fisheries Research*, 92(1), 76-89.
- Martell, S., Walters, C. W., & Sumaila, U. R. (2009). Industry-funded fishing licence reduction good for profits and conservation. *Fish and Fisheries*, 10, 1-12.
- Mason, F. (2002). The Newfoundland cod stock collapse: A review and analysis of social factors. *Electronic Green Journal*, 1(17).
- McAllister, M., Pikitch, E., & Babcock, E. (2001). Using demographic methods to construct Bayesian priors for the intrinsic rate of increase in the Schaefer model and implications for stock rebuilding. *Can. J. Fish. Aquat. Sc.*, 58, 1871-90.
- McConney, P., & Charles, A. (2008). Managing small-scale fisheries: Moving towards people-centered perspectives. In R. Q. Grafton, R. Hilborn, D. Squires, T. Maree, & M. Williams (Eds.), *Handbook of marine fisheries conservation and management* (p. 20). Oxford University Press.
- Milazzo, M. (1998). Subsidies in world fisheries: a re-examination (World Bank Technical Paper No. 406. Fisheries series). Washington, DC: The World Bank.
- Morgan, L. E., & Chuenpagdee, R. (2003). *Shifting gears: Addressing the collateral impacts of fishing methods in US waters*. Pew Science Series. Washington, DC.
- MRAG. (2005). *Review of impacts of illegal, unreported and unregulated fishing on developing countries: Synthesis report*. London: Marine Resources Assessment Group.
- Munro, G., & Sumaila, U. (2002). The impact of subsidies upon fisheries management and sustainability: the case of the North Atlantic. *Fish and Fisheries*, 3, 233-250.
- Munro, G. R. (2007). Internationally shared fish stocks, the high seas, and property rights in fisheries. *Marine Resource Economics*, 22(4), 425.
- Munro, G. R., Van Houtte, A., & Willmann, R. (2004). *The conservation and management of shared fish stocks: Legal and economic aspects*. Rome: FAO.
- Naylor, R. L., Goldberg, R. J., Mooney, H., Beveridge, M. C., Clay, J., Folke, C., Kautsky, N., ...Williams, M. (1998). Nature's subsidies to shrimp and salmon farming. *Science*, 282.
- NRC (National Research Council). (1999). *Sharing the fish: Toward a national policy on individual fishing quotas*. Washington, DC: National Academy Press.
- Obeng, V. (2003). *Towards an appropriate economic management regime of tuna fisheries in Ghana*. (Master of Science Thesis). Department of Economics, Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø, Norway.
- OECD. (2000). *Transition to responsible fisheries: Economic and policy implications*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- OECD. (2004). *Review of fisheries in OECD countries: Country statistics 2000-2002*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- OECD. (2005). *OECD-DAC Development Cooperation Report 2005*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- Ostrom, E., Burger, J., Field, C., Norgaard, R., & Policansky, D. (1999). Revisiting the commons: Local lessons, global challenges. *Science*, (284), 278-282.
- Pauly, D. (2006). Major trends in small-scale marine fisheries, with emphasis on developing countries, and some implications for the social sciences. *Maritime Studies (MAST)*, 4(2), 7-22.
- Pauly, D. (2007). The Sea Around Us Project: Documenting and communicating global fisheries impacts on marine ecosystems. *Journal Information*, 36(4).

- Pauly, D., & Palomares, M. L. D. (2010). *An empirical equation to predict annual increases in fishing efficiency* (p. 12). (Fisheries Centre Working Paper No. 2010-07) Vancouver, BC: UBC. Retrieved from ftp://ftp.fisheries.ubc.ca/FCWP/2010/FCWP_2010-07_PaulyPalomares.pdf
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., & Torres, F. (1998). Fishing down marine food webs. *Science*, 279, 860-63.
- Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T., Sumaila, U. R., Walters, C. J., ...Zeller, D. (2002). Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418, 685-695.
- Perry, L. A., Low, P. J., Ellis, J. R., & Reynolds, J. D. (2005). Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, 308, 1912-1915.
- Petersson, E. (2009). Inland fish and fisheries. In *Fisheries sustainability and development* (pp. 147-168). Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry.
- Pinkerton, E., & Edwards, D. (2009). The elephant in the room: the hidden costs of leasing individual transferable fishing quotas. *Marine Policy*, 33, 707-713.
- Pitcher, T. J., & Hollingworth, C. E. (2002). *Recreational fisheries: Ecological, economic and social evaluation*. Oxford, UK: Blackwell Science.
- Pontecorvo, G., Wilkinson, M., Anderson, R., & Holdowsky, M. (1980). Contribution of the Ocean Sector to the United States Economy. *Science*, 208(4447), 1000-1006.
- Rice, J. (2003). The British Columbia rockfish trawl fishery. In J. Swan & D. Gréboval (Comps.), *Report and documentation of the International Workshop on the Implementation of International Fisheries Instruments and Factors of Unsustainability and Overexploitation in Fisheries* (pp. 161-187). (FAO Fisheries Report. No. 700). Rome: FAO.
- Rice, J., Shelton, P., Rivard, D., Chouinard, G., & Fréchet, A. (2003). Recovering Canadian Atlantic cod stocks: The shape of things to come? In *The scope and effectiveness of stock recovery plans in fishery management* (International Council for Exploration of the Sea, No. CM 2003/U:06)
- Richards, A., & Hendrickson, L. (2006). Effectiveness of the Nordmøre grate in the Gulf of Maine northern shrimp fishery. *Fisheries Research*, 81, 100-106.
- Roy, N., Arnason, R., & Schrank, W. E. (2009). The identification of economic base industries, with an application to the Newfoundland fishing industry. *Land Economics*, 85(4), 675.
- Sainsbury, K., & Sumaila, U. (2003). Incorporating ecosystem objectives into management of sustainable marine fisheries, including 'best practice' reference points and use of marine protected areas. In M. Sinclair & G. Valdimarson (Eds.), *Responsible fisheries in the marine ecosystem*. CAB International.
- Salas, S., Chuenpagdee, R., Seijo, J., & Charles, A. (2007). Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research*, 87(1), 5-16.
- Sanichirico, J. N., & Wilen, J. E. (1999). Bioeconomics of spatial exploitation in a patchy environment. *Journal of Environmental Economics and Management*, 37, 129-150.
- SCFO. (2005). *Northern cod: a failure of Canadian fisheries management*. (Report of the Standing Committee on Fisheries and Oceans). Ottawa, Canada: Standing Committee on Fisheries and Oceans.
- Sethi, S. A., Branch, T. A., & Watson, R. (2010). Global fishery development patterns are driven by profit but not trophic level. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(27), 12163.
- Sharan, D. (2008). *Financing climate change mitigation and adaptation: Role of regional financing arrangements* (Sustainable Development Working Paper Series). Asian Development Bank.
- Sievanen, L., Crawford, B., Pollnac, R., & Lowe, C. (2005). Weeding through assumptions of livelihood approaches in ICM: Seaweed farming in the Philippines and Indonesia. *Ocean and Coastal Management*, 48(3-6), 297-313.
- Srinivasan, U. T., Cheung, W. W. L., Watson, R., & Sumaila, U. R. (2010). Food security implications of global marine catch losses due to overfishing. *Journal of Bioeconomics*, 12(3), 183-200.
- Sumaila, U. R. (1998). Protected marine reserves as fisheries management tools: A bioeconomic analysis. *Fisheries Research*, 37, 287-296.
- Sumaila, U. R., Alder, J., & Keith, H. (2006). Global scope and economics of illegal fishing. *Marine Policy*, 30, 696-703.
- Sumaila, U. R., Guennette, S., Alder, J., & Chuenpagdee, R. (2000). Addressing ecosystem effects of fishing using marine protected areas. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 752-760.
- Sumaila, U. R. (2010). A Cautionary Note on Individual Transferable Quotas. *Ecology and Society*, 15(3), 36.
- Sumaila, U. R., & Cheung, W. W. L. (2010). *Cost of adapting fisheries to climate change* (Development and climate change discussion paper No. 5). Washington, DC: The World Bank.
- Sumaila, U. R., Marsden, A. D., Watson, R., & Pauly, D. (2007). A global ex-vessel fish price database: Construction and applications. *Journal of Bioeconomics*, 9(1), 39-51.
- Sumaila, U. R., Khan, A. S., Dyck, A. J., Watson, R., Munro, G., Tydemers, P., & Pauly, D. (2010). A bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies. *Journal of Bioeconomics*, 12(3), 201-225.
- Sumaila, U. R., & Pauly, D. (2006). *Catching more bait: a bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies*. Fisheries Centre, University of British Columbia.
- Swartz, W., Sala, E., Tracey, S., Watson, R., & Pauly, D. (2010). The spatial expansion and ecological footprint of fisheries (1950 to Present). *PLoS ONE*, 5(12), e15143. doi:10.1371/journal.pone.0015143.
- Teh, L., Cheung, W. W. L., Cornish, A., Chu, C., & Sumaila, U. R. (2008). A survey of alternative livelihood options for Hong Kong's fishers. *International Journal of Social Economics*, 35(5), 380-395. doi:10.1108/03068290810861620
- Thresher, R. E., Macrae, C. M., Wilson, N. C., & Gurney, R. (2007). Environmental effects on the skeletal composition of deepwater gorgonians (*Keratois* spp.; Isididae). *Bulletin of Marine Science*, 81, 309-422.
- Townsend, R. E., McColl, J., & Young, M. D. (2006). Design principles for individual transferable quota. *Marine Policy*, 30, 131-141.
- Tseng, W., & Chen, C. (2008). Valuing the potential economic impact of climate change on the Taiwan trout. *Ecological Economics*, 65(2), 282-291.
- Turriss, B. R. (2000). *A comparison of British Columbia's ITQ fisheries for groundfish trawl and sablefish: Similar results from programmes with differing objectives, designs and processes* (pp. 254-261). FAO Fisheries Technical Paper.
- Tyedmers, P., Watson, R., & Pauly, D. (2005). Fuelling global fishing fleets. *Ambio*, 34, 59-62.
- UNEP. (2003). *Fisheries subsidies and marine resource management: Lessons learned from studies in Argentina and Senegal* (UNEP report). Geneva: The United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2004). *A UNEP Update on fisheries subsidies and sustainable fisheries management*. Geneva: The United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2005). *Reflecting sustainable development and special and differential treatment for developing countries in the context of new WTO fisheries subsidies rules*. Geneva: The United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2006). *Indonesia: Integrated assessment of the poverty reduction strategy paper with a case study on sustainable fisheries initiatives*. Geneva: The United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2008). *Role of supply chains in addressing the global seafood crisis*. Geneva: The United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2011). *Fisheries subsidies, sustainable development and the WTO*. London: Earthscan.
- United Nations. (2002). *Report of the World Summit on Sustainable Development*. (Presented in Johannesburg, South Africa, August 26-September 4, 2002, New York, USA).
- United Nations. (1995). *Agreement for the implementation of the provisions of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982 relating to the conservation and management of straddling fish stocks and highly migratory fish stocks*. September 8, 1995.
- Walsh, S., Godo, O., & Michalsen, K. (2004). Fish behaviour relevant to fish catchability. *ICES Journal of Marine Science*, 61(7), 1238-1239.
- Walters, C. J., & Martell, S. J. D. (2004). *Fisheries ecology and management*. Princeton University Press.
- Watling, L., & Norse, E. A. (1998). Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: A comparison to forest clearcutting. *Conservation Biology*, 12(6).
- Watson, R., Kitchingman, A., Gelchu, A., & Pauly, D. (2004). Mapping global fisheries: sharpening our focus. *Fish and Fisheries*, 5(2), 168-177.
- Whitmarsh, D., James, C., Pickering, H., & Neiland, A. (2000). The profitability of marine commercial fisheries: A review of economic information needs with particular reference to the UK. *Marine Policy*, 24, 257-263.

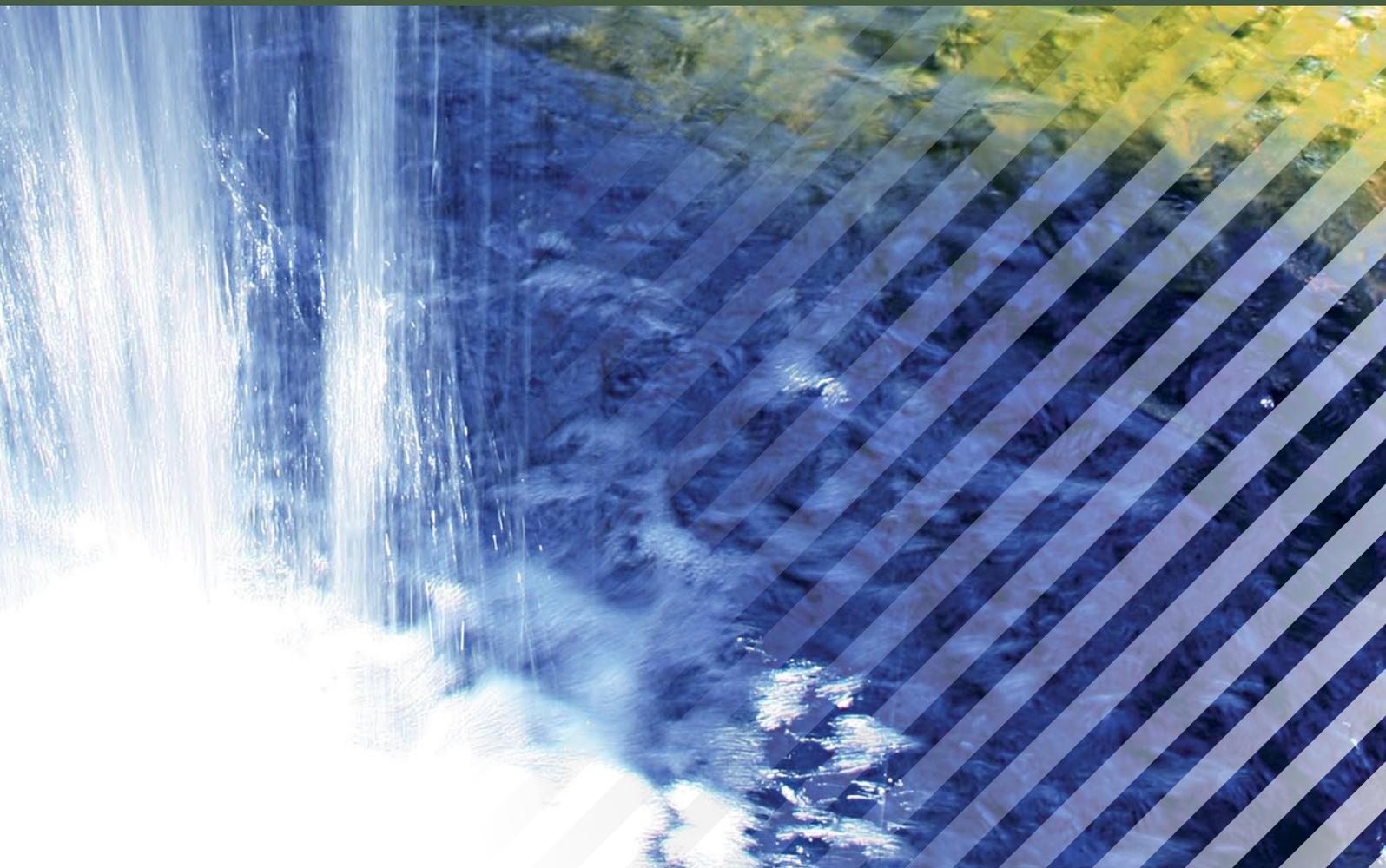
- Wicaksono, A., Putrawidjaja, M., & Amin, I. (2001). Overview of Indonesian coral trade: Importance to coastal communities, health and safety issues, user's conflicts and illegal trade concerns. In A. Brucker (Ed.), *Proceedings of the International Workshop on the Trade in Stony Corals: Development of Sustainable Management Guidelines*. Jakarta, Indonesia.
- Wilén, J. E. (2005). Property rights and the texture of rents in fisheries. In D. Leal (Ed.), *Evolving property rights in marine fisheries* (pp. 49-67). Oxford, UK: Rowman and Littlefield.
- Wilson, R. W., Millero, F. J., Taylor, J. R., Walsh, P. J., Christensen, V., Jennings, S., & Grosell, M. (2009). Contribution of fish to the marine inorganic carbon cycle. *Science*, 323(5912), 359-362.
- Wingard, J. D. (2000). Community transferable quotas: Internalizing externalities and minimizing social impacts of fisheries management. *Human Organization*, 59, 48-57.
- World Bank & FAO (2009) *The sunken billions: The economic justification for fisheries reform*. Washington DC: World Bank
- Wood, L. J., Fish, L., Laughren, J., & Pauly, D. (2008). Assessing progress towards global marine protection targets: Shortfalls in information and action. *Oryx*, 42(3), 340-351.
- Worm, B., Hilborn, R., Baum, J. K., Branch, T., Collie, J. S., Costello, C., ... Zeller, D. (2009). Rebuilding global fisheries. *Science*, 325, 578-585.
- Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., ...Watson, R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5800), 787-790.
- WWF. (2001). *Hard facts, hidden problems: A review of current data on fishing subsidies*. Washington, DC: WWF.





Agua

Inversión en capital natural



Agradecimientos

Autor-coordinador del capítulo: **Prof. Mike D. Young**, director ejecutivo Instituto Ambiental Universidad de Adelaide, Australia.

Nicolas Bertrand, del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), realizó la revisión académica y profesional del capítulo junto a los autores coordinadores de las revisiones y lideró la conducción de la investigación suplementaria para llevar los capítulos a su producción final. Derek Eaton revisó y editó la sección de modelación de estos capítulos.

Las siguientes personas prepararon 11 artículos técnicos como base para estos capítulos: Arfiansyah, del Pam Lyonnaise Jaya (PALYJA); Paulina Beato, de la Universidad Pompeu Fabra (España); Álvaro Calzadilla, del Instituto Kiel para la Economía Global (Alemania); Irma Damayanti, de PALYJA; Fulton Eaglin, de Estrategia y Desarrollo Pegasys; Philippe Folliasson, de PALYJA; Vincent Fournier, de PALYJA; David Kaczan, candidato a maestría en la Universidad de Alberta (Canadá); Sharon Khan, consultor independiente; Anna Lukasiewicz, candidato a doctora en la Universidad Charles Sturt (Australia); Luc Martin, de PALYJA; Claude Ménard, de la Universidad de Paris-Pantheon Sorbonne (Francia); Mike Muller, de la Universidad de Witwatersrand (Sudáfrica); Andrew Ogilvie, del IRD UMR G-eau; Guy Pegram, de Estrategia y Desarrollo Pegasys; Katrin Rehdanz, del Instituto Kiel para la Economía Global y Christian-Albrechts de la Universidad de Kiel (Alemania); Rathinasamy Maria Saleth, del Instituto Madras de Estudios de Desarrollo (India); Barbara Schreiner, de Estrategia y Desarrollo Pegasys; Richard S.J. Tol, del Instituto de Investigación Económica y Social (Irlanda), Instituto de Estudios Ambientales y Departamento de Economía Espacial de la Vrije Universiteit (Países Bajos); Håkan Tropp, del Instituto Internacional del Agua de Estocolmo (SIWI) (Suecia); Antonio Vives, de la Universidad de Stanford y Cumpetere; Constantin von der Heyden, de Estrategia y Desarrollo Pegasys; y John Ward, del CSIRO, Australia.

Una reimpresión editada del resumen ejecutivo del informe del 2030 Water Working Group -*Charting Our Water Future*- (publicado inicialmente en el 2009) y una versión actualizada del *Free basic water - a sustainable instrument for a sustainable future in South Africa* (publicado inicialmente en 2008 en Urbanización y Ambiente) fueron preparados como artículos adicionales de fondo. Asimismo, material adicional fue preparado por Andrea M. Bassi, John P. Ansah y Zhuohua Tan (Millennium Institute); y Carlos Carrión-Crespo y Ana Lucía Iturriza, de la OIT.

La compilación de los documentos técnicos de fondo fue editada por Christine S. Esaú.

Durante el desarrollo de este texto, el autor del capítulo de coordinación recibió valiosos consejos del Grupo de Referencia Global integrado a título personal por Shahid Ahma, miembro del Departamento de Recursos Naturales del Pakistan Agriculture Research Council; Dianne d'Arras, vicepresidente del Technology and Research Suez Environnement; Wouter Lincklaen Arriens, especialista en recursos hídricos en el Banco Asiático de Desarrollo; Ger Bergkamp, director general del Consejo Mundial del Agua; Don Blackmore, presidente de eWater CRC y ex director general de la Comisión de Cuenca Murray-Darling; Benedito Braga, vicepresidente del Consejo Mundial del Agua y profesor de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de São Paulo (Brasil); Margaret Catley Carlson, presidenta de la Asociación Mundial del Agua y ex viceministra de Salud y Bienestar de Canadá; Vasile Ciomos, presidente de la Asociación Rumana del Agua; Alberto Garrido, profe-

sor asociado de la Universidad Politécnica de Madrid (España); Jerry Gilbert, consultor; Vicente Gouarne, director en América Latina y el Caribe de la Corporación Financiera Internacional; R. Quentin Grafton, profesor de la Universidad Nacional de Australia; David Grey, asesor principal del Banco Mundial; Kathy Jacobs, directora ejecutiva del Instituto del Agua en Arizona (EE.UU.); Mohamed Ait Kadi, presidente del Consejo General de Desarrollo Agropecuario en Marruecos; Helmut Kroiss, director del Instituto para la Calidad del Agua en la Universidad Tecnológica de Viena (Austria); Alain Locussol, especialista formal en el Banco Mundial; David Molden, subdirector general del Instituto Internacional de Gestión del Agua; Jack Moss, asesor principal de AquaFed: Federación Internacional de Operadores Privados de Agua; Mike Muller, ex director general del Departamento de Asuntos Hídricos y Silvicultura en el Gobierno de Suráfrica; Herbert Oberhaensli, asistente del vicepresidente de Relaciones Económicas e Internacionales de Nestlé SA; Kirit Parikh, profesor emérito y director fundador del Instituto Indira Gandhi de Investigación para el Desarrollo; Usha Rao-Monari, gerente senior en el Departamento de Infraestructura de la Corporación Financiera Internacional; Brian Richter director del Programa de Aguas Sostenible, Conservación de la Naturaleza; Rathinasamy Maria Saleth, director del Madras Institute of Development Studies; Mark Smith, jefe del Programa de la UICN-Agua; A. Dan Tarlock, profesor distinguido de Derecho del Chicago-Kent College of Law; Lee Travers, gerente de Sector en el Banco Mundial; Henry J. Vaux Jr., profesor de la Universidad de California-Berkeley (EE.UU.); Antonio Vives, ex gerente del departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Interamericano de Desarrollo; Hao Wang, académico de la Academia China de Ingeniería Instituto Chino de Recursos Hídricos e Investigación de Energía Hidroeléctrica, vicepresidente del Comité Chino de la Asociación Mundial para el Agua; James Winpenny, consultor de Wychwood Economic Consulting Ltd.; y Sascha Zehnder, director de Ciencia, del Instituto de Estudios del Agua en Alberta, (Canadá). Asimismo, se agradece a Jack Moss por su exhaustivo examen de la versión preliminar del capítulo (febrero de 2011).

Nos gustaría dar las gracias a los colegas y personas que hicieron comentarios sobre varios borradores incluyendo a Joana Akrofi (PNUMA), Chizuru Aoki (PNUMA), Joseph Alcamo (PNUMA), Ger Bergkamp (World Water Council), Peter Börkey (OCDE), Munyara-dzi Chenje (PNUMA), David Coates (Secretaría del CDB), Salif Diop (PNUMA), Renate Fleiner (PNUMA), Ryuichi Fukuhara (PNUMA), Habib El-Habr (PNUMA), Melanie Hutchinson (PNUMA), Elizabeth Khaka (PNUMA), Arnold Kreilhuber (PNUMA), Olivia la O'Castillo (UNSGAB), Latif Razi (PNUMA), Lifeng Li (WWF International), Peter Manyara (PNUMA), Robert McGowan, Patrick Mmayi (PNUMA), Niasse Madiodio (Coalición Internacional de Tierras), Lara Ognibene (PNUMA), Neeyati Patel (PNUMA), Elina Rautalahti (PNUMA), Nadia Scialabba (FAO), David Smith (PNUMA), David Tickner (WWF-UK), Tomkins Chris, Cornis Van der Lugt (PNUMA), y Lew Young (Convención de Ramsar). Renate Fleiner, en particular, coordinó la edición del Grupo Interdivisional del Agua del PNUMA para la revisión del proyecto y las versiones posteriores de este capítulo. También agradecemos el apoyo de Thomas Chiramba, jefe de la división de Aplicación de Políticas Ambientales (DEPI)/Unidad de Ecosistemas de Agua Dulce, a lo largo del proyecto.

Asimismo, y dentro de la Universidad de Adelaide (Australia), queremos mostrar nuestro agradecimiento a las siguientes personas: Sam Fargher, Wynn Nobiko, Russo Adriana, Sarah Streeter, Seif Husam, Rathjen Jane y Peiris Sanjee.

Índice

Lista de acrónimos	129
Mensajes clave	130
1 Introducción	132
1.1 Objetivo del capítulo	132
1.2 Alcance y definición	132
1.3 Agua en una economía verde: una visión	132
1.4 Medición del progreso hacia una economía verde	133
1.5 Los recursos hídricos mundiales	134
2 Agua: un recurso natural único	135
2.1 Servicios de infraestructura natural	135
2.2 Contabilidad del agua	135
2.3 Agua y energía	136
3 Retos y oportunidades	138
3.1 Retos	138
3.2 Oportunidades	143
4 La economía del enverdecimiento del uso del agua	148
4.1 La economía detrás de la inversión en agua y en los ecosistemas	148
4.2 Selección de proyectos e iniciativas de inversión	149
4.3 Flujo de beneficios de la inversión en el sector de agua potable y saneamiento	150
5 Condiciones propicias: Superar las barreras e impulsar el cambio	152
5.1 Mejora de los acuerdos institucionales generales	152
5.2 Acuerdos comerciales internacionales	152
5.3 Uso de instrumentos de mercado	154
5.4 Mejora en los sistemas de títulos y de asignación	156
5.5 Reducción de los subsidios al costo de producción y cobro de externalidades	158
5.6 Mejora del cobro de agua y los acuerdos financieros	158
6 Conclusiones	163
Referencias	165

Lista de figuras

Figura 1: Agua verde y agua azul	133
Figura 2: Patrones prevalecientes que amenazan la seguridad hídrica y a la biodiversidad	135
Figura 3: Consumo de agua para la generación de energía en EE.UU. (2006)	136
Figura 4: Progreso global en el cumplimiento de los ODM para reducir el número de personas sin acceso a servicios de saneamiento adecuados a 1,700 millones de personas en 2015.	139
Figura 5: Progreso hecho hacia el cumplimiento del objetivo de saneamiento planteado por los ODM de reducir el número de personas sin saneamiento adecuado a la mitad en 2015.....	139
Figura 6: Áreas de escasez física y económica de agua.....	140
Figura 7: Número de personas viviendo en áreas con estrés hídrico por tipo de país en 2030.....	141
Figura 8: Brecha global agregada entre el suministro accesible y confiable existente y la extracción de agua en 2030 asumiendo que no hay ganancias en eficiencia.....	142
Figura 9: Proyección de la demanda global por agua y, bajo un escenario base (BAU), la cantidad esperada para ser igualada con el aumento de la oferta y las mejoras en la eficiencia técnica en el uso del agua (productividad).....	142
Figura 10: Evaluación del aumento esperado en la demanda global anual de agua por región (2005-2030)	143
Figura 11: Representación esquemática de un sistema basado en un medidor de agua madre gestionado por una organización comunitaria	145
Figura 12: Costos relativos de los diferentes métodos de suministro de agua en China	149
Figura 13: Efecto predicho de una reducción del 10 y 20 por ciento en la proporción de personas que obtienen su abastecimiento de agua básico de fuentes superficiales o pozos de agua desprotegidos reflejado en mortalidad y morbilidad infantil, en la cuenca del Río Níger	151
Figura 14: Balanza virtual regional de agua y flujo neto interregional virtual de agua relacionado con el comercio de productos derivados de la agricultura (1997-2001).....	153
Figura 15: Retornos anuales de la venta de asignaciones y crecimientos del capital en el valor de las concesiones del agua comparada con un índice del valor de las acciones en la Bolsa Australiana de Valores, Sistema Goulburn Murray, Cuenca Murray-Darling	156
Figura 16: Desarrollo de las transferencias de las concesiones de agua en la Cuenca Murray-Darling.....	157
Figura 17: Listado de los enfoques mixtos de transferencias, impuestos y tarifas en la provisión de financiamiento para infraestructuras	159

Lista de tablas

Tabla 1: Ejemplos de los costos y beneficios estimados de proyectos de restauración en diferentes biomas.....	144
Tabla 2: Resultados de la modelación del escenario de inversión verde.....	148
Tabla 3: Cambio en el bienestar regional en 20 años como resultado del cambio climático y la liberalización del comercio en millones de dólares.....	154
Tabla 4: Estructura tarifaria del agua en Yakarta Occidental, dólares por m ³	160

Lista de cuadros

Cuadro 1: Efectos económicos de la falta de saneamiento	138
Cuadro 2: El agua y los Objetivos de Desarrollo del Milenio	139
Cuadro 3: Dos ejemplos de gobiernos que invierten en restauración de los ríos	144
Cuadro 4: Provisión de infraestructura a microescala en Yakarta Occidental	145
Cuadro 5: Análisis empírico de la relación entre la pobreza y el acceso al agua y saneamiento en la cuenca del Río Níger.....	150
Cuadro 6: La experiencia australiana del papel de los mercados del agua en facilitar la rápida adaptación de un cambio hacia un régimen climático más seco	157
Cuadro 7: Experiencias recientes de empresas privadas que suministran agua a los hogares	161

Lista de acrónimos

BAU	Escenario base
BRIC	Brasil, Rusia, India y China
CEWH	Commonwealth Environmental Water Holder
ESP	Environmental Service Program
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FSC	Consejo de Administración Forestal
IFPRI	Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IWMI	Instituto Internacional de Gestión del Agua
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODM	Objetivo de Desarrollo del Milenio
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMNA	Oriente Medio y Norte de África
OMS	Organización Mundial de la Salud
PIB	Producto Interno Bruto
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PSA	Pagos por Servicios Ambientales
RdM	Resto del Mundo
RO	Ósmosis Inversa
TCAC	Tasa de Crecimiento Anual Compuesta
TEEB	La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USC	Ultra-Super Critical Technology

Mensajes clave

1. El agua, necesidad básica para la preservación de la vida, continúa siendo inaccesible para muchas personas en situación de pobreza en el mundo. Casi 1,000 millones de personas carecen de acceso al agua potable, 2,600 millones no disponen de acceso a servicios de saneamiento mejorados, y 1.4 millones de niños menores de cinco años mueren cada año como resultado de la falta de acceso a agua limpia y servicios de saneamiento adecuados. Al ritmo actual de progreso de la inversión, el Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM) para el saneamiento no se alcanzará para 1,000 millones de personas, la mayoría en África Subsahariana y Asia.

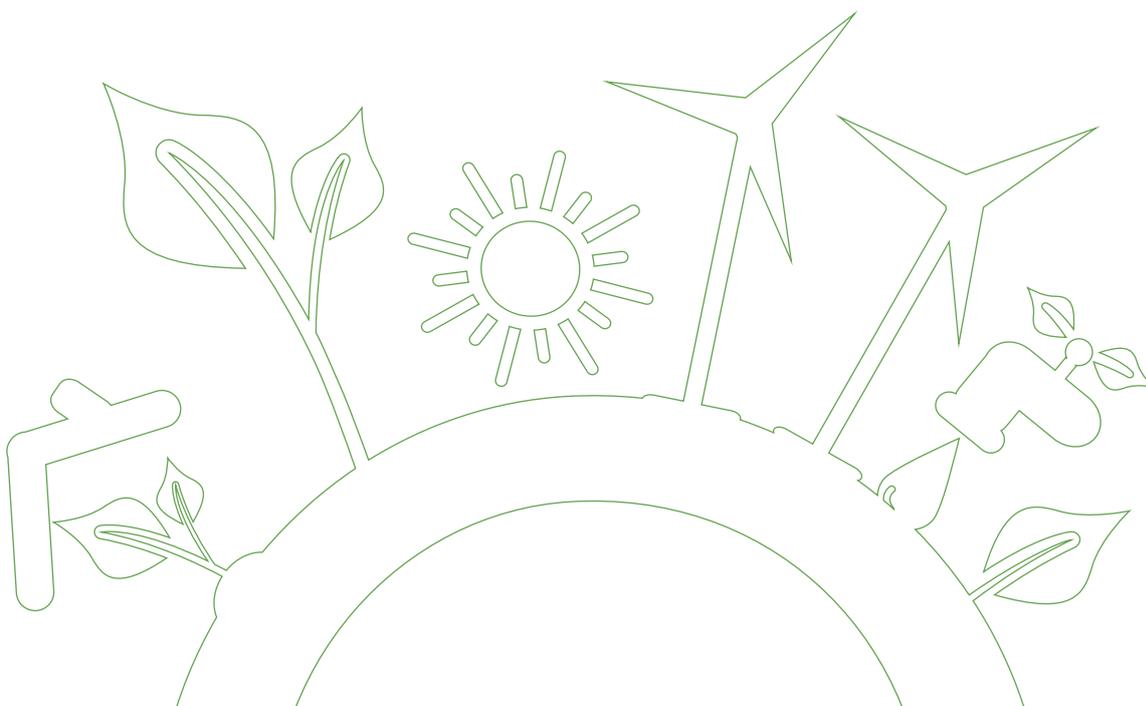
2. Las deficiencias existentes en la prestación de los servicios de agua y saneamiento generan considerables costos sociales e ineficiencias económicas. Cuando las personas no tienen acceso al agua, una gran parte de su ingreso disponible tiene que ser destinado a la compra de agua a vendedores o se deben destinar grandes cantidades de tiempo para acarrearla, trabajo que realizan en particular mujeres y niños. Esto disminuye la capacidad de las personas en condiciones de pobreza a participar en otras actividades. Cuando los servicios de saneamiento son insuficientes, los costos de las enfermedades provocadas son elevados. Camboya, Indonesia, Filipinas y Vietnam, por ejemplo, pierden en conjunto alrededor de 9,000 millones de dólares al año debido a la falta de saneamiento, aproximadamente dos por ciento del Producto Interno Bruto (PIB). El acceso universal y seguro al agua limpia y a los servicios de saneamiento es fundamental en el marco de una economía verde.

3. Continuar las prácticas actuales conduciría a una enorme e insostenible brecha entre la oferta global y la demanda de extracción de agua. Esto se ve agravado por la falta de captación y tratamiento del agua para permitir usos posteriores. Sin una mejora en la eficiencia del uso del agua, se prevé que en veinte años la demanda de agua rebase la oferta en un 40 por ciento. Si se continúa con los niveles históricos de mejora en la productividad del agua, así como con los incrementos en el suministro (por ejemplo, mediante la construcción de presas y plantas de desalinización, así como el aumento en el reciclaje) se espera disminuir un 40 por ciento esta brecha, pero el 60 por ciento restante debe provenir de inversión en infraestructura, una reforma en las políticas del agua y un desarrollo de nuevas tecnologías. El hecho de que tal inversión o reforma de las políticas no se materialice conducirá a agravar aún más la crisis del agua.

4. Los ecosistemas proporcionan acceso a una cantidad adecuada de agua de calidad suficiente. La gestión y la inversión en los ecosistemas son esenciales para hacer frente a la seguridad del agua para las personas y los ecosistemas en términos de escasez, exceso (riesgo de inundación) y calidad.

5. La aceleración de la inversión en ecosistemas dependientes del agua, en infraestructuras y gestión puede acelerar la transición hacia una economía verde. Bajo el escenario de inversión verde, el uso global del agua se puede mantener dentro de límites sostenibles y se pueden cumplir todos los ODM para el agua en 2015. Con una inversión anual promedio de 198,000 millones de dólares durante los próximos 40 años, el uso del agua puede ser más eficiente, lo que permitiría aumentar la producción agrícola, de biocombustibles e industrial. Para 2030, el número de personas que vivirá en una región con escasez de agua es un cuatro por ciento menor que en el escenario base (BAU) y hasta un siete por ciento menor en 2050.

6. Cuando la inversión es acompañada de una mejora de los mecanismos institucionales, el derecho y el sistema de asignación, la expansión de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y la mejora de las tarifas de agua y acuerdos de financiamiento, la cantidad que debe ser invertida en recursos hídricos se podría reducir de manera significativa. Además, una proporción significativa de las políticas y medidas de gestión del agua en otros sectores, como los subsidios a los insumos, están socavando oportunidades para mejorar la gestión del agua. La solución a los problemas mundiales de abastecimiento de agua depende en gran medida del grado en que se pueda mejorar el uso agrícola del agua. Las tierras de regadío producen el 40 por ciento de los alimentos del mundo y, conforme aumente la población, una proporción significativa de esta agua necesitará ser transferida a usos urbanos, comerciales e industriales.



1 Introducción

1.1 Objetivo del capítulo

Este capítulo tiene tres objetivos generales. Primero, resalta la necesidad de proporcionar un acceso asequible y suficiente de agua potable y servicios de saneamiento para todos los hogares.

El segundo capítulo expone argumentos para la inversión temprana en la gestión del agua e infraestructura, incluida la ecológica. También se subraya el potencial de hacer un mayor uso de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas para reducir los costos de tratamiento de agua y aumentar la productividad.

Por último, el tercer capítulo proporciona orientación sobre el conjunto de mecanismos de gobernanza y las reformas políticas que, en caso de implementarse, pueden mantener y aumentar los beneficios asociados con dicha transición.

1.2 Alcance y definición

El enfoque de este capítulo se limita a los ecosistemas de agua dulce, al sector de agua potable y saneamiento¹ y a los procesos gubernamentales y económicos que influyen en cómo y dónde se utiliza el agua.

La aportación crucial del agua en la agricultura, pesca, silvicultura, energía e industria, se discute en otros capítulos.

La perspectiva que se ofrece en este capítulo es la esperada para los próximos veinte años (para 2030) e incluso hasta 2050. Durante los próximos veinte años se pronostica un aumento considerable en la demanda de agua, tanto en cantidad como en calidad, así como cambios en las condiciones de abastecimiento local.

El capítulo se basa en un importante trabajo desarrollado en los últimos años por organizaciones y comités preocupados por la forma en que los recursos hídricos se están gestionando.² Se prepararon 11 informes de

apoyo para la preparación del capítulo; las referencias a estos artículos se señalan en negrita.

Estructura del capítulo

Este capítulo señala las distintas aportaciones que el agua en el marco de un modelo de una economía verde. Primero, se presenta una visión del papel que pueden desempeñar los ecosistemas hídricos en la transición hacia una economía verde, y luego proporcionamos una visión general de los recursos hídricos mundiales y de los servicios ofrecidos por el sector del agua y saneamiento. Tras resaltar algunas de las características únicas, identificamos los retos y las oportunidades para su mejor uso y de los ecosistemas que dependen de ella. Partiendo de este conocimiento, se cuantifican los beneficios de las inversiones en el sector de agua potable y saneamiento como medios para transitar hacia una economía verde. Finalmente, el capítulo termina identificando reformas institucionales que, de implementarse, incrementarían los beneficios derivados de un compromiso para la transición hacia una economía verde.

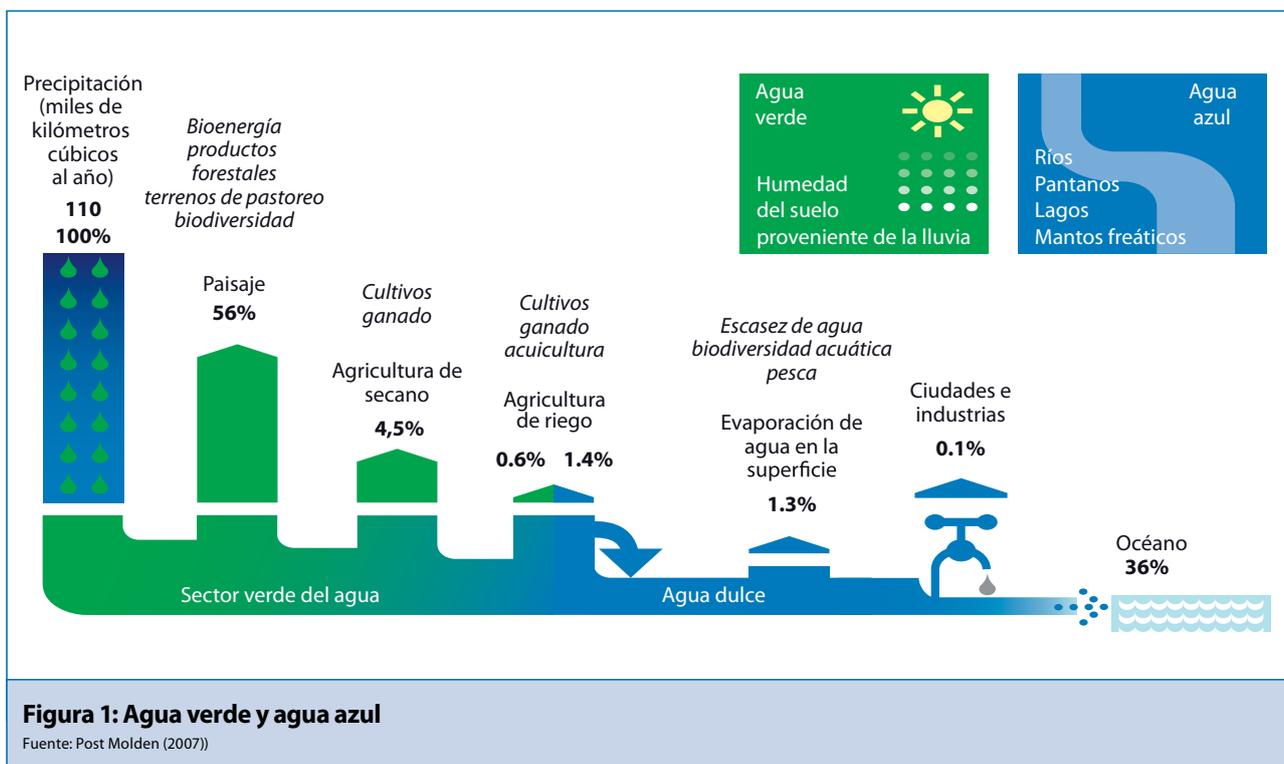
1.3 El agua en una economía verde: una visión

Como se señaló en capítulos anteriores, en una economía verde se hace especial hincapié en la búsqueda de oportunidades para invertir en sectores que dependan y usen recursos naturales y servicios de los ecosistemas. Al mismo tiempo, se está realizando una transición hacia un conjunto de políticas y acuerdos administrativos

2 Las recomendaciones desarrolladas en este capítulo han estado influidas de forma significativa por:

- El desarrollo de los principios de Dublín en 1992, que señala que el agua "tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe ser reconocida como un bien económico" (Global Water Partnership 1992);
- El Informe Camdessus sobre la financiación de infraestructuras de agua reclamó mejoras sustanciales en la rendición de cuentas, transparencia y creación de capacidades en el sector de servicios públicos, junto a una duplicación del financiamiento para el sector (Winpenny, 2003).
- El documento 'Financiar el agua para todos' del Grupo de Evaluación Gurria recomienda una transición hacia la plena recuperación de los costos, la eliminación gradual de los subsidios y la devolución de la responsabilidad por el suministro y el tratamiento del agua a los gobiernos locales y municipales (Gurria, 2006);
- La Comisión Mundial de Presas (2000), que advirtió la necesidad de cuidado al evaluar los costos y beneficios probables de las grandes inversiones en infraestructura;
- Los diversos informes de la OMS sobre el abastecimiento mundial de agua potable y saneamiento; y
- El informe del 2030 Water Working Group (2009) sobre las maneras de evitar las crisis del agua.

1 La Organización Mundial de la Salud (OMS) define saneamiento como "la prestación de las instalaciones y servicios para la eliminación segura de la orina y heces humanas". El saneamiento inadecuado es una causa importante de enfermedades en todo el mundo y se sabe que la mejora tiene un importante efecto beneficioso para la salud tanto de los hogares como de las comunidades. La palabra saneamiento también se refiere al "mantenimiento de las condiciones de higiene, a través de servicios como la recolección de basura y la eliminación de aguas residuales". Disponible en <http://www.who.int/topics/saneamiento/es/>



que no degradan el medio natural, ni imponen costos a terceros. Por otro lado, se consideran clave los intereses de las generaciones futuras. En el caso del agua, gran parte de las ganancias potenciales se pueden obtener simplemente si se decide invertir en la provisión de servicios de agua y saneamiento. Donde el agua es insuficiente, se reconoce esta escasez y se trata de forma adecuada. El progreso hacia metas verdes se puede acelerar mediante el rediseño de acuerdos gubernamentales; la mejora en la definición de los derechos de propiedad; la adopción de políticas que reflejen todos los costos de uso, incluyendo los de los impactos adversos sobre el medio ambiente; y mediante una mejor regulación. El uso se mantiene dentro de los límites de la sostenibilidad.

En las economías verdes, el papel que desempeña el agua en el mantenimiento de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas, como en la provisión del líquido vital es reconocido, valorado y pagado. Asimismo, se fomenta el uso de tecnologías que apoyen formas eficientes de reciclado y reutilización.

1.4 Medición del progreso hacia una economía verde

En muchos países faltan datos fiables sobre la capacidad de almacenamiento de agua de las cuencas hidrográficas, el estado de las infraestructuras y el grado de desarrollo del sector de provisión de agua y saneamiento. Una de las oportunidades más importantes para mejorar la inversión y la administración es construir bases de da-

tos que permitan que el agua sea administrada eficazmente y que la gestión que realiza una región pueda ser comparada con otras.

Algunas señales de éxito en términos del progreso hacia un conjunto de acuerdos económicos verdes son:

- El reconocimiento del valor de los beneficios previstos por la buena gestión del agua y los costos (valor negativo) de no hacerlo;
- Evidencia de una mayor inversión en el sector de agua potable y saneamiento que reconsidere su impacto ambiental;
- La definición formal de los derechos de uso del agua y de la asignación correspondiente a los usuarios y al medio ambiente;
- El reconocimiento legislativo del apoyo que los servicios de los ecosistemas pueden representar para la economía;
- La eliminación de políticas que desincentiven la conservación de los ecosistemas y/o que tengan efectos nocivos sobre la inversión y el uso del agua;
- El avance hacia acuerdos que reflejen todos los costos en el uso de este recurso, de forma tal que no se comprometan las necesidades de los grupos menos favorecidos de una comunidad; y
- Hacer frente a la degradación de los ecosistemas mediante el aumento de los esfuerzos para restaurar y

proteger los ecosistemas críticos para el suministro de agua en cantidad y calidad.

Los indicadores a los que se les debe dar seguimiento incluyen datos sobre:

- El número de personas sin acceso a fuentes confiables de agua potable y servicios de saneamiento adecuados;
- El volumen de agua disponible por persona en una región determinada;
- La eficiencia en el suministro de agua en el sector urbano y la utilización del recurso;
- La eficiencia en el uso del agua en los sectores agrícola e industrial; y
- El uso del agua y los impactos relacionados con el agua de las empresas y los países.

1.5 Los recursos hídricos mundiales

El acceso a los recursos hídricos en el mundo depende en gran medida del ciclo del agua. Mientras que una gran cantidad de agua alcanza la superficie del planeta, una cantidad significativamente menor, alrededor del 40 por ciento, llega a los arroyos, ríos, mantos acuíferos, humedales, lagos y embalses, antes de volver a la atmósfera (véase la Figura 1). Del agua que se extrae para fines humanos, en promedio, aproximadamente:

- 70 por ciento se destina a fines agrícolas;
- 20 por ciento se destina a la industria (incluyendo la generación de energía); y

■ Diez por ciento se destina al consumo humano directo.

Dado que la mayor parte del agua dulce utilizable se canaliza hacia actividades agrícolas, cualquier consideración global sobre la asignación del recurso debe tomar en cuenta los factores que determinan la eficiencia del uso en el sector. Las tierras de riego producen cerca del 40 por ciento de los alimentos del mundo (Hansen & Bathia, 2004; Tropp, 2010). Uno de los mayores desafíos que enfrentan los administradores del agua es encontrar una manera de aumentar significativamente la productividad de la agricultura de regadío para que pueda ser transferida a otros sectores sin perjudicar el medio ambiente o a la seguridad alimentaria. En muchas partes del mundo existen pocas oportunidades para facilitar la disponibilidad a un costo razonable.

Sin embargo, las generalizaciones pueden ser engañosas. No existen dos cuerpos de agua exactamente iguales. La gestión de sistemas hídricos grandes, complejos y transfronterizos precisa, normalmente, de un enfoque distinto para la supervisión de sistemas más pequeños, donde las cuestiones locales son, a menudo, todo lo que es necesario considerar. En los países en vías de desarrollo, la gestión del agua y la inversión suelen estar dirigidas a la reducción de la pobreza y a propiciar el desarrollo económico. Por otro lado, la prioridad para los países desarrollados tiende a ser el mantenimiento de la infraestructura y el suministro de acceso al agua a un costo razonable. En ambos casos, hay una necesidad de centrarse más en la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas y servicios previstos. También, la demanda y la oferta varían mucho. En Singapur, por ejemplo, casi toda el agua se extrae para uso urbano e industrial, mientras que en muchas otras partes del mundo la mayor parte del agua se extrae para la agricultura o la minería (Cosgrove & Rijsberman, 2000).

2 Agua: un recurso natural único

A diferencia de la mayoría de los recursos naturales, el agua fluye fácilmente a través y por medio de los paisajes en formas complejas que afectan a su disponibilidad y a las oportunidades de gestionarla de forma eficiente. Entender cómo funcionan estos procesos es fundamental para el diseño de programas de inversión y políticas necesarias para apoyar la transición hacia una economía verde.

2.1 Servicios de infraestructura natural

El agua constituye una contribución insustituible a los servicios de los ecosistemas derivados del capital natural de la tierra, y viceversa. La protección de los ecosistemas naturales de las cuencas hidrográficas y la recuperación de áreas degradadas de captación es fundamental para garantizar el suministro de agua en el mundo, manteniendo su calidad, regulando las inundaciones y mitigando el cambio climático (Khan, 2010; TEEB, 2008, 2009a, b, c). Es necesario reconocer y cuantificar el papel de otros ecosistemas, como los bosques, humedales y llanuras aluviales, para proveer de mejores accesos al agua. Medir el valor real que brindan estos ecosistemas es una parte fundamental para trazar un camino hacia una economía verde.

Estudios recientes muestran una estrecha correlación mundial entre las amenazas a la biodiversidad y las amenazas a la seguridad hídrica. Como se muestra en la Figura 2, las regiones donde la amenaza a la seguridad hídrica para la humanidad es alta y baja para la biodiversidad son poco frecuentes. Cuando la amenaza a la seguridad hídrica para la humanidad es alta, en líneas generales, la amenaza a la biodiversidad es alta. Esto sugiere que puede haber considerables oportunidades para los gobiernos para mejorar el estado de la biodiversidad mediante la inversión en la seguridad hídrica (Vörösmarty et al., 2010). Asimismo, los ecosistemas dependientes del agua desempeñan un papel importante en la provisión de beneficios culturales (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

2.2 Contabilidad del agua

En su tránsito por la tierra, el agua es utilizada y reutilizada, lo que hace que la información sobre el líquido elemento sea difícil de reunir y administrarla. Cuando, por ejemplo, una política promueve un sistema de riego más eficiente es fundamental decidir si las reservas se van a utilizar para ampliar la irrigación o si serán devueltas al río o acuífero de donde se tomaron en pri-

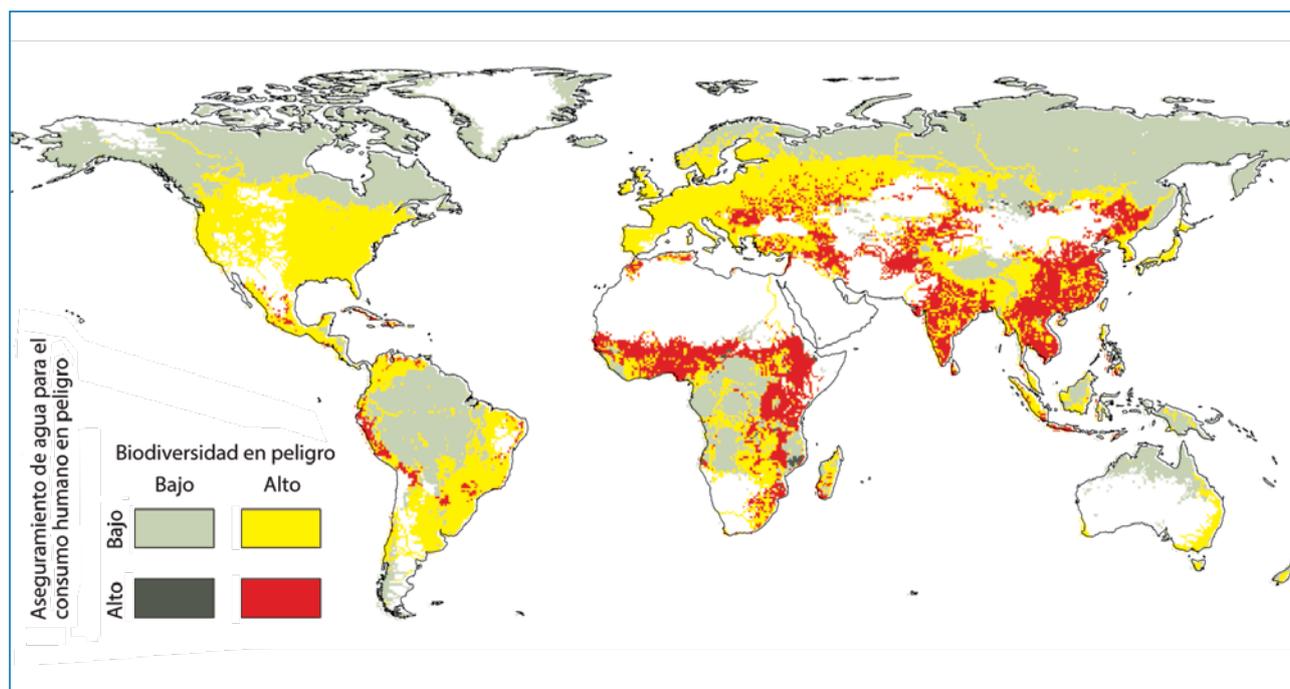


Figure 2: Patrones prevalentes que amenazan la seguridad hídrica y a la biodiversidad

Fuente: Vörösmarty et al. (2010)

mera instancia (Molden, 1997). Los beneficios en un área pueden estar asociados con pérdidas en otra área. Cuando las reservas no son devueltas al río o acuífero, el resultado puede ser una reducción significativa en la cantidad de agua disponible para el medio ambiente y para los demás usuarios (Grupo de Evaluación Independiente, 2010).

Otro error común en la contabilidad del agua es asumir que los sistemas de aguas superficiales y subterráneas no están interconectados y se manejan por separado. Muchos ríos desempeñan un papel importante en la reposición de los acuíferos, mientras que los acuíferos pueden proveer gran parte del flujo base de un río (Evans, 2007). El no contabilizar estas interacciones puede ocasionar problemas graves de sobreexplotación y degradación. Una solución administrativa para invertir la carga de la prueba y exigir a los administradores que asuman que los recursos hídricos superficiales y subterráneos están interconectados y deben ser gestionados como un recurso único hasta que se pueda demostrar la independencia entre estos (NWC, 2009).

Cambios en el uso de suelo pueden traer consecuencias similares en el volumen de agua disponible para su uso. Por ejemplo, cuando se establece una plantación forestal, se adapta una ladera o se construye una presa agrícola, normalmente se reducen los deslaves. En consecuencia, la cantidad de agua disponible para la extracción proveniente de un río o un acuífero es menor de la que sería originalmente. Una contabilidad del agua que sea coherente con el ciclo hidrológico y que evite la doble contabilidad de su potencial es fundamental para el desarrollo de sistemas sólidos de asignación y gestión que sustenten una economía verde (Young & McColl, 2008).

2.3 Agua y energía

La interdependencia entre la demanda del agua y de energía también necesita especial atención mientras se ponen en marcha los proyectos para la transición hacia una economía verde. Existen al menos dos dimensiones en esta relación.

Primero, el agua desempeña un papel importante en la generación de energía, en particular, como refrigerante en centrales eléctricas. En EE.UU., por ejemplo, el 40 por ciento del agua de uso industrial se destina a la refrigeración de centrales eléctricas (National Research Council, 2010), aunque este varía dependiendo de la eficiencia de la tecnología utilizada (Figura 3). Para el año 2030, se espera que el 31 por ciento del agua de uso industrial en China se destine a este mismo uso (2030 Water Working Group, 2009). Generalmente, en la medida en la que los países se vuelven más ricos y poblados se espera que la demanda industrial de agua aumente. En China, es pro-

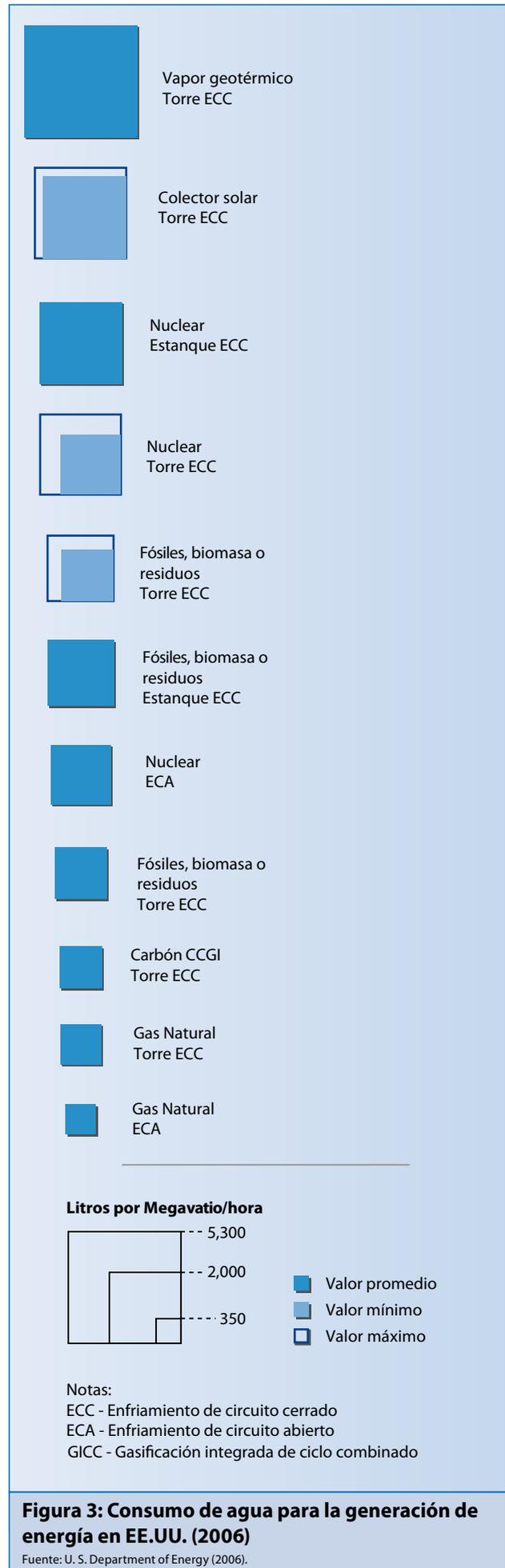


Figura 3: Consumo de agua para la generación de energía en EE.UU. (2006)

Fuente: U. S. Department of Energy (2006).

bable que más de la mitad del aumento de la demanda de agua en los próximos 25 años sea resultado de una expansión considerable del sector industrial (véase la Figura 10) que conllevará, al mismo tiempo, una reducción de la cantidad destinada a las actividades de riego en el sector agrícola.

Segundo, el sector de agua potable y saneamiento es un gran consumidor de energía. El agua es pesada, con relación a su valor, y cuesta mucho proveerla y bombearla desde largas distancias, en términos de energía. En California (EE.UU.), donde grandes volúmenes de agua son transportados a largas distancias, el sector hídrico consume 19 por ciento de la electricidad del Estado y un 30 por ciento del gas natural (Klein et al., 2005).

En los países desarrollados son ampliamente aceptables los costos relativamente altos de bombeo y tratamiento de agua para uso doméstico, industrial y explotación minera. En los países en desarrollo, por el contrario, se deben tomar provisiones para asegurar que el tratamiento del agua y los sistemas de distribución sigan siendo asequibles. Los rendimientos financieros -relativamente modestos de producción de alimentos en los países desarrollados y en vías de desarrollo- muestran que rara vez se paga por bombear agua desde largas distancias para fines agrícolas. Reconociendo esta situación, Arabia Saudí ha cambiado recientemente su política de seguridad

alimentaria, y ha pasado de subsidiar el uso del agua en el hogar a invertir en el desarrollo de la agricultura en otros países donde los suministros de agua son más abundantes. Esto permite a Arabia Saudí acceder a los alimentos a precios más asequibles y utilizar los ingresos generados para otros fines más sostenibles (Lippman, 2010).

El reconocimiento de un nexo entre el agua y la energía pone de manifiesto un conjunto de oportunidades de inversión verde que están empezando a surgir. En Durham (Canadá) un ensayo sobre uso eficiente del agua³ mostró que se podría reducir en un 22 por ciento el uso del agua, la electricidad en un 13 por ciento y el gas en un nueve por ciento, con un consiguiente descenso anual de emisiones de CO₂ de 1.2 toneladas por hogar, un 11 por ciento menos (Veritec Consulting, 2008).

³ El ensayo se centró en la toma de muestras de 175 hogares en la región de Durham, al Este de Toronto (Canadá). Los hogares fueron equipados con la tecnología más eficiente (lavadoras de ropa, lavavajillas, lavabos, duchas, neveras y proyectos paisajísticos eficientes) para cuantificar el potencial ahorro en agua, energía, gas y CO₂ de las instalaciones, de los electrodomésticos y del diseño de paisaje. Para controlar y medir la demanda de cada uno de los recursos, instalaron submedidores y registradores de datos en los dispositivos e instalaciones dentro de la casa. El ahorro de recursos se podría atribuir a las instalaciones y electrodomésticos más eficientes y al cambio de hábitos de los beneficiarios. Se espera que el ahorro anual en el costo de los servicios públicos supere los 200 dólares al año, lo que permite la recuperación de los costos de instalación adicional en tres y cuatro años.

3 Retos y oportunidades

Esta sección identifica los desafíos asociados a la escasez de agua y a la disminución de su calidad en varias partes del mundo. De igual modo, esboza las oportunidades de las sociedades para manejar sus recursos hídricos de manera más eficiente y para hacer la transición hacia una economía verde. De esta forma, las sociedades pueden alcanzar los ODM.

3.1 Retos

Pobreza, acceso a agua limpia y servicios de saneamiento adecuados

Cerca de 1,000 millones de personas carecen de acceso a agua potable y 2,600 millones carecen de acceso a servicios de saneamiento adecuados (OMS & UNICEF, 2010).⁴ Como resultado directo, cada año, 1.4 millones de niños menores⁵ de cinco años mueren debido a la falta de acceso a agua limpia y servicios de saneamiento adecuados (UNICEF, 2004). En el Este de Nigeria y el Norte de Camerún, cada aumento del uno por ciento en el uso de fuentes de agua potable de deficiente calidad higiénico-sanitaria se asocia directamente a un 0.16 por ciento de aumento en la mortalidad infantil (Ward et al., 2010).

4 La OMS (2010) señala que la rápida urbanización entre 1990 y 2008 ha llevado a un incremento de población (urbana) de 40 millones que carece de agua proveniente de fuentes más seguras, y una creciente población (urbana) de 260 millones que carece de servicios de saneamiento adecuados.

5 3,900 niños por día.

Gleick (2004, 2009) argumenta que no poder ofrecer a las personas un acceso asequible y fiable a los servicios de agua potable y saneamiento es uno de los mayores fracasos de la humanidad. La falta de saneamiento enferma a las personas. Cuando el agua no está limpia, son comunes las enfermedades como la diarrea o patologías resultantes de la falta de higiene, como la sarna y el tracoma (Bradley, 1974). La diarrea es la tercera causa más común de mortalidad infantil en África Occidental después de la malaria y las infecciones respiratorias (ECOWAS-SWAC & OECD, 2008). Además, siguen emergiendo nuevas enfermedades de origen hídrico, como la enfermedad de Whipple (Fenollar et al., 2009).

Los impactos negativos de las enfermedades transmitidas por el agua en una economía pueden ser considerables (Cuadro 1). Cuando las personas están enfermas, no pueden trabajar y, entre otros costos se realizan gastos considerables en el tratamiento médico.

Sin embargo, estos impactos negativos –producto de la falta de acceso al agua limpia– no se limitan a las enfermedades transmitidas por el agua. Cuando no proviene del grifo, las personas (principalmente mujeres y niños) o bien tienen que gastar una cantidad considerable de su tiempo en ir a buscarla o pagan precios elevados para que pueda ser transportada a sus hogares. En Yakarta Occidental (Indonesia) el costo del agua traída por un camión cisterna pue-

Cuadro 1: Efectos económicos de la falta de saneamiento

Camboya, Indonesia, Filipinas y Vietnam pierden en su conjunto unos 9,000 millones de dólares al año por falta de saneamiento (atendiendo a los precios de 2005). Esto equivale al dos por ciento de su PIB combinado, variando desde un 1.3 por ciento en Vietnam, un 1.5 por ciento en Filipinas, un 2.3 por ciento en Indonesia y un 7.2 por ciento en Camboya.

El impacto económico anual de un saneamiento inadecuado es de aproximadamente 6,300 millones de dólares en Indonesia, 1,400 millones en Filipinas, 780 millones en Vietnam y 450 millones en

Camboya. En estos cuatro países, el valor total del impacto es de 8,900 millones de dólares por año.

En 1991 una epidemia de cólera se extendió por casi todo Perú⁶ y el costo asociado a su control ascendió a 1,000 millones de dólares. Si una décima parte de esta cantidad (100 millones) se hubiera gastado en prestaciones de servicios de saneamiento adecuados, la epidemia no se hubiera producido.

Fuente: World Bank, Water and Sanitation Programme (2008) y Tropp (2010).

6 La epidemia se extendió en varios países en el Norte, Centro y Sur del continente americano.

Cuadro 2: El agua y los Objetivos de Desarrollo del Milenio

En el año 2000, los gobiernos se comprometieron a una amplia gama de ODM basados en el acceso al agua y que incluyen un compromiso específico de reducir a la mitad el número de personas sin acceso al agua potable y a un saneamiento adecuado para 2015. La actualización de 2010 sobre los progresos hacia los objetivos específicos del agua informa que 884 millones, cerca de 1,000 millones de personas, carecen de acceso al agua potable. Cuando se trata de servicios de saneamiento, 2.6 millones de personas no tienen acceso a mejores servicios. Una de cada siete personas que pertenece a este grupo carece de acceso a servicios de saneamiento adecuados y vive en zonas rurales (WHO & UNICEF, 2010).

Al ritmo actual de progreso de la inversión, los ODM en materia de saneamiento no serán alcanzados por unos 1,000 millones de personas (Figura 4). La mayoría de ellas viven en el África Subsahariana y en Asia (Figura 5). India y China han hecho avances significativos. (WHO & UNICEF, 2010).

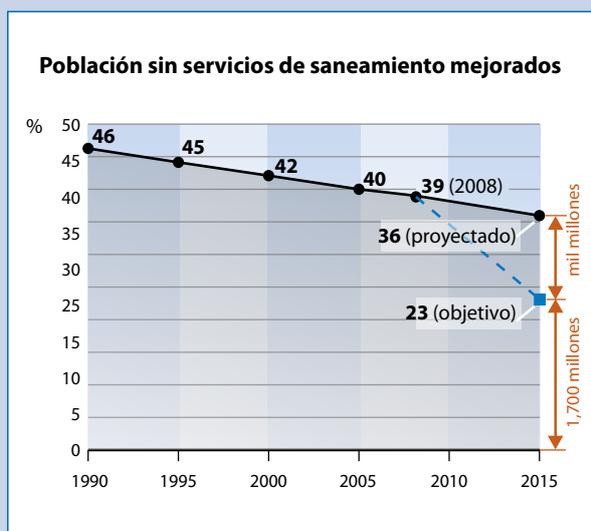


Figura 4: Progreso global en el cumplimiento de los ODM para reducir el número de personas sin acceso a servicios de saneamiento adecuados a 1,700 millones de personas para 2015

Fuente: WHO & UNICEF (2010)

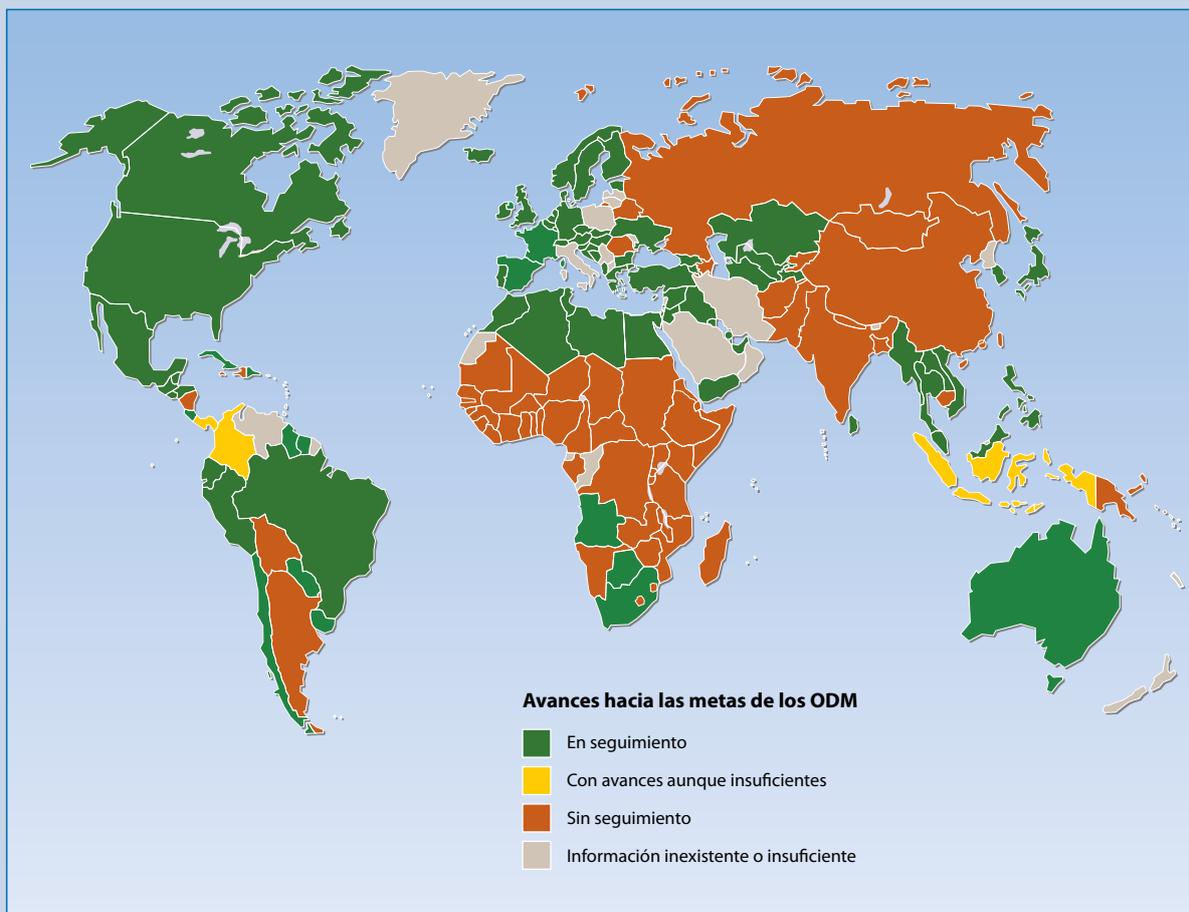
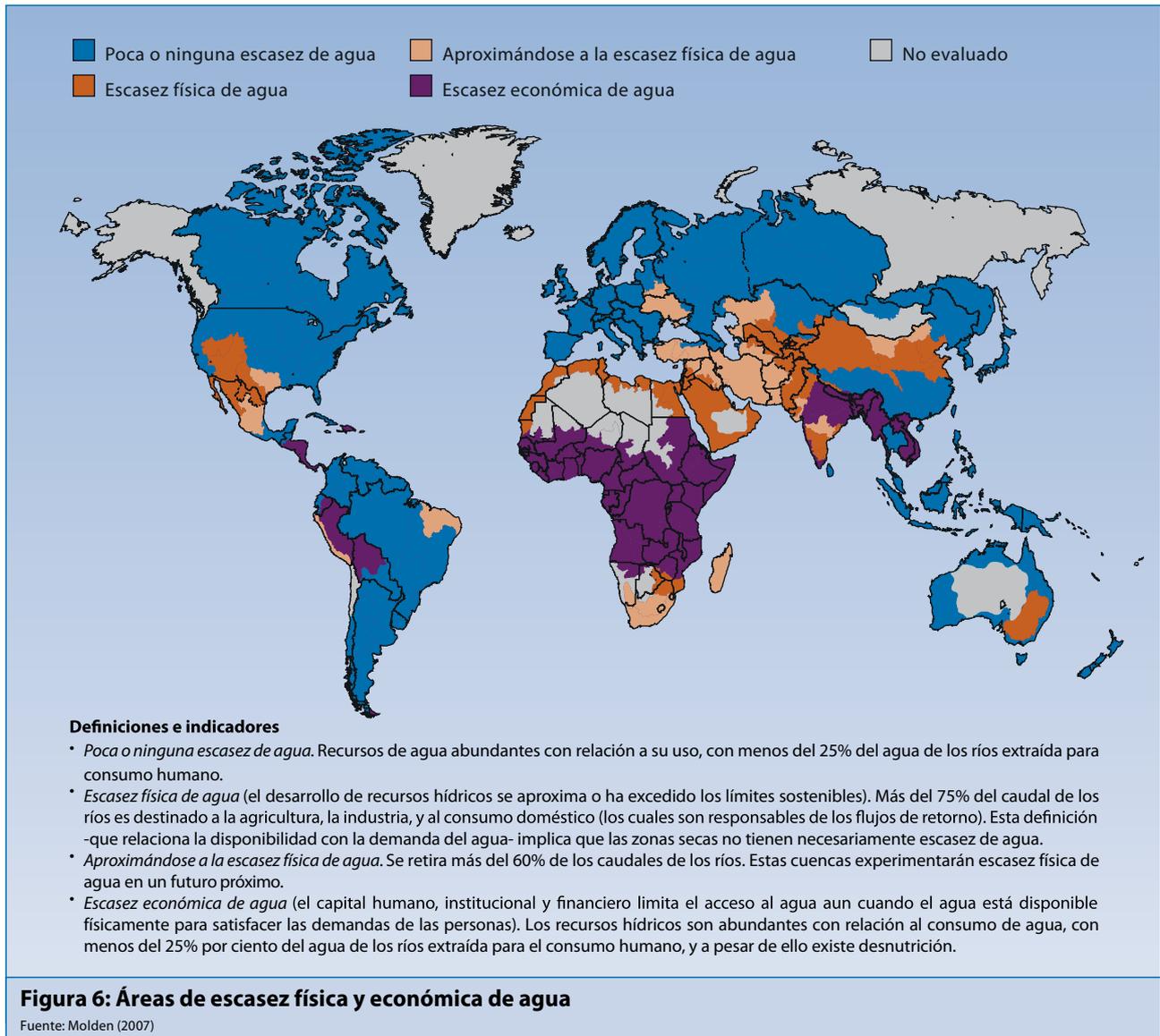


Figura 5: Progreso hecho hacia el cumplimiento del objetivo de sanidad planteado por los ODM de reducir el número de personas sin saneamiento adecuado a la mitad en 2015

Fuente: WHO & UNICEF (2010)



de llegar a ser de diez a 50 veces el costo total para las empresas que establecen medios confiables de provisión de agua (Fournier et al., 2010). En ciertas circunstancias, es importante encontrar la forma de convencer a los gobiernos y a los inversionistas privados que es necesario continuar a pesar de la percepción de que los segmentos pobres de la población no pueden pagar servicios de provisión de agua y que, por lo tanto, no es rentable suministrar el líquido en asentamientos informales. La falta de acceso a agua limpia también limita la capacidad de los más pobres para participar en otras actividades. Cuando los niños, por ejemplo, pasan una gran parte de sus días trayendo agua, tienen una menor oportunidad de asistir a la escuela y obtener la educación necesaria para salir de la pobreza. Cuando las mujeres se ven obligadas a conseguir agua, tienen pocas oportunidades de encontrar un empleo remunerado en otra parte. Más de un cuarto de la población de África Oriental vive en condiciones en las que cada viaje para obtener agua lleva más de media hora (WHO & UNICEF, 2010).

Desde un ámbito gubernamental si el suministro de agua y los servicios de saneamiento son inadecuados, grandes cantidades del ingreso se destinarán a afrontar las consecuencias de las enfermedades, en lugar de generar valor y riqueza (Tropp 2010).

Atendiendo a estos retos fundamentales y urgentes, los gobiernos se comprometieron de forma conjunta a un paquete de ODM que, entre otros aspectos, buscan reducir a la mitad el número de personas sin acceso al agua potable y a servicios adecuados de saneamiento para 2015 (Cuadro 2). De garantizarse el acceso a ambos servicios a un precio asequible, las personas podrían empezar a ahorrar, invertir y tener una visión a largo plazo de su futuro.⁷ De esta forma, se posibilita una transición hacia enfoques más verdes para el uso de recursos y la inversión.

⁷ En este contexto, serán determinantes las propuestas de Agua, Saneamiento e Higiene (WaSH por sus siglas en inglés), especialmente las relacionadas con la enseñanza de medidas de higiene y sanidad básicas en comunidades y escuelas.

Escasez de agua

Tras explorar las oportunidades de inversión en la construcción de presas, el Instituto Internacional de Gestión del Agua (IWMI, por sus siglas en inglés) ha identificado dos tipos de escasez de agua: física y económica (Figura 6). En regiones con escasez física, el límite de suministro sostenible se ha alcanzado y hay pocas oportunidades para la construcción de más presas. No obstante, en las regiones donde la escasez es de índole económica, es posible aumentar la oferta si se encuentran los recursos financieros necesarios para construir nuevas presas. Según el Instituto Internacional de Gestión del Agua, existe una escasez económica generalizada en el África Subsahariana y en algunas partes del Sur y Sureste Asiático (Molden, 2007).

Existe un consenso general que cuando las personas tienen acceso a menos de 1,700 metros cúbicos de agua al año, una proporción considerable de ellos seguirán atrapados en la pobreza (Falkenmark et al., 1989). Desde una perspectiva diferente, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) define el estrés hídrico severo cuando la relación entre el uso total del agua y la fuente renovable supera el 40 por ciento (OCDE, 2009). Utilizando esta medida, la OCDE ha estimado que en 2030 casi la mitad de la población mundial (3,900 millones de personas) vivirá en condiciones de estrés hídrico severo (Figura 7). Entre las razones del surgimiento de esta escasez están:

- **El crecimiento demográfico.** Para 2030, la población mundial habrá aumentado en 2,400 millones de personas, que demandarán acceso al agua para satisfacer sus necesidades básicas, suministrar bienes industriales y para la agricultura;

- **Un incremento en el nivel de vida.** Conforme los países se desarrollan y los ciudadanos se vuelven más ricos y disponen de más medios económicos a su alcance, se tiende a consumir más agua y productos intensivos en agua, como la carne;

- **La sobreexplotación.** En todo el mundo, una proporción considerable de los mantos acuíferos y sistemas fluviales están sobreexplotados. Se ha estimado que el 15 por ciento del total de la producción agrícola de India se está logrando mediante el agotamiento de fuentes subterráneas, situación que ocurre cuando la extracción supera la reposición (Briscoe & Malik, 2006);

- **La contaminación del agua.** Un número cada vez mayor de las reservas de agua están siendo contaminadas y como consecuencia hay menor disponibilidad de agua o es más costoso hacer posible su utilización;

- **La degradación de los ecosistemas.** En los últimos 50 años, los ecosistemas se han degradado más rápido que nunca (Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005). Los

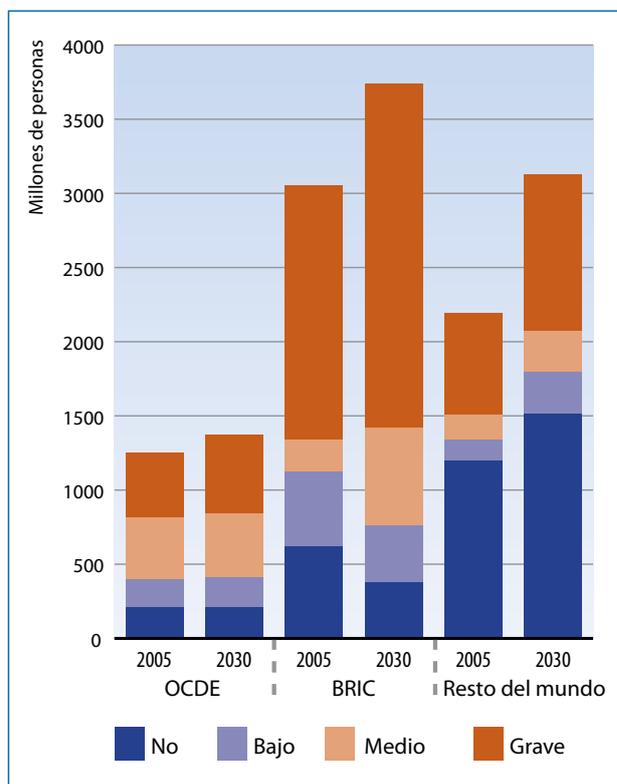


Figura 7: Número de personas viviendo en áreas con estrés hídrico por tipo de país en 2030.
Fuente: OECD (2009)

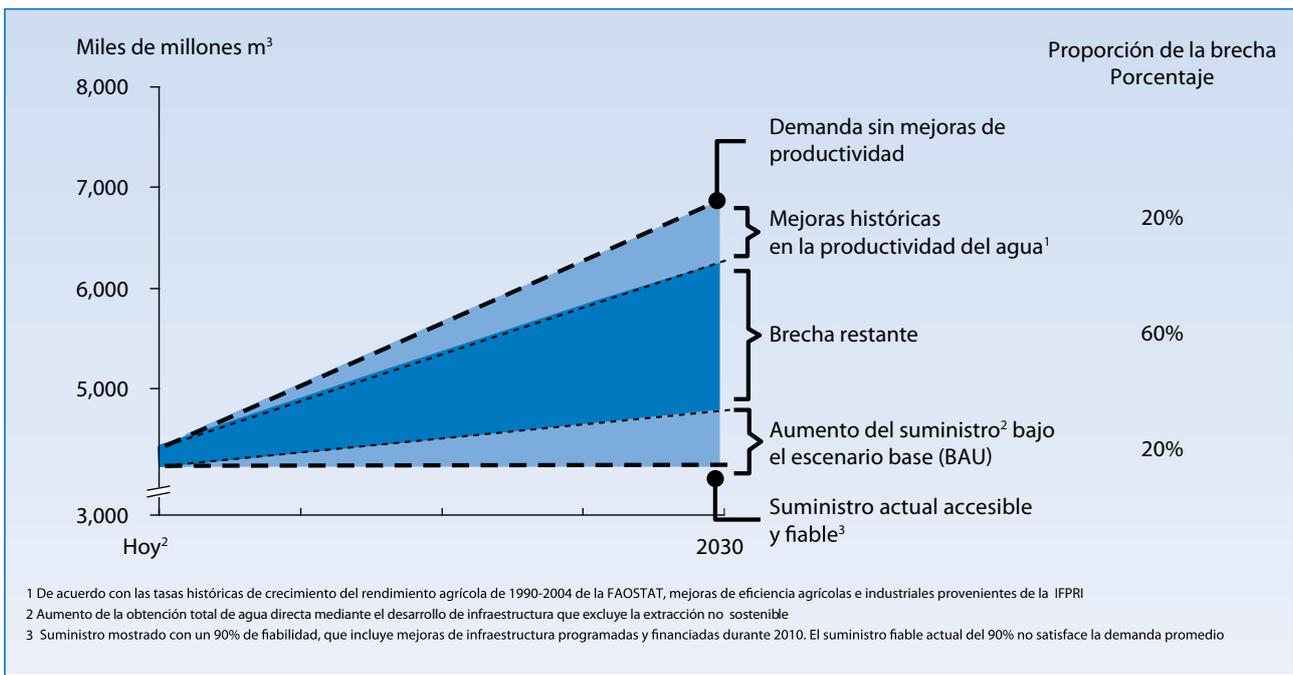
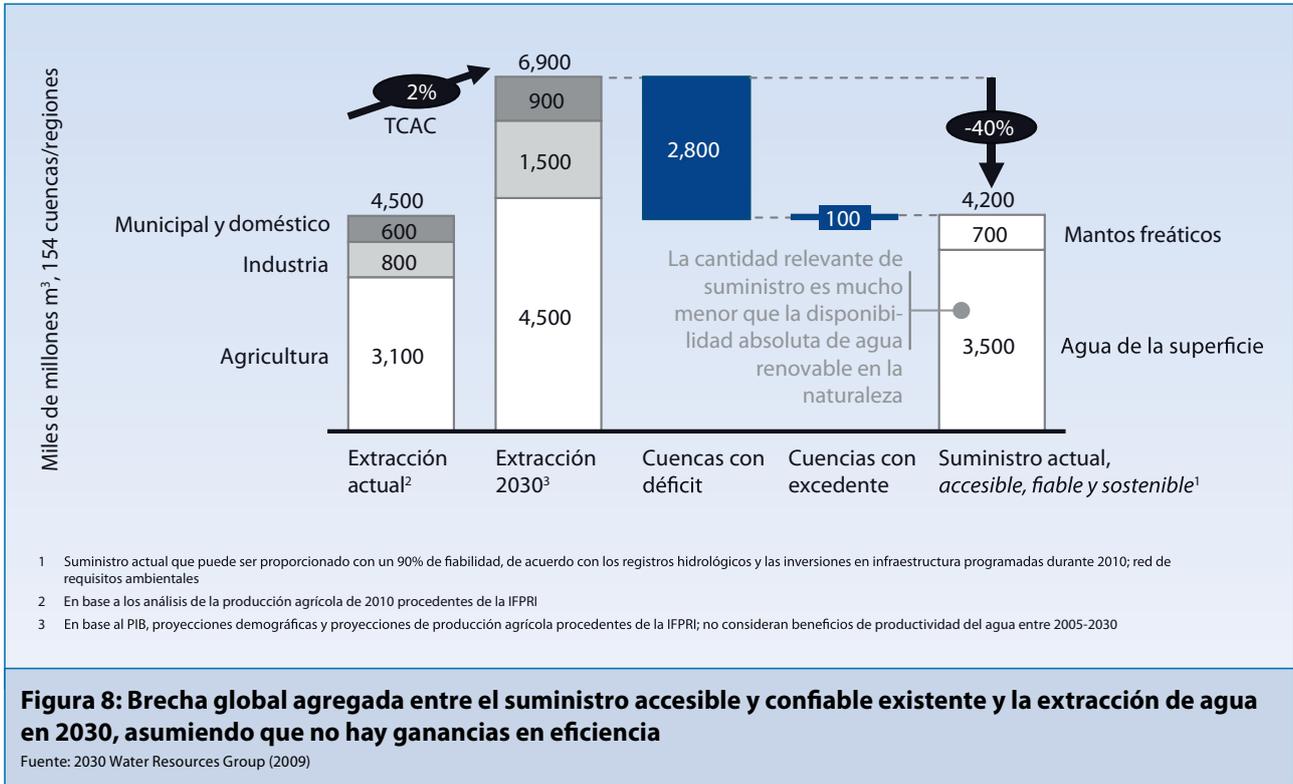
ecosistemas de agua dulce, que proporcionan servicios esenciales tales como la purificación del agua por los humedales o los bosques, son los más amenazados y han estado entre los más afectados, y

- **El cambio climático adverso.**⁸ Cuando se combina con los efectos en los sistemas de producción agrícola de secano, el efecto global del cambio climático provocará probablemente una reducción significativa en la productividad agrícola total, de acuerdo al Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI, por sus siglas en inglés). Los mayores impactos adversos que el cambio climático tendrá en las

8 El Cuarto Informe de Evaluación del IPCC recoge 32 ejemplos de importantes impactos previstos del cambio climático en ocho regiones del planeta. De estos, 25 incluyen relaciones primarias a cambios hidrológicos; de otros siete, el agua es implicada en cuatro y dos son de carácter general; solo uno se refiere a impactos principales no vinculados al ciclo hidrológico: blanqueo de coral.

El Informe Técnico del IPCC (2008) basado en este informe de evaluación concluye inequívocamente, entre otras cosas, que “la relación entre cambio climático y los recursos de agua dulce es de principal preocupación e interés”. Hasta ahora, “los problemas relacionados con los recursos de agua no han sido abordados de la forma adecuada en las formulaciones de política climática y en los análisis sobre cambio climático”; por lo que, según muchos expertos, “la calidad y disponibilidad del agua serán motivo de presión, así como cuestiones que deberán abordar las sociedades y su entorno bajo el cambio climático”.

El Informe Científico del Grupo de Expertos sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (2007), elaborado para la 15ª sesión de la Comisión sobre Desarrollo Sostenible, llegó a conclusiones similares.

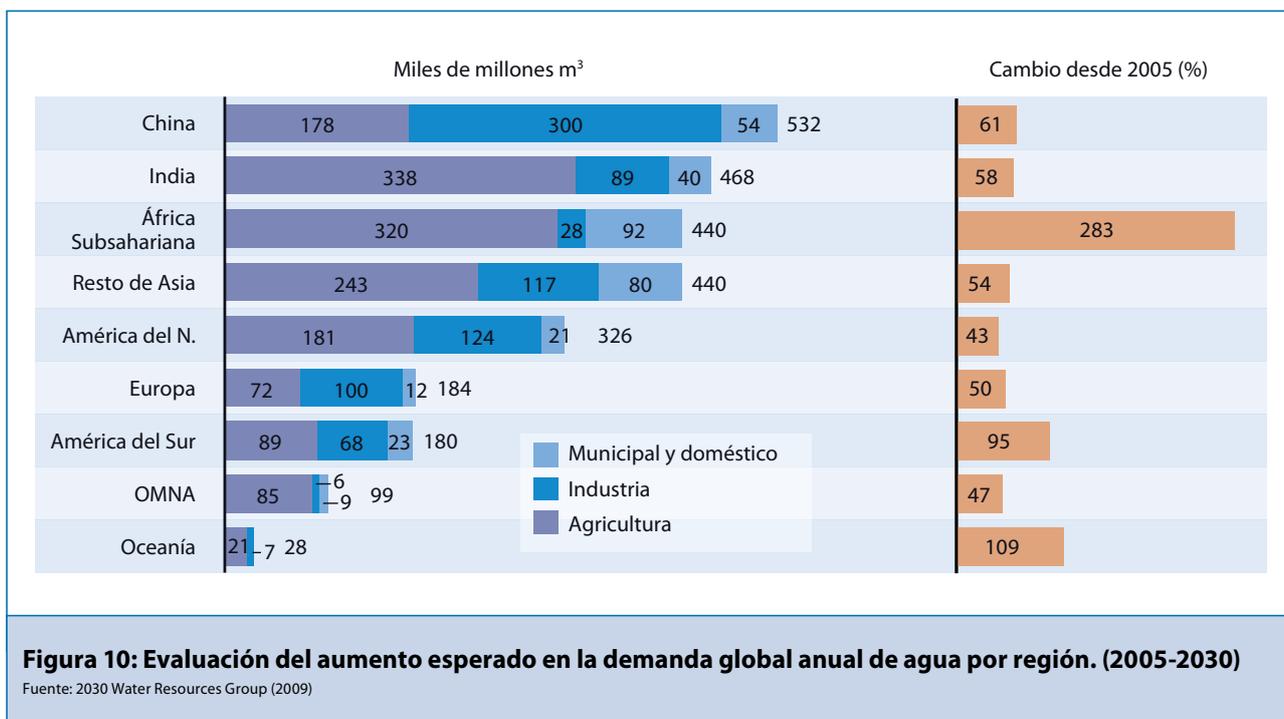


personas ocurrirán en Asia del Sur. Durante los próximos 40 años, se espera que la desnutrición infantil aumente en un 20 por ciento como consecuencia directa del cambio climático (Nelson et al., 2009).

Equilibrando la oferta y la demanda

En un esfuerzo por comprender la magnitud del creciente desafío de la escasez de agua, el Grupo de

Recursos Hídricos 2030 ha proyectado la demanda global de agua y, bajo diferentes escenarios, la ha comparado con la oferta probable. Llegaron a la conclusión de que, si no hay mejora en la eficiencia en el uso del agua, para 2030 la demanda de agua podría superar a la oferta en un 40 por ciento (Figura 8). Evidentemente, una brecha de esta magnitud no podrá (ni será) sostenida.



La Figura 9 ofrece una perspectiva alternativa sobre la magnitud del desafío de la oferta de agua. En un escenario base (BAU), las mejoras en la productividad del agua podrían cerrar aproximadamente en un 20 por ciento la brecha global entre la demanda y la oferta. La construcción de presas y plantas de salinización junto con acciones como mayor reciclaje pueden incrementar la oferta y, de esta forma, cerrar el 20 por ciento de la brecha mencionada anteriormente. No obstante, el 60 por ciento restante debe provenir de una mayor inversión en infraestructuras y mediante reformas a las políticas del sector que estimulen el uso eficiente de los recursos hídricos. Si no se proveen recursos para facilitar una mayor eficiencia y si no se instrumentan reformas en el tema del agua, solo se puede esperar el surgimiento de crisis. La Figura 9 muestra que la tasa promedio en la mejora de la productividad del agua y en el incremento de la oferta necesita duplicar la tasa de mejora alcanzada en la última década. En términos globales, no se puede dejar pasar más tiempo.

La Figura 10 muestra el tipo de aumento esperado en la demanda de agua en todo el mundo. Como se mencionó, uno de los retos más importantes es encontrar formas de suministrar más agua para el sector industrial, al mismo tiempo que aumenta la producción agrícola. En este sentido, se pueden esperar transferencias importantes de agua de las zonas rurales al sector industrial, especialmente en China y en América del Norte (2030 Water Resources Group, 2009). Previendo la presión que estas carencias provocarán en los negocios que dependen del agua, muchas empresas están empezando a cuantificar y contabilizar el uso de este recurso, los impactos y el tipo de riesgos que enfrentarán (Lloyds, 2010; United Nations, 2010a).

3.2 Oportunidades

Inversión en la biodiversidad y en servicios de los ecosistemas

En términos de salud y función de los ecosistemas, las evaluaciones mundiales sobre la salud de los sistemas hídricos fluviales mundiales y de los mantos acuíferos muestran que la tendencia agregada está en declive (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005; Informe Planeta Vivo 2010, WWF; Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, 2010). Algunos ejemplos de este declive son:

- La colocación de barreras a lo largo del Lago Taihu (China), para detener las floraciones de algas procedentes de la planta de tratamiento de agua que abastece a más de dos millones de personas (Guo, 2007);
- Entre octubre de 2002 y octubre de 2010, la falta de corriente provocó que se utilizasen dragas para mantener la boca del río abierta hacia el mar en el Río Murray (Australia);
- En Manila (Filipinas) la extracción de agua subterránea, principalmente para fines industriales, está disminuyendo el nivel freático a un ritmo entre seis y 12 metros por año (Tropp 2010), y
- En 1997, las aguas del Río Amarillo en China desembocaron solamente 35 días en el mar. Durante gran parte del año, las últimas 400 millas del río estaban secas (Fu, 2004).

En la actualidad se reconoce que la existencia de una relación positiva entre los ecosistemas saludables y la

Bioma/ecosistema	Costo usual de restauración (escenario de alto costo)	Beneficios anuales estimados de la restauración (escenario de costo promedio)	Valor Presente Neto de los beneficios por más de 40 años	Tasa interna de retorno	Beneficio/razón costo
		US\$/ha	US\$/ha	%	Razón
Costero	232,700	73,900	935,400	11%	4.4
Manglares	2,880	4,290	86,900	40%	26.4
Humedales continentales	33,000	14,200	171,300	12%	5.4
Lagos/ríos	4,000	3,800	69,700	27%	15.5

Tabla 1: Ejemplos de los costos y beneficios estimados de proyectos de restauración en diferentes biomas

Fuente: Adaptado de TEEB (2009a)

Cuadro 3: Dos ejemplos de gobiernos que invierten en restauración de los ríos

Corea

En julio de 2009 la República de Corea anunció un Plan Quinquenal (2009-2013) para el Crecimiento Verde con el fin de implementar la Estrategia Nacional para el Crecimiento Verde. Esto incluye unos 22.2 billones de won coreanos (17,000 millones de dólares) de inversión en un Proyecto de Restauración de Cuatro Ríos Principales. Los cinco objetivos principales del proyecto son los siguientes: 1) combatir la escasez mediante la obtención de suficientes recursos de agua, 2) poner en práctica medidas integrales de control de inundaciones, 3) mejorar la calidad del agua, al tiempo que se restauran los ecosistemas de cuencas hidrográficas, 4) desarrollar las regiones locales en torno a los principales ríos, y (5) desarrollar el espacio cultural y de ocio en los ríos. En general, si los ríos recuperan su salud, se espera que el proyecto genere 340,000 puestos de trabajo y un estimado de 40 billones de wones (31,100 millones de dólares) en efectos económicos positivos.

Australia

En enero de 2007, el Gobierno australiano se comprometió con una inversión de 10,000 millones de dólares australianos (el equivalente a 10,000 millones de dólares estadounidenses) a restaurar la seriamente sobreexplotada Cuenca Murray-Darling de Australia y designar una autoridad independiente para preparar un nuevo plan para esta, utilizando las mejores técnicas científicas disponibles. Unos 3,100 millones de dólares australianos se destinaron para la compra de los derechos de riego de los regantes para transferirlos al titular de la Oficina del Medio Ambiente y Agua de la Commonwealth. Aproximadamente 5,900 millones de dólares australianos fueron empleados en la mejora de infraestructuras, y la mitad del ahorro de agua se destinó a proyectos de medio ambiente. Por último, 1,000 millones de dólares australianos fueron requeridos para recopilar la información necesaria para realizar mejoras en planeamientos.

Fuentes: Korean Ministry of Environment & Korea Environment Institute (2009); Murray Darling Basin Authority (2010); Office of National River Restoration, under Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2009). Disponible en <http://www.theaustralian.com.au/news/nation/prime-ministers-10-billion-water-plunge/story-e6frg6nf-1111112892512>

salud de las poblaciones. Como bien apuntan Le Quesne et al. (2010), algunos países están invirtiendo grandes sumas de dinero en la restauración de los sistemas fluviales degradados y en el desarrollo de políticas y mecanismos administrativos para evitar su degradación. El Cuadro 3 muestra estos dos ejemplos.

La Tabla 1 resume las características generales de los retornos a la inversión de la restauración de los ecosistemas. Cuando se realicen inversiones inteligentes en la

restauración de los ecosistemas, se podrán alcanzar tasas internas de retorno superiores al 10 por ciento.

Inversión en abastecimiento de agua potable y saneamiento

En muchos países en vías de desarrollo, una de las mayores oportunidades para acelerar la transición hacia una economía verde es invertir en la prestación de servicios de agua y saneamiento para los estratos de población con menores ingresos.

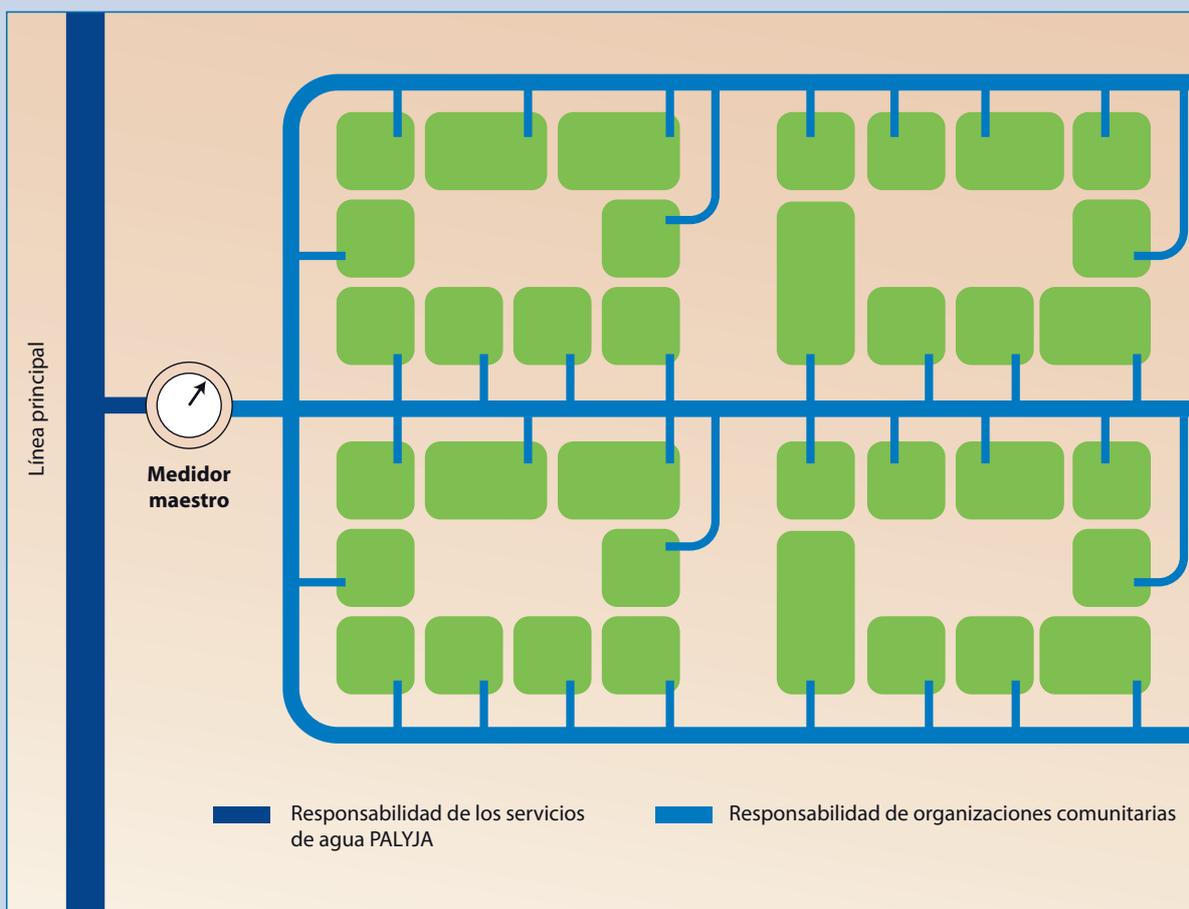


Figura 11: Representación esquemática de un sistema basado en un medidor de agua madre gestionado por una organización basada en la comunidad

Cuadro 4: Provisión de infraestructura a microescala de Yakarta Occidental

En Yakarta (Indonesia) una proporción significativa de la población vive en asentamientos irregulares. Por un lado, el Gobierno no quiere legitimar la ocupación ilegal de tierras; pero por otro, confirma la necesidad de una mejor provisión de agua potable en condiciones sanitarias adecuadas. Un proveedor de agua privado, PALYJA, es responsable del abastecimiento de agua en el Oeste de Yakarta y se espera que suministre agua a todos los residentes, incluidos los que viven en los asentamientos irregulares. Con este fin, PALYJA tiene un contrato de suministro de agua con el Gobierno por el que se les paga por el costo de suministro de agua a los usuarios y por la construcción y el mantenimiento de la infraestructura necesaria.

Como parte de este proceso, PALYJA está experimentando con la provisión de agua a conjuntos de viviendas de estos asentamientos mediante el

establecimiento de organizaciones de base comunitaria. Cada organización tiene acceso a un medidor maestro de agua, responsable de la gestión de la infraestructura del abastecimiento de agua de la comunidad, así como de pagar por el volumen de agua extraída (Figura 11). MercyCorps ha ayudado a conectar 38 casas a un solo medidor, mientras que el Programa de Servicios Ambientales de la USAID ha unificado un total de 58 casas. Una vez establecida, la comunidad firma un contrato de suministro con PALYJA con un régimen tarifario especial atendiendo al hecho de que muchos hogares están usando un solo medidor. Bajo este contrato, ambas partes se benefician: la comunidad tiene acceso fiable al suministro de agua, mientras que PALYJA garantiza esta provisión con gastos y costos administrativos mucho más bajos.

Fuente: Fournier et al. (2010)

Estimaciones recientes sostienen que el costo de alcanzar los ODM a 2015 asciende a 142,000 millones de dólares por año para la prestación de servicios de saneamiento y a 42,000 millones para el suministro de agua potable a los hogares (Hutton y Bartram, 2008b). Se necesita más inversión para los servicios de saneamiento que para el agua potable, puesto que el número de hogares sin acceso a los primeros es mucho mayor (WHO & UNICEF, 2010; Tropp, 2010).

A pesar de que la cantidad de dinero necesaria para alcanzar los ODM para el agua es considerable, cuando las cuantías se extienden a lo largo de varios años y se dividen entre el número de personas que pueden beneficiarse de estos gastos, la inversión se vuelve más justificable. En Ghana, por ejemplo, la OCDE estima que una inversión anual de 7.40 dólares anuales por persona durante más de una década permitiría que el país cumpliera con las metas marcadas por los ODM (Sanctuary & Tropp, 2005). En Bangladesh, Camboya, Tanzania y Uganda, el rango va de cuatro a siete dólares anuales per cápita (Proyecto del Milenio de la ONU, 2004; Tropp 2010).

Desde una perspectiva distinta, Grey (2004) calculó la cantidad que cada país subsahariano tendría que gastar para obtener el abastecimiento de agua y los estándares sanitarios ahora alcanzados por Suráfrica. Dependiendo del país, la cantidad a gastar varía de 15 a 70 dólares per cápita anualmente entre 2005 y 2015.

Como se muestra más adelante, los rendimientos de la inversión en la provisión de estos servicios pueden ser altos. Específicamente, Sachs (2001) encontró que la tasa media de crecimiento económico en los países en vías de desarrollo, donde la mayoría de las personas en condiciones de pobreza tienen acceso asequible al agua potable y servicios de saneamiento adecuados, es 2.7 por ciento mayor que la alcanzada en los países donde estos servicios no están bien abastecidos.⁹ Esta observación, reforzada por los documentos previos que conforman este capítulo (Tropp, 2010; Ward et al., 2010), sugiere que la falta de inversión en el abastecimiento asequible a los servicios de agua potable y saneamiento es una barrera para el desarrollo, y que una puntual inversión en estas áreas es una condición necesaria para el progreso. Grey y Sadoff (2007) sostienen que una inversión mínima en infraestructura hídrica es clave para el desarrollo. Mediante una serie de estudios, los autores identifican una relación estrecha entre la inversión adecuada en infraestructura y la degradación del medio ambiente.

9 Sachs (2001) estimó que la tasa de crecimiento del PIB per cápita en los países donde la mayoría de las personas en condiciones de pobreza tenía acceso a servicios de agua potable y saneamiento adecuados fue del 3.7 por ciento. No obstante, cuando estos servicios no estaban disponibles, se encontró que la tasa media de crecimiento anual del PIB per cápita fue del uno por ciento.

Inversión en sistemas locales de abastecimiento de agua más pequeños

Como Schreiner et al. (2010) señalan, la escasez económica de agua no debe interpretarse como una recomendación para la construcción de presas. En muchos casos, se pueden obtener mayores retornos a partir de la construcción de pequeños depósitos y operados de forma directa por poblaciones locales. De este modo, es más fácil la participación comunitaria y la gestión de la infraestructura; y el impacto ambiental tiende a ser menor, tanto en ambientes urbanos como rurales (Winpenny, 2003).

En la provincia china de Gansu, la inversión en la recolección local de agua de lluvia a 12 dólares per cápita fue suficiente para permitir una mejora significativa del suministro de agua para uso doméstico y complementar los sistemas de irrigación. Uno de los proyectos benefició a casi 200,000 hogares (Gould 1999). A pequeña escala, es posible obtener mayores beneficios de las organizaciones y de los conocimientos locales. En Yakarta Occidental, por ejemplo, el proveedor de agua local trabaja con ONG para proporcionar agua a la gente que vive en asentamientos irregulares. Para los gobiernos sería imposible hacerlo sin que se percibiera como una penalización a los habitantes de estos asentamientos (véase el Cuadro 4).

Accediendo a nuevas fuentes de agua (no tradicionales)

Uno de los enfoques más comunes para resolver los problemas de abastecimiento de agua es construir una presa de gran volumen. Su construcción implica un costo significativo, el desplazamiento de muchas personas y varias consecuencias adversas.¹⁰ Schreiner et al. (2010) señalan que las comunidades urbanas han dependido históricamente de las grandes presas para abastecerse de agua. Recientemente, las opciones de suministro se han ampliado para incluir: la captura y almacenamiento de aguas pluviales o provenientes de un proceso de desalinización; captación de agua procedente de las nubes (particularmente en las montañas de los Andes); transferencias entre islas o entre cuencas de agua; transporte de carga a través de tuberías o bolsas *Medusa* (bolsas gigantes de polifibra con capacidad para 1,500 millones de litros de agua potable transportadas por barcos). Otras comunidades y países están invirtiendo en el reciclaje de aguas residuales. Singapur, por ejemplo, ha invertido en el desarrollo de sistemas de tratamiento de aguas residuales que las vuelven aptas para el consumo. Sin embargo, la mayoría de estas tecnologías depende del uso de cantidades crecientes de energía y, como consecuencia, los costos de suministro de agua están aumentando en la mayoría de las regiones donde existe escasez.

10 Para conocer una opinión especializada en torno al debate sobre el uso de grandes presas, consúltese Comisión Mundial sobre Presas (2000).

La desalinización tiene una ventaja: no depende del clima. Sin embargo, como la mayoría de fuentes alternativas de suministro tiene la desventaja de consumir grandes cantidades de energía. Por lo general, el reciclaje de aguas residuales es más barato que la desalinización, dado que utiliza la misma técnica de ósmosis inversa, aunque requiere alrededor de la mitad de energía por unidad de agua tratada (Côté et al., 2005). A pesar de esto, la oposición de la opinión pública al uso doméstico de aguas residuales recicladas es fuerte (Dolnicar & Schäfer, 2006). Una evaluación cuidadosa de los costos de estas fuentes alternativas de suministro revela que es más barato invertir en un mayor control de la demanda (2030 Water Resources Group, 2010; Beato & Vives, 2010). En una economía verde se presta más atención a los costos y consecuencias a largo plazo del uso de ciertos recursos medioambientales.

Mayor producción de alimentos y de energía con menos agua

Conforme la población mundial aumenta, será necesaria más agua para uso doméstico e industrial. Esto tendrá como consecuencia que en muchos lugares se tendrán que importar más alimentos o que su producción se desarrolle con menos consumo de agua. Un análisis realizado por el IWMI respondiendo a la pregunta *“¿Hay suficiente tierra, agua y capacidad humana para producir alimentos para una población creciente durante los próximos 50 años (o nos quedaremos sin agua)?”*, revela que “es posible producir los alimentos pero es probable que, de

continuar con las tendencias ambientales y de producción de alimentos actuales se desatarán crisis en diversas partes del mundo” (Molden, 2007).

Por ejemplo, en muchos países en vías de desarrollo, la producción de un típico campo de maíz de regadío oscila aproximadamente entre una y tres toneladas por hectárea, cuando podría llegar a ser de ocho toneladas. Existe una gran oportunidad de aumentar los rendimientos de los cultivos y evitar, así, una crisis mundial de seguridad alimentaria. Si se aprovecha esta oportunidad, no solo será posible utilizar el agua para otras actividades, sino que también permitirá que los países en vías de desarrollo tengan excedentes que puedan ser exportados a otros países.

Reforma institucional

Un enfoque más conservador a la hora de desarrollar acuerdos de gestión y políticas más efectivas que fomenten la inversión privada, combinado enfoques de inversión más estrictos basados en la creación de infraestructuras, pueden reducir significativamente la cantidad de dinero que los gobiernos necesitan invertir en el sector de agua para obtener el mismo resultado. En la Sección 5 se desarrollan distintas oportunidades que permitirían llegar a este resultado. Habitualmente, los enfoques más conservadores se concentran en incentivos y en los factores que motivan a los consumidores a administrar su consumo de agua.

4 La economía del enverdecimiento del uso del agua

Las investigaciones alrededor del mundo sugieren que no existen soluciones efectivas que puedan resolver de una sola vez la creciente necesidad de acceso al agua potable y saneamiento, así como los problemas de escasez. Dependiendo de las circunstancias existe un conjunto único de desafíos y oportunidades. En términos generales, cada vez es más claro que los mejores resultados se obtienen a partir de soluciones mixtas. Cuando se ha intentado resolver los problemas de una sola vez, estas soluciones han demostrado ser demasiado costosas y, en muchos casos, insuficientes para resolver los problemas de abastecimiento de agua (2030 Water Working Group, 2010). En la cuenca del Río Zambeze, se ha estimado que incluso con el pleno desarrollo del potencial de riego de la zona, no se beneficiaría a más del 18 por ciento de la población rural en condiciones de pobreza (Björklund et al., 2009). Por lo tanto, se necesita una estrategia de inversión mucho más sofisticada (Ménard y Saleth, 2010).

4.1 La economía detrás de la inversión en agua y en los ecosistemas

En el modelo global desarrollado para el *Informe sobre la Economía Verde* del Millennium Institute, un escenario de inversión sostenible asumía que la inversión en el suministro de agua potable y saneamiento igualaría la estimada por Hutton y Bartram (2008b), lo necesario para alcanzar los ODM del agua para 2015. Una vez logrado esto, se espera que los gobiernos decidan reducir a la mitad el número de personas sin suministro de agua confiable y servicios de saneamiento adecuados. Esta nueva meta se cumpliría en 2030. Los fondos sobrantes durante este período se asignarían, en principio, a inversiones relacionadas con el agua. En áreas donde hay escasez por razones económicas se da prioridad a la construcción de presas. En otras áreas, la inversión se canaliza hacia un uso del agua más eficiente. Cuando es posible, y viable en términos económicos, se construyen plantas de desalinización. Se asume que estas deberían permitir el suministro de agua al sector urbano a un costo de 0.11 dólares por metro cúbico (a precios constantes de 2010), la misma unidad monetaria de valores que se mostrarán a continuación.

Bajo un escenario base (BAU), el consumo actual de agua sigue siendo insostenible y tanto las aguas superficiales

como las subterráneas se están agotando. En un escenario de inversión verde, el uso mundial de agua se mantiene dentro de límites sostenibles y todos los ODM se alcanzarán en 2015. Si el consumo de agua es más eficiente, en consecuencia, hay mayor producción agrícola, industrial y de biocombustibles. El número de personas que viven en una región con escasez de agua es cuatro por ciento menor para 2030 bajo un escenario de inversión verde. Según un escenario base (BAU) esta cifra se incrementa hasta el siete por ciento para 2050.

Los resultados de este modelo son alentadores, tanto en términos económicos como desde la gestión de agua (véase la Tabla 2). Para 2050, el empleo total y el ingreso son mayores bajo un escenario de inversión

		2% PIB invertido en sectores verdes	
	Unidad	2030	2050
Inversión adicional en el sector del agua	miles de millones de dólares/año	191	311
Agua adicional desalinizada	Km ³	27	38
Agua proveniente de mejoras en la eficiencia (alcanzada por inversiones verdes)	Km ³	604	1,322
Empleo total en el sector del agua	Mn personas	38	43
Cambio en el empleo total en el sector del agua con relación al BAU2*	%	-13	-22

* Las inversiones relacionadas con el agua son parte de un escenario de inversión integrado verde, G2, en la que se asigna un dos por ciento del PIB mundial a una transformación verde de una amplia gama de sectores clave. Los resultados de este escenario, cuyo porcentaje es adicional al PIB actual, se compara con un escenario correspondiente en el que se asigna un dos por ciento del PIB mundial bajo la tendencia del escenario BAU, BAU2 (véase el capítulo 'Modelación' para una explicación más detallada de los escenarios y los resultados).

Tabla 2: Resultados de la modelación del escenario de inversión verde

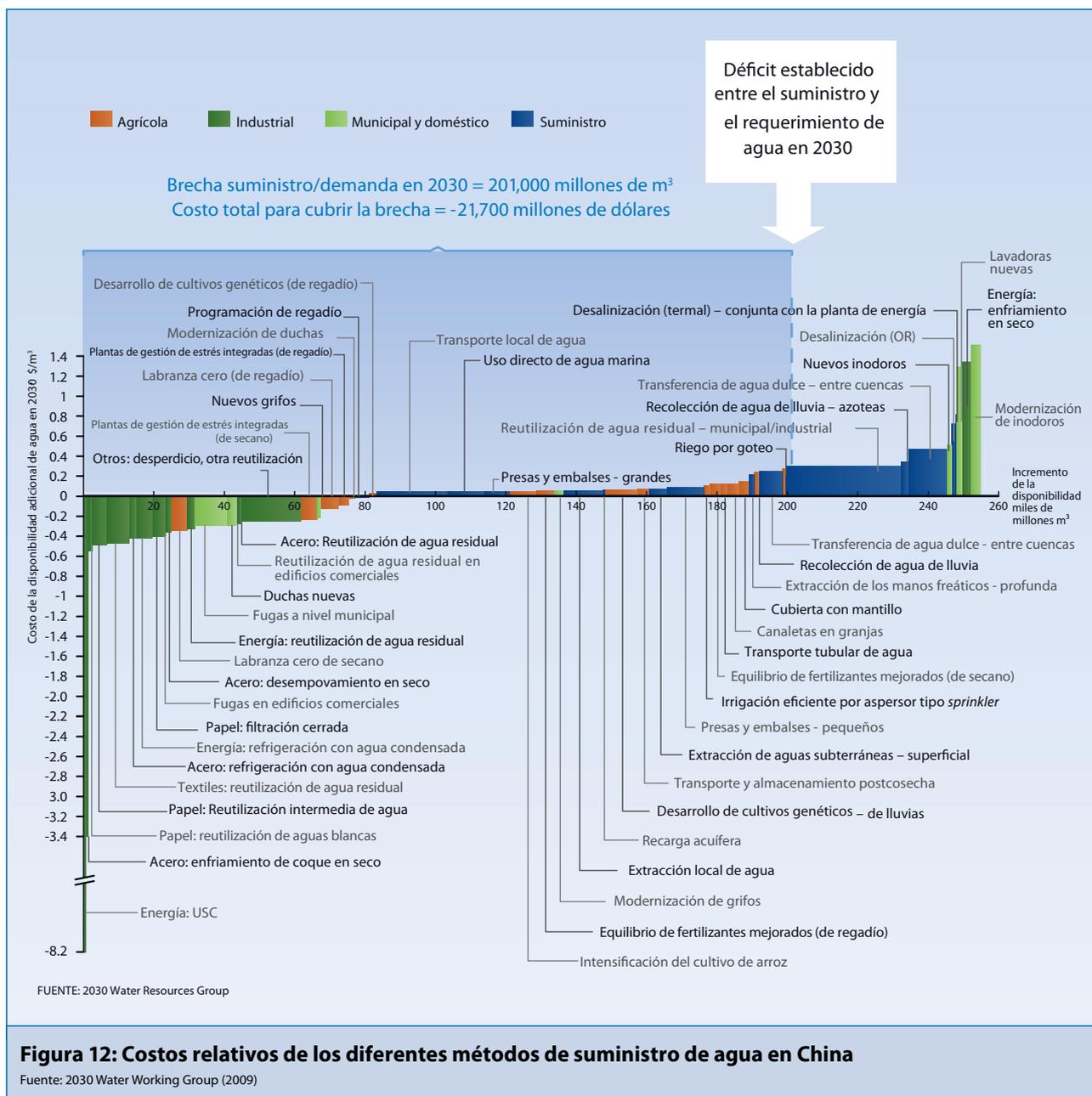


Figura 12: Costos relativos de los diferentes métodos de suministro de agua en China

Fuente: 2030 Water Working Group (2009)

verde, mientras que el número de personas trabajando en el sector del agua es menor.

Esta aseveración contraria a la intuición se produce porque el sector se vuelve mucho más eficiente. La mano de obra y otros recursos que bajo el escenario base BAU2 se hubieran consolidado en el sector del agua, ahora son destinados a otros sectores. Al mismo tiempo, y a medida que el agua se utiliza de manera más eficiente -por lo que hay una mayor disponibilidad de recursos para el sector manufacturero u otros-, una mayor parte de la población podría desempeñar

un trabajo remunerado.¹¹ La conclusión general de esta evaluación es que, donde hay escasez de agua o cuando una gran proporción de la población no tiene acceso al abastecimiento de agua y saneamiento adecuados, la inversión temprana en este sector es una condición necesaria para el progreso.

4.2 Selección de proyectos e iniciativas de inversión

Si bien es útil e importante examinar la economía detrás de la inversión en el sector hídrico a nivel mundial, las inversiones deben hacerse principalmente en la cuenca del río, en la zona de captación, y a nivel local. En las zonas donde los costos de mejora de los abastecimientos de las fuentes tradicionales de agua están aumentando,

11 Estos resultados coinciden con los de Hagos et al. (2008), quienes encontraron que, conforme el acceso al agua mejora, el empleo en otros sectores también crece.

el 2030 Water Working Group recomienda la preparación de las curvas de costos similares a las que se muestran en la Figura 12. Estas curvas de costos jerarquizan cada posible solución a un problema en términos del costo relativo por unidad para lograr el resultado deseado y se pueden utilizar para evaluar los posibles costos y beneficios de cada solución. Una de las características más sorprendentes de este enfoque es que, a menudo, se encuentran soluciones de menor costo que, a la vez, logran aumentar la disponibilidad de agua y cuestan menos dinero. En China, por ejemplo, la construcción de las curvas de costo de disponibilidad de agua identificó 21 oportunidades de aumentar la disponibilidad de agua y ahorrar dinero (Figura 12). Estas incluyen un mayor reciclaje de papel, la inversión en la reducción de fugas, el aprovechamiento de aguas residuales en las centrales eléctricas y edificios comerciales; y la inversión en duchas ahorradoras de agua. Todos estos enfoques son compatibles con el desarrollo de una economía verde que busca minimizar el impacto de la actividad económica en el medio ambiente.

4.3 Flujo de beneficios de la inversión en el sector de agua potable y saneamiento

Muchos retornos a la inversión en el sector del agua son indirectos. Por ejemplo, si se construye un baño para niñas en un colegio, estas tienen más probabilidades de ir a la escuela. Este ejemplo simple resalta el hecho de que la inversión en el sector hídrico abre otras oportunidades para el desarrollo. **Ward et al. (2010)** evaluaron el caso de una mayor inversión en infraestructura hídrica en la Cuenca del Níger y encontraron que la inversión en el acceso al agua potable y en educación son las dos únicas variables que están constantemente relacionadas con la reducción de la pobreza a lo largo de esta cuenca (Cuadro 5).

La Figura 13 muestra la reducción estimada en la mortalidad y morbilidad infantil producto de la protección de las fuentes de agua potable. La figura también destaca la compleja naturaleza espacial de las acciones relacionadas con la inversión hídrica.

Cuadro 5: Análisis empírico de la relación entre la pobreza y el acceso al agua y saneamiento en la cuenca del Río Níger

En la cuenca del Río Níger viven 94 millones de personas. La proporción que vive por debajo de la línea de la pobreza en Burkina Faso es de 70.3 por ciento; en Guinea, el 70.1 por ciento y en Níger 65.9 por ciento. Las tasas de mortalidad infantil alcanzan 250 por 1,000 nacimientos vivos. En 2004, solo el 53 por ciento de las personas que vivían en la cuenca del Río Níger tenían un acceso confiable y seguro al agua potable. Asimismo, solo el 37 por ciento tenía acceso a instalaciones sanitarias adecuadas.

En la predicción de los niveles de pobreza, la calidad de agua utilizada por los hogares parece ser tan importante o más que la cantidad total de agua disponible en el medio ambiente. La explotación de un pozo no protegido o de agua de la superficie tiene, generalmente, una correlación positiva con el aumento de la mortalidad y el retraso en el crecimiento.

En el Noroeste y Este de Nigeria, una disminución del diez por ciento en el número de personas que utilizan agua sin protección está directamente relacionada con una disminución de la mortalidad infantil de hasta un 2.4 por ciento. Un mayor desarrollo de los sistemas de irrigación se correlaciona con reducciones en la desnutrición crónica infantil en el Centro de Malí, Noroeste, Centro y Este de Nigeria y el Norte de Burkina Faso. Un aumento en el tiempo dedicado a la educación se correlaciona significativamente con la reducción de la mortalidad y la desnutrición crónica infantil. En gran parte del Delta Interior de Malí, un aumento de un año en el nivel medio de educación se asocia con una caída aproximada del tres por ciento en mortalidad infantil.

El área de tierras de regadío se asoció con la disminución de la pobreza en solo dos casos: en el Noroeste y Este de Nigeria y en el Norte de Camerún. Esto sugiere que la contribución de riego para el bienestar rural total es baja en la cuenca del Río Níger y que los niveles de riego potencial son muy pequeños en la actualidad para ofrecer una mejora apreciable en la calidad de vida a esta escala de análisis. Esto está en contraste con la literatura general sobre el desarrollo en esta región que sugiere que el riego será crucial para el bienestar económico futuro de la cuenca, junto con mejoras en la productividad de la agricultura de secano. Sin embargo, puede ser que los beneficios de riego aún no se acumulan para las personas que participan en su práctica o que lo hacen a niveles demasiado pequeños para quedar registrado en estas estadísticas. Los datos sugieren que las iniciativas de reducción de pobreza que se basan únicamente en probabilidades hidrológicas o que fallan en tomar en cuenta las distintas relaciones causales de la pobreza espacialmente diferenciada, tienden ser menos eficaces que aquellas con un enfoque mixto. Es evidente un fuerte patrón espacial. La educación y el acceso a mejor calidad del agua son las únicas variables que son consistentemente significativas y relativamente estacionarias en toda la cuenca del Río Níger. En todas las escalas de jurisdicción, la educación es el indicador no relacionado con el agua más consistente para explicar la pobreza. El acceso a fuentes de agua protegidas es la variable relacionada con el agua que mejor explica la pobreza.

Fuente: Ward et al. (2010)

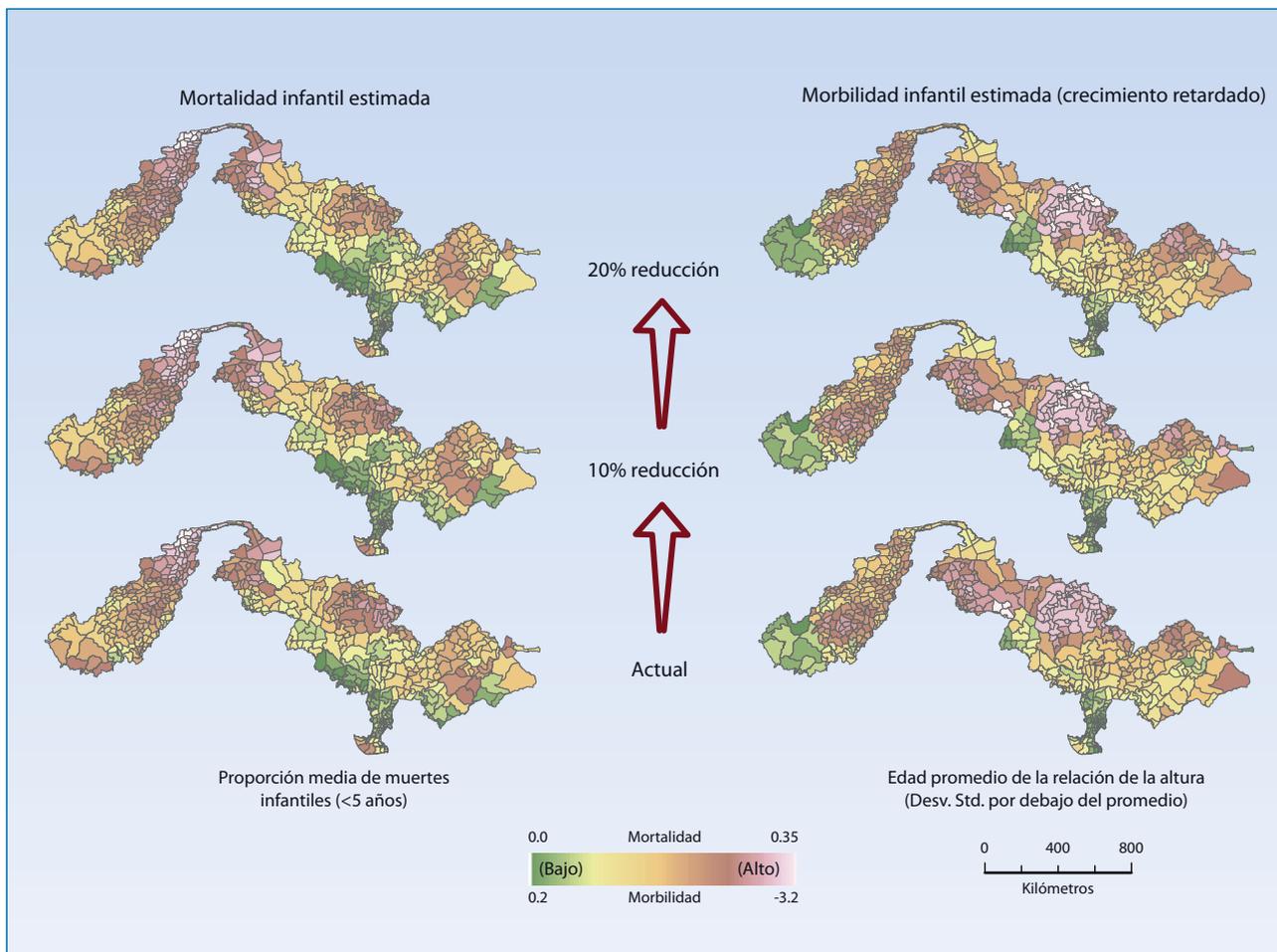


Figura 13: Efecto predicho de una reducción del 10 y 20 por ciento en la proporción de personas que obtienen su abastecimiento de agua básico de fuentes superficiales o pozos de agua desprotegidos reflejado en mortalidad y morbilidad infantil, en la cuenca del Río Níger

Fuente: Ward et al. (2010)

5 Condiciones favorables: Superar las barreras e impulsar el cambio

La primera mitad de este capítulo se centra en la necesidad de invertir en la provisión de servicios ambientales y en el suministro de agua y saneamiento. En la segunda mitad, nos centramos en las condiciones institucionales y en enfoques más conservadores, que tienen el potencial para acelerar la transición, aumentar el retorno sobre la inversión y reducir la cantidad de dinero que debe ser invertido en el sector del agua.

Un estudio global del **2030 Water Working Group (2010)** sugiere que, de no realizarse cambios importantes en las políticas públicas del agua que permitan su reasignación de un sector a otro y el estímulo económico para quienes hagan un uso más eficiente, entre otros, algunos países no serán capaces de evitar el surgimiento de una crisis del agua en varias regiones. El mismo estudio sugiere que, si se adopta un amplio abanico de reformas, gran parte de las crisis hídricas se podrían evitar. La inversión en la reforma de la política del agua y la gobernabilidad permiten una mayor participación y uso de los conocimientos locales para facilitar inversiones a diversas escalas. Si se adoptan estos enfoques, el 2030 Water Working Group estima que la cantidad global de dinero requerida para ser invertida en el sector del agua puede reducirse en un 75 por ciento.

5.1 Mejora de los acuerdos institucionales generales

Podría decirse que el mayor impedimento para la inversión en infraestructura de agua y cambios en su gestión ha sido la dificultad para establecer gobernabilidad de alto nivel y la falta de respaldo político para alcanzar una gobernanza efectiva (Global Water Partnership, 2009a). Los problemas abarcan desde la falta de capacidad institucional hasta la corrupción,¹² ampliamente extendida para obtener favores políticos. Basándose en estas observaciones concentradas en un documento de referencia preparado para este capítulo, **Ménard y Saleth (2010)** informan de que los gobiernos están

aprendiendo qué mejoras en los arreglos en la administración de recursos hídricos ofrecen una de las oportunidades de menor costo para resolver problemas relacionados con gestión del agua de forma oportuna. Las soluciones a largo plazo, como el establecimiento de acuerdos gubernamentales fiables y estables para el suministro de agua, conforman el eje central de una economía verde.

Un problema paralelo es la cuestión de los derechos o permisos para el uso de la tierra y el agua. Cuando estos derechos son inciertos, los incentivos para adoptar una visión a largo plazo que fomente enfoques verdes en la inversión son débiles. Por el contrario, cuando se tienen derechos del agua, tenencia de la tierra y otras formas de propiedad bien definidos, se pueden esperar usos más sostenibles de los recursos. La inversión temprana en el desarrollo de registros de propiedad y otros procesos similares son maneras simples de acelerar la transición hacia una economía verde.

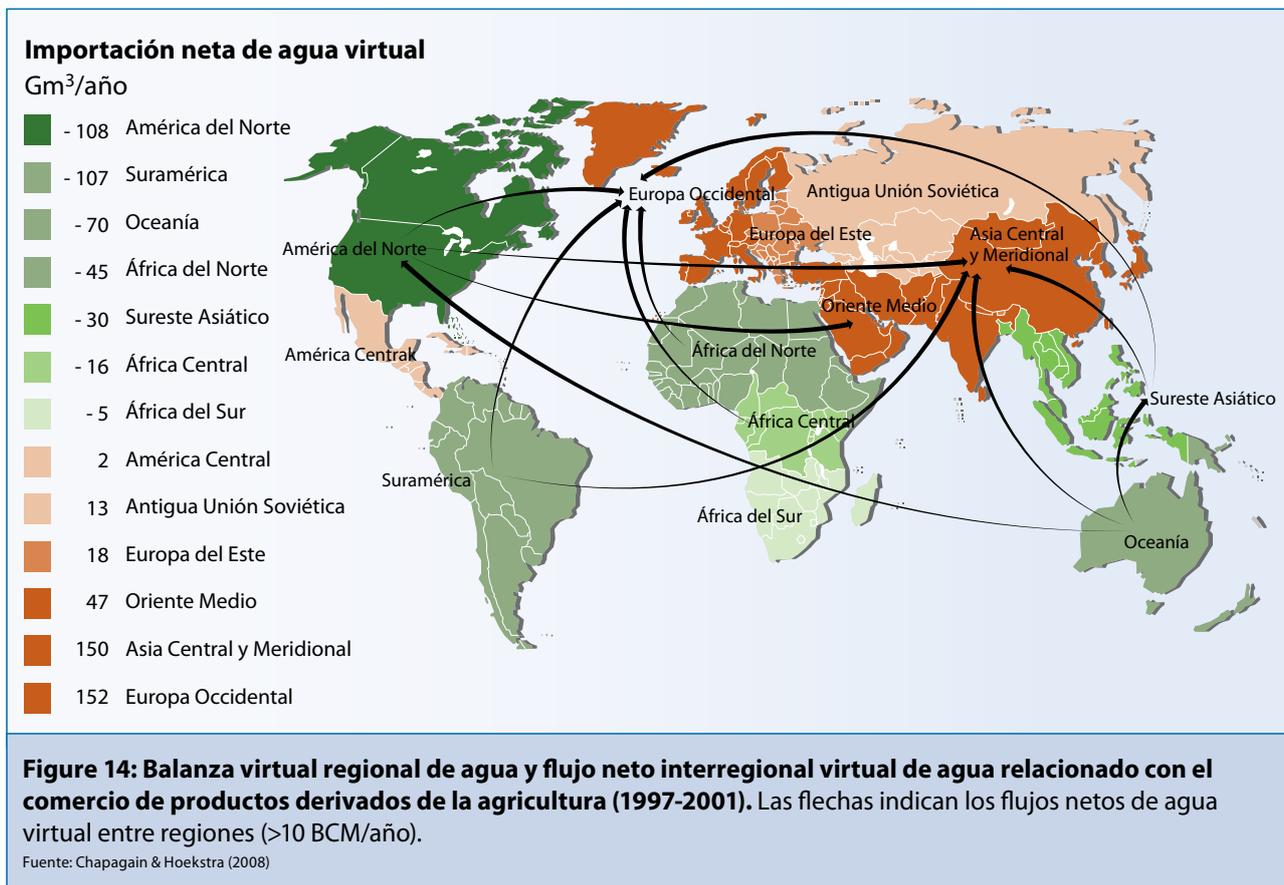
Incrementar la capacidad de un país para recaudar impuestos, claramente permitirá lograr acuerdos que reflejen el costo real del bien en cuestión y, cuando así sea necesario, proveer descuentos y otras formas de asistencia a los más necesitados sin tener que recurrir a subsidios cruzados que son ineficientes.

Otro ejemplo de una condición propicia es el desarrollo de programas educativos e informativos destinados a aumentar la conciencia de oportunidades de actuar de una forma ambientalmente responsable. Es más probable que los miembros de una comunidad cuiden el medio ambiente si se sienten obligados a ello.

5.2 Acuerdos comerciales internacionales

El capítulo de 'Modelación' discute la influencia del comercio internacional y las medidas relacionadas con este en la economía verde. En última instancia, el beneficio de los acuerdos de libre comercio para los usuarios del agua depende del grado de liberalización del comercio y las excepciones que se hagan. Toda vez que la agricultura consume casi el 70 por ciento del agua extraída para fines de consumo y que grandes cantidades de esta están incorporadas en productos

¹² El Informe del Barómetro Global de la Corrupción (2008) encontró que es probable que la corrupción en el sector del agua aumente el costo de alcanzar los ODM en 50,000 millones de dólares (Transparencia Internacional, 2008). Aproximadamente en esta misma cantidad estima el 2030 Water Working Group el costo anual de implementar la solución menos costosa para resolver los problemas globales del agua.



agrícolas comercializados, esta política merece ser considerada con cuidado (Figura 14). Si el comercio es libre y todos los precios de los insumos reflejan su costo real, las comunidades tienen la oportunidad de beneficiarse de la abundancia relativa del agua en otras partes del mundo. Por el contrario, cuando el comercio de productos agrícolas está restringido, es probable que el uso del agua sea menos eficiente. Cada gota de agua disponible hará crecer una menor cantidad de cultivos. En términos generales, nuestro planeta se encuentra en peores condiciones. Sin embargo, algunos países pugnan por la soberanía alimentaria por diversas razones, incluyendo la seguridad.

En un intento por comprender los posibles impactos de acuerdos más libres en el uso del agua, un documento de apoyo utilizado en este capítulo utiliza un modelo para estimar los probables efectos de la liberalización del comercio en el sector agrícola sobre el uso del agua (Calzadilla et al., 2010). Este modelo distingue entre agricultura de secano y de regadío, e incluye funciones que consideran los efectos del cambio climático en el volumen de agua disponible para la extracción.

El escenario de liberalización del comercio se basa en las propuestas provenientes de la Ronda de Doha, que pretende un cambio hacia un régimen en donde la agricultura esté menos restringida. En particular, el análisis asume una reducción del 50 por ciento a los aranceles, una disminución en la misma magnitud en las transfe-

rencias internas a la agricultura y la eliminación de todos los subsidios a la exportación. Teniendo en cuenta que se necesitará tiempo para poner en práctica estas medidas, el escenario es examinado con y sin cambio climático. Los escenarios del cambio climático están basados en los resultados del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (2008).

La Tabla 3 presenta un resumen de los resultados de este ejercicio de simulación, desarrollado con más detalle en el documento de antecedentes. La introducción de acuerdos de liberalización comercial como el de Doha, aumentan el bienestar mundial en 36,000 millones de dólares. Si se registra un fuerte cambio climático, el bienestar mundial se reduce en 18,000 millones de dólares. El modelo supone que no existirán cambios en las políticas que determinan cómo se distribuyen los beneficios en cuanto a las buenas prácticas comerciales. Calzadilla et al. concluyen que la liberalización del comercio:

- Aumenta la cantidad de productos agrícolas comercializados y la capacidad de los países para comerciar entre sí, teniendo como consecuencia que la capacidad mundial para ajustarse al cambio climático sea mayor de lo que sería de otra forma;
- Tiende a reducir el uso del agua en regiones con escasez e incrementarlo en lugares donde el recurso

Regiones	50% de reducción en tarifas, sin subsidios a la exportación y 50% de reducción de transferencias internas a la agricultura	Escenario de fuerte cambio climático	Combinación de ambos escenarios (Libre comercio y fuerte cambio climático)
EE.UU.	-1,069	-2,055	-3,263
Canadá	-285	-20	-237
Europa Occidental	3,330	1,325	4,861
Japón y Corea del Sur	11,099	-189	10,970
Australia y Nueva Zelanda	622	1,022	1,483
Europa del Este	302	538	883
Ex Unión Soviética	748	-6,865	-6,488
Oriente Medio	2,104	-3,344	-1,213
Centroamérica	679	-240	444
Suramérica	1,372	805	2,237
Sur de Asia	3,579	-3,632	-28
Sureste asiático	3,196	-3,813	-552
China	5,440	71	5,543
África del Norte	4,120	-1,107	3,034
África Subsahariana	218	283	458
Resto del mundo	285	-308	-17
Total	35,741	-17,530	18,116

Tabla 3: Cambio en el bienestar regional en 20 años como resultado del cambio climático y la liberalización del comercio en millones de dólares

Fuente: Calzadilla et al., 2010

es abundante, a pesar de que no existan mercados de agua en varios países, y

■ Provoca que cada país sea más sensible a las condiciones cambiantes y, como resultado, reduce los efectos negativos del cambio climático en el bienestar global en un dos por ciento. Sin embargo, los cambios regionales son más grandes.

En síntesis, el modelo sugiere que una mayor liberalización de los acuerdos comerciales reducirá de manera significativa los costos de adaptarse y alcanzar los ODM. Es de esperar que una mayor apertura comercial reduzca el uso del agua en los lugares donde esta es más escasa y lo aumente en las zonas donde es abundante. La liberalización del comercio aumenta la capacidad de adaptarse al cambio climático y reduce sus efectos adversos.

5.3 Uso de instrumentos de mercado

Algunos instrumentos de mercado que pueden ser aprovechados para impulsar una economía verde son:

■ Pagos por Servicios Ambientales (PSA);

■ Esquemas de acreditación y certificación que brindan oportunidades para que los consumidores identifiquen productos que han sido elaborados de forma sostenible y paguen un sobreprecio por acceder a ellos, y

■ Acuerdos que envían una señal de escasez como el desarrollo de planes de compensación, el comercio de permisos de contaminación y el comercio de derechos de acceso al agua. Cada uno de estos enfoques tiene aplicación directa en el sector del agua y el grado en el que las comunidades pueden llegar a interesarse en mantener e invertir en la provisión de servicios ambientales.

Pagos por Servicios Ambientales (PSA)

Desde el punto de vista del agua, hay dos principales tipos de PSA: los financiados por el usuario de un servicio y los sufragados por el gobierno o un donante (Pagiola & Platais, 2007; Engel et al., 2008.). En cualquier caso, estos sistemas solamente son exitosos cuando una fuente segura de recursos ha sido identificada y comprometida para el esquema. Posiblemente, los más eficientes son los operados por los usuarios que son capaces de identificar cuáles son los servicios que desean y el precio que están dispuestos a pagar por ellos.

La mayoría de los programas financiados por el gobierno dependen del financiamiento de los ingresos generales y, como usualmente cubren grandes áreas, es probable que sean menos eficientes. Además, al estar sujetos a riesgos políticos, tienen menos probabilidades de ser sostenibles. Este apoyo al esquema puede colapsar en el caso de que se sucedieran cambios de gobierno o en la situación financiera, (Pagiola & Platais, 2007; Wunder et al., 2008).

Los PSA se están volviendo comunes en América Latina y el Caribe. En Ecuador, los proveedores de agua potable y energía eléctrica de Quito pagan a sus beneficiarios por la conservación de las cuencas hídricas de donde obtienen sus recursos (Echavarría, 2002a; Southgate & Wunder, 2007). En Costa Rica, el servicio público de Heredia paga por la conservación de cuencas hídricas utilizando fondos provenientes de un impuesto sobre los consumidores (Pagiola et al., 2010).

Muchas ciudades de América Latina tienen programas similares, incluidos los de Pimampiro, en Ecuador; San Francisco de Menéndez, en El Salvador; y Jesús de Otoro, en Honduras (Barrantes & Mejía, 2003; Herrador et al., 2002; Wunder & Albán, 2008). Los productores hidroeléctricos también se están involucrando en esta dirección. En Costa Rica, por ejemplo, los productores del sector público y privado pagan por la conservación de las cuencas hidrográficas de las que extraen el agua. Según Pagiola (2008), estos proveedores contribuyen actualmente a la conservación de cerca de 18,000 hectáreas con cerca de medio millón de dólares anualmente. En Venezuela, CVG-Edelca paga un 0.6 por ciento de sus ingresos (alrededor dos millones de dólares anuales) para la conservación de la cuenca del Río Caroní (World Bank, 2007). Algunos sistemas de irrigación también han participado en esquemas de este tipo, como los del Valle del Cauca en Colombia (Echavarría, 2002b).

En términos más generales, y como explica Khan (2010), a medida que los países transiten a un conjunto de acuerdos económicos más verdes, se vuelven más caros los costos de los enfoques de ingeniería tradicionales para los sistemas de agua que incluyen la construcción de plantas de tratamiento, obras de ingeniería para controlar las inundaciones, entre otros. Por el contrario, es poco probable que aumente el costo de operar un esquema de pagos a los ecosistemas. Sin embargo, para que esto ocurra se debe hacer una inversión paralela en el desarrollo de los derechos de propiedad y es probable que sean necesarios acuerdos gubernamentales que garanticen que los servicios públicos de abastecimiento de agua puedan involucrarse en contratos que mantengan accesible los servicios ambientales. Son esenciales sistemas de propiedad de la tierra bien definidos, acuerdos gubernamentales estables, bajos costos de transacción y acuerdos de aplicación creíbles (Khan, 2010).

Como se señala en este capítulo, la atención rápida a los acuerdos gubernamentales es una condición previa necesaria para la inclusión del agua en una estrategia de transición hacia una economía verde.

Fortalecimiento de los esquemas de acreditación impulsados por los consumidores

Aunque rara vez utilizados en el sector del agua, en los últimos años se ha visto una rápida expansión de una amplia variedad de esquemas de acreditación de productos que permiten a los consumidores pagar un sobreprecio para tener acceso a productos elaborados sin detrimento del medio ambiente, incluyendo su capacidad para abastecer servicios dependientes del recurso hídrico. Como señalan Groot et al. (2007), estos sistemas de acreditación dependen de la naturaleza de autoorganización de los acuerdos entre particulares que provean incentivos para que los beneficiarios de un mejor servicio paguen por él. Una vez establecidos, estos acuerdos pueden desempeñar un papel importante en fomentar la restauración de ambientes naturales.

Sin duda, uno de los ejemplos más conocidos es el sistema de etiquetado elaborado por el Consejo de Administración Forestal (FSC, por sus siglas en inglés). El FSC garantiza que toda la madera comprada bajo su sello de calidad ha sido cultivada de forma tal que busca preservar las funciones ecológicas y la integridad del bosque. Cuando se considera apropiado, se reconoce el papel fundamental que desempeñan los bosques en la purificación del agua y en proteger a las comunidades de las inundaciones.¹³

Aumento del uso de los permisos negociables, compensaciones y esquemas bancarios

Una amplia gama de instrumentos de mercado importantes para una economía verde son aquellos que limitan las oportunidades de contaminar, aprovechar un recurso o ambas opciones. Existen diversas variantes de estos esquemas, pero todos operan empleando mecanismos de mercado que recompensan a quienes hacen esfuerzos por reducir o dejar de realizar actividades que afectan al agua. De esta forma, se permite a los demás realizar la misma actividad y, con ello, asegurar un impacto controlado en el medio ambiente.

Un ejemplo de ello es un mecanismo mediante el cual una planta de tratamiento de agua puede liberar mayor cantidad de nutrientes a un canal reparando cualquier episodio de contaminación en granjas cercanas. En muchos casos, el resultado puede ser una mejora significativa en la calidad del agua a un costo mucho menor si a

13 Para más información, véase <http://www.fsc.org/pc.html>

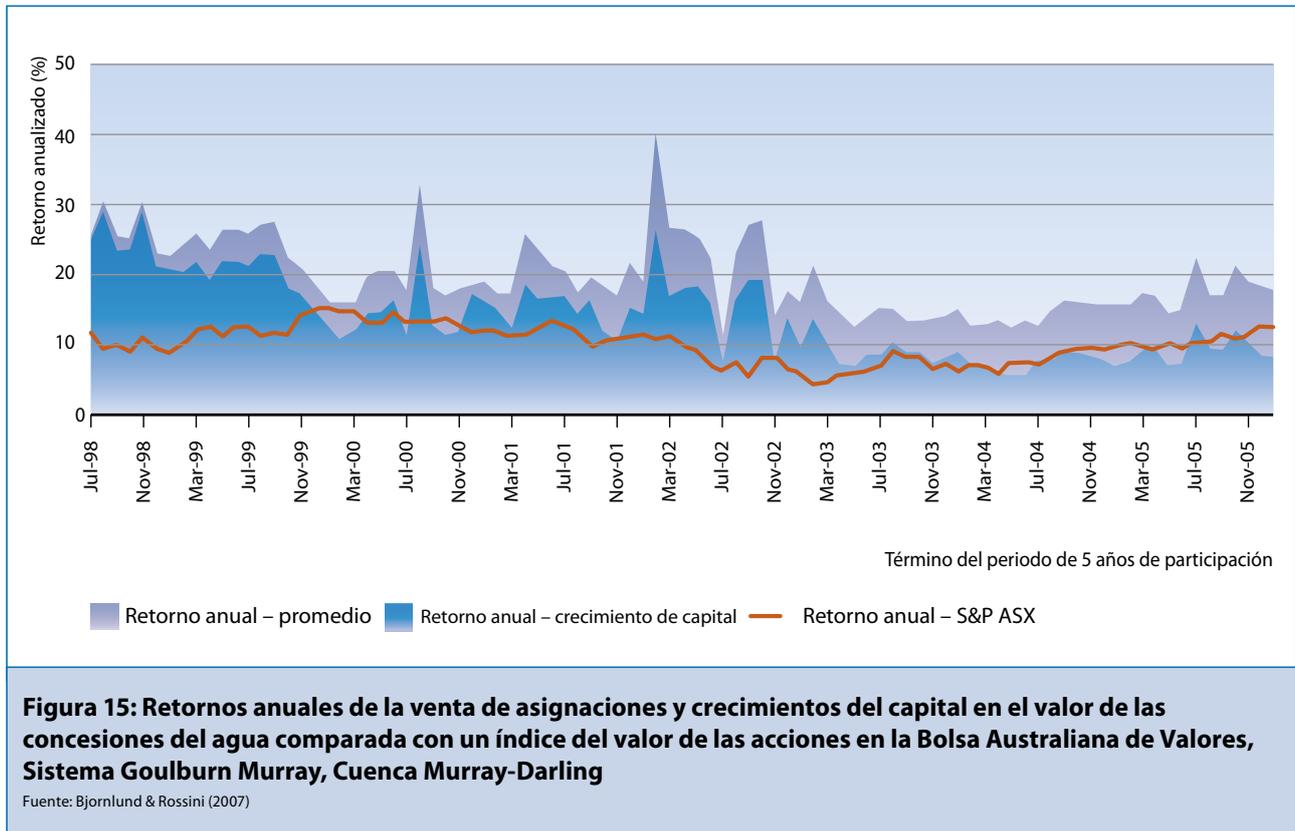


Figura 15: Retornos anuales de la venta de asignaciones y crecimientos del capital en el valor de las concesiones del agua comparada con un índice del valor de las acciones en la Bolsa Australiana de Valores, Sistema Goulburn Murray, Cuenca Murray-Darling

Fuente: Bjornlund & Rossini (2007)

la planta de tratamiento no se le permite aumentar sus emisiones. En zonas rurales, se sugiere con frecuencia cobrar cargos por contaminación por nitratos y diseñar esquemas de intercambio. En algunas partes de EE.UU., ya han entrado en funcionamiento (Nguyen et al., 2006).

Otro caso, muy desarrollado en EE.UU, es el uso de esquemas bancarios que requieren que cualquier persona que proponga drenar un humedal debe, en primer lugar, arreglar la construcción, restauración y protección de otro humedal de mayor valor (Robertson, 2009). Bajo estos esquemas, es posible que un interesado restaure un humedal y luego deposite los créditos hasta que una tercera parte desee usarlos. Tres cuartas partes de estos acuerdos bancarios de humedales involucran créditos de terceros (Environmental Law Institute, 2006; U.S. Army Corps of Engineers, 2006).¹⁴

5.4 Mejora en los sistemas de títulos y de asignación

La última categoría de instrumentos basados en el mercado relevantes para el agua es aquella que se apoya en el derecho de uso y en sistemas de distribución para permitir ajustes a las condiciones económi-

cas y ambientales cambiantes. Esto se logra permitiendo que los usuarios intercambien derechos de agua y asignaciones.

En sistemas bien diseñados, los planes de recursos hídricos se utilizan para definir las reglas de cómo se redistribuirá el agua proveniente de un río o de un manto acuífero. Asimismo, un sistema de derechos totalmente especificado se utiliza para distribuir el agua entre los usuarios. Bajo dicho acuerdo, cambios rápidos en condiciones de suministro se pueden administrar de manera eficiente (Young, 2010). En el Cuadro 6 se describe la experiencia australiana en el desarrollo de un sistema de derechos completamente específico. Entre otras cosas, el enfoque permite utilizar enfoques basados en el mercado para reaccionar rápidamente a cambios en el suministro de agua. Durante la última década, la introducción de mercados hídricos en Australia ha producido una tasa interna de retorno estimada en más de un 15 por ciento anual, lo que resulta congruente con la noción de retornos crecientes en la adopción de un enfoque de desarrollo verde de la economía (véase la Figura 15). El resultado ha sido un aumento considerable de la riqueza y el bienestar de las personas involucradas.

En una economía verde, el medio ambiente adquiere derechos iguales o superiores a los de otros usuarios de recursos hídricos. En países donde sistemas de derecho de propiedad son rígidos y los usuarios cumplen con el derecho y las condiciones de asignación, los gestores

¹⁴ En cada uno de estos esquemas, la actividad bancaria y el comercio son posibles porque involucran el desarrollo de índices que permiten que humedales de distinto valor por hectárea sean comparados entre sí.

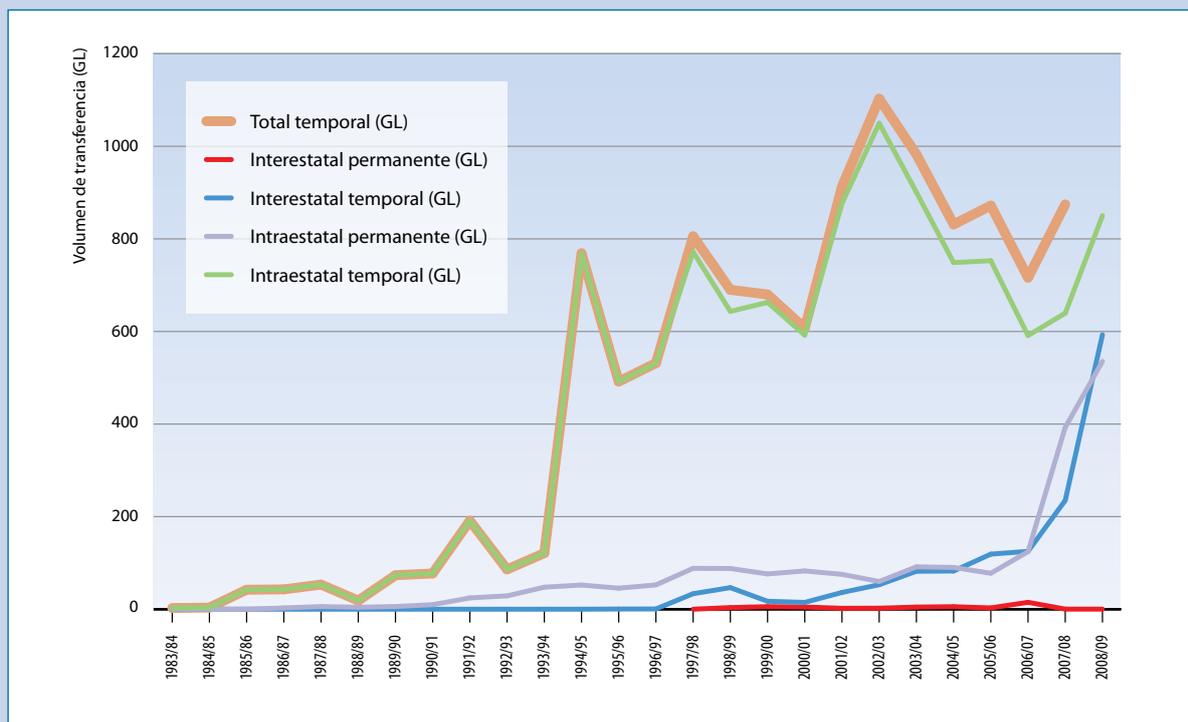


Figura 16: Desarrollo de las transferencias de las concesiones de agua en la Cuenca Murray-Darling

Fuente: Young (2010)

Cuadro 6: La experiencia australiana del rol de los mercados del agua en facilitar la rápida adaptación de un cambio hacia un régimen climático más seco

Recientemente, el Sistema Interconectado del Río Murray -al Sur de Australia- ha experimentado un rápido cambio hacia un régimen más seco que ha demostrado lo difícil e importante que resulta especificar los derechos de agua como una parte del total disponible y no cómo una cantidad. En el momento en que se produjo el cambio, los planes que se proyectaban asumían que los influjos seguirían oscilando en torno a una media determinada de agua, y que los conocidos errores de contabilidad en el sistema de derechos y asignaciones podían ser controlados. Como resultado, cuando apareció un largo período de sequía, las reservas estaban deterioradas y los administradores decidieron usar el agua disponible en el medio ambiente para fines de consumo bajo el supuesto de que una mayor cantidad de agua podría estar disponible cuando volviera a llover.

Después de cuatro años de sequía -y conforme se iban prolongando a cinco, seis, siete u ocho años- se tuvieron que suspender los planes y desarrollar nuevas reglas para la asignación de agua (National Water Commission, 2009). Actualmente, se ha puesto en marcha un nuevo Plan para la Cuenca que buscará, ente otros asuntos, hacer frente a un agudo problema de sobrea-

signación. Paralelamente, se ha realizado una importante inversión en el desarrollo de capacidad científica para reunir los conocimientos necesarios para prevenir que vuelvan reproducirse estos problemas.

Otra característica central del sistema que se utiliza ahora en todas las temporadas de la cuenca es la definición de concesiones de participación a perpetuidad y el uso de mercados de agua para facilitar el cambio. Todos los usuarios del agua entienden ahora que se beneficiarían personalmente si se usara el agua de forma más eficiente. Como resultado, ha emergido un eferescente mercado de agua y se han alcanzado mejoras significativas en la eficiencia técnica de su uso. En este sentido, Australia ejecutó un sistema de derechos y los procesos administrativos relacionados hubieran que facilitó un rápido desarrollo del mercado de agua (véase la Figura 16). Entre otras cosas, este sistema incluyó un compromiso previo para el uso de medidores y acuerdos gubernamentales que terminaron por disuadir a las personas a la hora de usar más agua de la que les correspondía. También fue importante la separación de las licencias de agua para que los objetivos de equidad, eficiencia y medio ambiente se pudieran gestionar utilizando instrumentos distintos.

ambientales están empezando a comprar y poseer los derechos de agua con fines ambientales. En Oregon (EE.UU.), la Oregon Water Trust ha estado adquiriendo derechos de agua de los regantes desde 1993 (Neuman & Chapman, 1999) para luego utilizarlos para mantener y mejorar la función de corrientes y ecosistemas dependientes del agua (Scarborough & Lund, 2007). En Australia, el Commonwealth Environmental Water Holder (CEWH) se ha apropiado recientemente 705 GL de derechos de agua de regantes para propósitos similares en la Cuenca Murray-Darling, y ha anunciado su intención de seguir haciéndolo hasta que alcance derechos de agua entre 3,000 a 4,000 GL (Murray Darling Basin Authority, 2010). Si se completa este proceso, el CEWH acaparará entre el 27 y 36 por ciento de todos los derechos de agua de la Cuenca.

5.5 Reducción de los subsidios al costo de producción y cobro de externalidades

En algunos casos, los subsidios pueden estar justificados, pero si no se desarrollan con precaución, pueden tener un efecto perverso en el avance hacia el enverdecimiento de la economía. En la mayoría de los casos, los subsidios fomentan la explotación del agua a un ritmo insostenible. En la provincia de Punjab (India) la electricidad para bombeo de agua subterránea se suministra a los agricultores a un precio altamente subsidiado o de forma gratuita. La experiencia está mostrando que estos subsidios a los agricultores fomentan que los granjeros bombeen más agua de lo que harían en cualquier otro caso; y, en consecuencia, los niveles de agua subterránea en 18 de los 20 distritos de Punjab están disminuyendo rápidamente. Las autoridades son conscientes de los efectos adversos que conlleva subsidiar la electricidad hasta este punto, pero no han sido capaces de encontrar una solución políticamente aceptable para eliminar estos subsidios (The Economist, 2009).

Los procesos que tratan de reflejar el costo total de uso de la electricidad incluyen el financiamiento de la investigación sobre los efectos adversos de los subsidios y el fomento de un debate público sobre la conveniencia de seguir haciéndolo. Si la investigación es rigurosa y las estrategias de comunicación están bien planteadas, se espera que, en última instancia, exista suficiente presión política para lograr la eliminación de los subsidios (Mé-**nard & Saleth, 2010**). En el momento que así empiece a ocurrir, el dinero ahorrado puede ser utilizado para invertir en otras actividades más sostenibles. Un enfoque alternativo mucho más costoso es crear un sistema de abastecimiento rural independiente que permita racionar el acceso a la electricidad.

5.6 Mejora de la tarifa del agua y a los acuerdos financieros

Como señala la OECD (2010), las políticas de precios en el abastecimiento de agua se utilizan para una variedad de propósitos económicos, sociales y financieros. En última instancia, las políticas del agua deben contar con mecanismos que distribuyan el agua allí donde se necesita, generen fuentes de ingresos y canalicen fuentes de financiamiento adicionales.

Sin embargo, desde la perspectiva de una economía verde se reconoce que existe poco acuerdo sobre la mejor manera de cobrar por el acceso a los servicios de agua y saneamiento. Tres documentos previos fueron adaptados para ayudar con la preparación de este capítulo: una introducción a los aspectos económicos del uso del agua, un manual sobre financiamiento y un documento sobre la experiencia surafricana sobre el suministro de acceso gratuito al agua (Beato & Vives, 2010; Muller, 2010; Vives & Beato, 2010). Por otro lado, conocimientos de interés pueden obtenerse a partir del documento de antecedentes sobre la experiencia de Indonesia sobre el suministro de agua a Yakarta Occidental (Fournier et al., 2010). Reino Unido es pionero en diversos acuerdos de precios que reflejan los costos totales en el abastecimiento de agua. El enfoque subraya el papel de los precios y las tarifas en la aceleración del proceso de innovación y a la hora de alentar a las comunidades para compartir el acceso a recursos hídricos.

Fuentes de ingresos

Conocido como las '3 T', existen tres formas de financiar la infraestructura hídrica y los costos asociados con operaciones de infraestructuras (OECD, 2009):

1. Los usuarios pueden pagar una tarifa por el agua que se les proporciona;
2. *Los ingresos tributarios* se pueden utilizar para subsidiar los costos operativos y cubrir los costos de capital, y
3. Los subsidios y otras formas de transferencias que pueden obtenerse de otros países.

La Figura 17 muestra cómo los diferentes países combinan cada uno de estos enfoques. Muy pocos se basan únicamente en tarifas para financiar la inversión en infraestructura, a pesar de que la teoría económica sugiere que cobrar a la población en proporción a la prestación del servicio es la opción más eficiente. Depender de los ingresos fiscales es común y, cuando los donantes muestran disposición, los pagos de transferencias -donaciones- pueden desempeñar un papel importante. Actualmente, en los países de la OCDE, es común que los

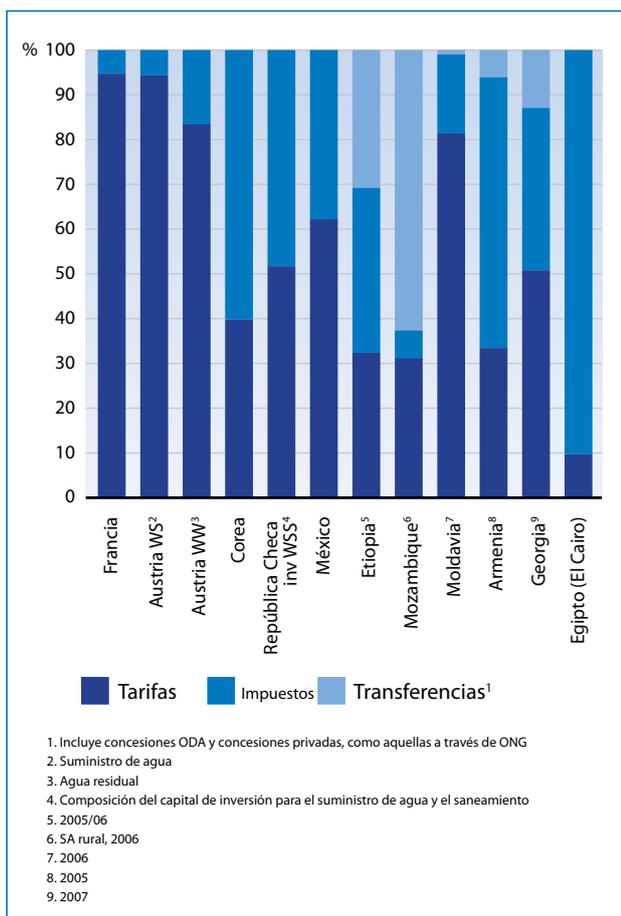


Figura 17: Listado de los enfoques mixtos de transferencias, impuestos y tarifas en la provisión de financiamiento para la infraestructura

Fuente: OECD (2009)

servicios públicos urbanos de suministro de agua fijen una tarifa que sea suficiente para cubrir los costos totales de suministrar agua (OECD, 2010).

Cobro por el acceso al agua

Por lo general, transitar a una economía verde conlleva un compromiso por iniciar el cobro por los costos totales del uso del recurso. Sin embargo, con respecto al agua existe un dilema, pues el acceso al agua potable y a servicios adecuados de saneamiento son derechos humanos (United Nations, 2010a). En una economía verde, se fomenta el uso eficiente de los recursos, así como su inversión en la construcción de infraestructura. También hay un énfasis en la relación al derecho de propiedad.

Cuando se considera la tarifa apropiada a establecer, desde una perspectiva de eficiencia, es útil distinguir entre:

- La captación, almacenamiento, tratamiento y suministro de agua para la población en lugar de fines privados;
- Escenarios en los que el suministro de agua es abundante y en los que es escaso;

- El suministro de agua a los hogares, a la industria y para el riego;
- Regiones donde la capacidad institucional para recaudar los cobros es fuerte y en las que es débil, y
- La necesidad de recuperar los costos de operación diarios y la necesidad de lograr un adecuado retorno al capital para que el proveedor (ya sea público o privado) pueda mantener tanto la infraestructura natural como la construida.

Complicando la cuestión, existe también una necesidad de considerar las implicaciones de cobrarles a los usuarios por el costo total de proveer los servicios de saneamiento. En primer lugar, la provisión de servicios de saneamiento en general requiere acceso al agua. En segundo lugar, existen importantes problemas de salud pública a considerar. Por ejemplo, cuando una persona defeca al aire libre, los riesgos a la salud se extienden a todos los que viven cerca. En un intento de evitar la aparición de estos problemas, los gobiernos suelen fijar normas de construcción que requieren la prestación de servicios y la conexión a un servicio de saneamiento o un adecuado tratamiento *in situ* de los residuos. Cuando no existe un control eficaz del edificio y, sobre todo, cuando se trata de asentamientos informales, se necesita encontrar una forma eficiente de participar con las comunidades.

Cuando se utiliza el agua para fines públicos, tales como el mantenimiento de un humedal para un mayor beneficio de la biodiversidad para usos recreativos, el acceso suele ser gratuito y financiado por el gobierno mediante impuestos. Generalmente, esta medida es eficiente, ya que los beneficiarios son numerosos y no se pueden identificar fácilmente. Además, no hay problema de saturación; muchas personas pueden beneficiarse sin mermar los beneficios que otros reciben.

Sin embargo, cuando el suministro de agua (consumo) es para beneficio privado, el uso por una persona excluye normalmente el uso a terceros. En tales situaciones, una estrategia eficaz consiste en hacer que quien quiera disponer de agua, al menos, sufrague el costo total. Entonces, cada usuario tiene mayores incentivos para hacer un uso eficiente del agua. Sin embargo, esta simple observación no toma en cuenta consideraciones importantes de equidad que se describen en la siguiente sección.

Cuando los suministros son escasos, la estrategia eficiente es fijar el precio de acceso al agua igual a su costo marginal de suministro para la siguiente unidad de agua (Beato & Vives, 2010). Los costos aumentan conforme más agua es producida. La tarifa eficiente iguala el costo marginal -el costo de producir la siguiente

unidad de agua. Generalmente, este costo aumenta a medida que se suministra más agua.

Cuando los suministros de agua son escasos y no se puede tener acceso a más agua mediante procesos de desalinización o reciclaje, la teoría económica sugiere la necesidad de una tarifa que considere la escasez.

Sin embargo, cuando el suministro de agua es abundante, los teóricos del precio del agua se enfrentan a un dilema interesante. Conforme se suministra más agua, el costo por unidad del recurso desciende. Además, el costo de suministrar la siguiente unidad de agua es menor que su costo promedio. El resultado es un régimen en el que, si las tarifas del agua se fijan en el costo marginal, los ingresos recaudados no serán suficientes para cubrir los costos promedio: el negocio de suministro de agua irá a la quiebra a menos que la tarifa de suministro se encuentre por encima del costo promedio de la curva de oferta de largo plazo y/o un gobierno absorba el déficit (Beato & Vives, 2010).

La cuestión de si un gobierno debe o no financiar cualquier déficit en los ingresos de los proveedores de agua, depende de su capacidad de recaudar ingresos de otras fuentes. Cuando la capacidad institucional de recaudación es sólida, el cobro más eficiente es aquel que involucra a todos los usuarios en función de la proporción del volumen medido de agua consumida. Sin embargo, cuando la capacidad institucional es débil, no ser posible. Antes de introducir tarifas por volumen consumido, se necesitan instalar medidores y establecer procedimientos de recaudación de ingresos.

Por último, es necesario diferenciar entre los costos de operación cotidianos y el costo de asegurar que cantidades de dinero serán destinadas a mejorar la infraestructura, al mantenimiento, restauración del ecosistema y asegurar un retorno adecuado del capital. El primero es conocido a veces como 'costo límite inferior' y el segundo como 'costo límite superior'.

Como regla general, cuanto más rápido transite un sistema al 'costo límite inferior' y luego al 'costo límite superior', será más eficiente, sostenible e innovador el uso del agua. Cuando la capacidad institucional es fuerte, la estrategia más eficaz es establecer un precio mayor al costo marginal y al costo promedio. Mecanismos distintos a las políticas de tarificación del agua deben ser utilizados para transferir ingresos a hogares desfavorecidos y a empresas.

Financiación del acceso para las personas en condiciones de pobreza

En un entorno donde un gran número de niños muere como resultado de la falta de acceso al agua potable, ¿cuál es la tarifa adecuada que debe establecerse? Yakarta Occidental muestra un estudio de caso ilustra-

Código	Tipo de consumidor	Volumen de agua utilizado		
		0-10 m ³	11-20 m ³	>20 m ³
K2	Residencial de bajo ingreso	\$ 0.105	\$ 0.105	\$ 0.158
K3A	Residencial de ingreso medio	\$ 0.355	\$ 0.470	\$ 0.550
K313	Residencial de alto ingreso y pequeñas empresas	\$ 0.490	\$ 0.600	\$ 0.745
K4A		\$ 0.683	\$ 0.815	\$ 0.980
K413	No-residencial	\$ 1.255	\$ 1.255	\$ 1.255

Precios convertidos a dólares y redondeado con tres decimales

Tabla 4: Estructura tarifaria del agua en Yakarta Occidental, dólares por m³
Fuente: Adaptado de Fournier et al. (2010)

tivo. Aproximadamente el 37 por ciento de las personas que viven en Yakarta Occidental no tiene acceso a un suministro fiable de agua. La mayoría de estas personas viven en condiciones de pobreza y compran agua a camiones cisterna o la recolectan de algún lugar insalubre. Quienes se ven obligados a comprar a un camión cisterna de agua, pagan hasta 50 veces con relación al costo total de proporcionar accesos desde una red de suministro. Además, incurren en costos relacionados con mala calidad y volúmenes insuficientes. No obstante, la política del gobierno requiere garantizar el acceso al agua para las personas de bajos ingresos a un precio altamente subsidiado. Por lo tanto, en la práctica, las personas que viven en condiciones de pobreza y que tienen acceso a la red de agua la obtienen a un precio 70 veces menor en comparación con el precio pagado a los dueños de camiones cisterna. Como el gobierno no puede pagar este subsidio, hay poco interés en obtener ganancias para hacer el agua accesible a estas personas (Fournier et al., 2010). Las personas en condiciones de pobreza se benefician porque reciben acceso a fuentes fiables de agua subsidiada, pero esta ayuda no beneficia al 37 por ciento restante que carece de accesos. La Tabla 4 muestra la estructura tarifaria arancelaria utilizada en Yakarta Occidental.

Suráfrica ofrece una perspectiva diferente sobre qué tarifa establecer. En 1996, este país delegó la responsabilidad del sistema del agua a los gobiernos locales y luego introdujo una política que les exigía ofrecer una cantidad básica de agua a todas las personas de forma gratuita, utilizando fondos del Gobierno central. Como resultado, la proporción de la población sin acceso a un suministro de agua fiable ha disminuido del 33 por ciento al ocho por ciento (Muller, 2010). Es difícil saber

si se hubiera alcanzado el mismo o un mayor progreso si los usuarios hubieran tenido que pagar el costo total del suministro. Probablemente, esta información no se podrá conocer de forma fiable, ya que el agua ha desempeñado un papel central en la transformación política de este país. Recientemente, la Corte Constitucional de Suráfrica (2009) determinó que un gobierno local puede cobrar por el acceso y usar medidores prepagados.

Buscando evidencia empírica en la Cuenca del Níger, **Ward et al. (2010)** encontraron que, tanto el acceso a la educación como al agua potable, son los indicadores más consistentes del progreso económico. Una vez analizados los datos y, en particular, los altos costos que supone demorar el acceso al agua debido a la caída de los ingresos, se puede observar que si los países no pueden hacer que el agua potable esté disponible a un precio menor atendiendo a los costos del suministro para los ciudadanos con menores ingresos, se debería proveer de agua a esta población a un precio igual al costo de suministro. Desde una perspectiva de economía verde, adoptar la estrategia de precios es la que acelera la transición.

Subsidios cruzados para el uso del agua (gravar selectivamente)

En muchos países los regímenes tarifarios de agua se utilizan para subsidiar el costo de abastecer a las perso-

nas en condiciones de pobreza. En Yakarta (Indonesia), se logra gravando a los hogares más ricos y/o a aquellos que utilizan grandes volúmenes de agua con una tarifa mayor al costo de abastecerla y, después, utilizando los ingresos resultantes en suministrar agua a la población en condiciones de pobreza a menos del costo total (Tabla 4). Aunque los subsidios cruzados distorsionan la inversión en el uso del agua, esta estrategia puede utilizarse, de forma provisional, para transferir riqueza de ricos a pobres en países con otras alternativas para hacerlo. Sin embargo, en países desarrollados, gravar el agua para transferir ingresos entre grupos o regiones es extremadamente ineficiente. Por esta razón, **Beato & Vives (2010)** concluyen que los subsidios deben estar tan focalizados como sea posible y acompañarlos por una estrategia transparente para su erradicación. El resultado es la aparición de un régimen que fomenta la inversión y la innovación. La infraestructura se encuentra en lugares donde su uso sea sostenible. De aquí se derivan puestos de trabajo duraderos y un mayor crecimiento verde.¹⁵

¹⁵ Cuando se suministra el agua a las empresas a menos del costo total, las empresas tienden a ubicarse en lugares elegidos bajo el supuesto de que el acceso subsidiado al agua continuará. Esto, a su vez, motiva a la gente a vivir y migrar a estos lugares y atrapa a una economía en un régimen que se vuelve dependiente de subsidios. A medida de que cada uno de estos pasos se concreta, las oportunidades para el desarrollo se socavan.

Cuadro 7: Experiencias recientes de empresas privadas que suministran agua a los hogares

El Organismo Operador de Agua de Phnom Penh (Camboya) ha sufrido una transformación extraordinaria entre 1993 y 2009: el número de conexiones se multiplicaron por siete, la pérdida de agua se redujo del 73 al seis por ciento, la eficiencia de la recolección aumentó del 48 al 99.9 por ciento; y los ingresos totales aumentaron de 300,000 dólares a 25 millones de dólares, con un excedente de operación de ocho millones de dólares.

Después de recibir donaciones iniciales y préstamos blandos de las instituciones financieras internacionales, el servicio ahora se está autofinanciando. Las tarifas aumentaron fuertemente en los primeros años, pero se han mantenido constantes en aproximadamente 0.24 dólares/m³ desde 2001, debido a la combinación de la expansión del servicio, la reducción de las pérdidas de agua y las altas tasas de recaudación han garantizado un flujo de

caja suficiente para el pago de la deuda, así como para gastos de capital.

El Sistema de Suministro de Balibago da servicio a unos 70,000 usuarios en una zona rural de Filipinas. El negocio ha crecido al visitar pueblos aledaños y preguntar a cada comunidad si les gustaría que Balibago construyera una red de suministro que les permitiera abastecerse de agua por tuberías. Como segundo paso, Balibago muestra a la población su listado de tarifas y después pregunta si desea acceso y está dispuesta a pagar el precio acordado por ella. Balibago ha observado que, en muchos casos, el resultado se considera como una propuesta atractiva para las comunidades que, previamente, dependían de bombas manuales y pozos y que, al mismo tiempo, deja ganancias atractivas para los inversionistas de la empresa.

Fuente: Adaptado de Global Water Intelligence (2010)

Aumento de la participación del sector privado

Conforme se transita a un suministro de agua eficiente a costo total, aumentan las oportunidades para la participación del sector privado en este campo y en el de los servicios de saneamiento. La razón principal para considerar este tipo de acuerdos es que investigaciones recientes muestran que la participación del sector privado puede ayudar a generar beneficios a un menor costo y, así, liberar ingresos que puedan utilizarse posteriormente para el crecimiento verde de otros sectores. Esta oportunidad es, de nuevo, motivo de controversia, pues varias modalidades de acuerdos con la participación del sector privado han terminado en fracaso. Sin embargo, hay pocos indicios para sugerir que la incidencia de estos problemas es menor que la que se encuentra en sistemas operados por el sector público (Ménard & Saleth 2010).

Un análisis más detallado muestra que, cuando los acuerdos contractuales están bien desarrollados, el sector privado puede ofrecer una amplia gama de beneficios y que, cuando estos acuerdos se encuentran vigentes, pueden, incluso, superar el rendimiento del sector público. Por ejemplo, Galani et al. (2002) muestran que la privatización temporal del 30 por ciento del suministro de agua en Argentina tuvo efectos positivos. Se encontró que la mortalidad infantil era un ocho por ciento menor en las zonas donde se había privatizado el suministro. Por otra parte, este efecto fue mayor (26 por ciento) en áreas donde las personas eran más pobres. La experiencia es igualmente positiva en regiones donde a las empresas se les permite abastecer el agua a su costo total. Los operadores están concienciando a muchos usuarios para que paguen por los servicios que ofrecen (Cuadro 7).

6 Conclusiones

El acceso al agua potable y a servicios de saneamiento adecuados es crucial para garantizar el bienestar social y la salud de los ciudadanos. Es un elemento fundamental para la producción de alimentos y la prestación de servicios ambientales, así como clave en la producción industrial y la generación de energía.

Encontrar una forma de utilizar los recursos hídricos en el planeta de una forma más eficiente y ponerla a disposición de todos a un costo razonable, dejando cantidades suficientes para mantener el medio ambiente, son retos formidables. En un número cada vez mayor de regiones, las oportunidades económicas para acceder a mayor cantidad de agua son limitadas; y, en este sentido, se tiene que lograr un mayor progreso a fin de mejorar la eficiencia y trabajar dentro de límites establecidos científicamente y por prácticas comunes. Se espera que los beneficios directos a la sociedad puedan fluir tanto desde el aumento en inversión en el abastecimiento de agua, como en saneamiento, incluyendo la inversión en la conservación de los ecosistemas.

La investigación muestra que mediante la inversión en sectores verdes, incluyendo el sector del agua, se pueden crear más empleos y alcanzar una mayor prosperidad. Sin duda, estas oportunidades son más fuertes en zonas donde la gente todavía no tiene acceso a agua potable y a servicios de saneamiento adecuados. La pronta inversión en la prestación de estos servicios es una condición previa para el progreso. Una vez realizada, la tasa de progreso será más rápida y más sostenible, haciendo posible una transición hacia una economía verde.

Se espera que acuerdos que fomenten la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas mejoren las expectativas de una futura transición a una economía verde.

Los servicios ambientales desempeñan un papel fundamental en la producción de una gran cantidad de bienes y servicios requeridos por la población mundial. Sin embargo, la presión sobre ellos va en aumento. Una oportunidad para derivar mayores beneficios es invirtiendo en arreglos que protejan estos servicios y, cuando sea el caso, mejorarlos. A menudo, la forma más eficaz de avanzar hacia este escenario sostenible es invertir en el desarrollo de infraestructuras de distribución y suministro, de tal forma que se suavizaría la presión a los sistemas que ofrecen diferentes servicios ambientales.

Oportunidades importantes de mejora incluyen el desarrollo de acuerdos que remuneraran a las personas que proveen y trabajan para que se mantenga el acceso a los servicios ambientales.

Otra oportunidad es la asignación formal de derechos del agua al medio ambiente. Cuando los recursos han sido asignados en exceso, hay oportunidades importantes para financiar la restauración a un costo razonable antes de que los cambios sean irreversibles.

Los costos de lograr la transición serán menores si el aumento en la inversión se acompaña de mejoras en acuerdos gubernamentales, de reformas en las políticas del agua y el desarrollo de asociaciones con el sector privado.

Mejorar estos acuerdos es una de las oportunidades más importantes para acelerar la transición hacia una economía más verde. En cualquier área donde existe escasez de agua, es fundamental que los acuerdos de gobierno sean puestos en práctica para evitar la sobreexplotación del recurso hídrico disponible. Aunque toma tiempo, la creación de regímenes administrativos respetados y confiables por las comunidades locales y la industria es esencial para garantizar el retorno de las inversiones sugeridas en este capítulo. Estas nuevas disposiciones, entre otras, serán necesarias para facilitar la transferencia de agua de un sector a otro.

Las decisiones individuales sobre cómo utilizar los recursos y dónde invertir están influidas por las políticas públicas. Desde el ámbito de la economía verde, existen oportunidades significativas para reformar las políticas públicas de manera que se puede reducir significativamente el tamaño de la inversión necesaria para facilitar este progreso. La eliminación gradual de los subsidios que tienen un efecto perverso sobre el uso del agua y la adopción de los acuerdos de libre comercio, conlleva beneficios directos para muchos sectores. En principio, otras oportunidades, como la introducción de sistemas de permisos intercambiables y de asignación, traerán beneficios al sector del agua.

En las economías verdes, hay un compromiso por la igualdad social en la transición hacia ese escenario. Por ejemplo, a la hora de contabilizar el costo total que influyen en las decisiones de inversión de las personas y la industria. En última instancia, la cuestión sobre la rapidez con que esta transición debe acometerse depende de una evaluación caso por caso de la influen-

cia de los acuerdos sobre la tasa de progreso esperada. Cuando hay capacidad, las transferencias financieras y los ingresos fiscales obtenidos de otras fuentes pueden ser utilizados para financiar la infraestructura necesaria para provisionar a hogares con acceso a los servicios.

No obstante, cuando este enfoque frene el progreso, las tarifas deberían aumentar, al menos, para cubrir los costos totales de provisión. Asimismo, se debe dar preferencia a los acuerdos tarifarios que permitan una evolución más rápida.

Referencias

Documentos de base preparados para desarrollar este capítulo

El caso macroeconómico de la inversión en agua

2030 Water Resources Group. (2010). *Charting our water future*. (Adapted from a report of the same name).

Tropp, H. (2010). *Making water a part of economic development: The economic benefits of improved water management and services*.

Calzadilla, A., Rehdanz, K., & Tol, R. J. S. (2010). *The impacts of trade liberalisation and climate change on global agriculture*.

Khan, S. (2010). *The costs and benefits of investing in ecosystem services for water supply and flood protection*.

Lineamientos sobre inversiones en agua

Beato, P. & Vives, A. (2010). *A primer on water economics*.

Ménard, C. & Saleth, R. M. (2010). *The effectiveness of alternative water governance arrangements*.

Vives, A. & Beato, P. (2010). *A primer on water financing*.

Experiencia regional

Fournier, V., Folliasson, P., Martin, L., & Arfiansyah. (2010). *PALYJA "Water for All" programs in Western Jakarta*.

Muller, M. (2010). Free basic water: A sustainable instrument for a sustainable future in South Africa. (Adapted from *Environment and Urbanization*, 20(1), 67–87).

Schreiner, B., Pegram, G., von der Heyden, C., & Eaglin, F. (2010). *Opportunities and constraints to development of water resources infrastructure investment in Sub-Saharan Africa*.

Ward, J., Kazcan, D., Ogilvie, A., & Lukaszewicz, A. (2010). *Challenging hydrological panaceas: Evidence from the Niger River Basin*.

Otras referencias citadas en el capítulo

2030 Water Resources Group. (2009). *Charting our water future: Economic frameworks to inform decision making*. Munich: McKinsey.

Björklund, G., Bullock, A., Hellmuth, M., Rast, W., Vallée, D., & Winpenny, J. (2009). Water's many benefits. In *The UN World Water Development Report 3: Water in a changing world*. London: Earthscan.

Bjornlund, H. & Rossini, P. (2007). An Analysis of the returns from an investment in water entitlements in Australia. *Pacific Rim Property Research Journal*, 13(3), 344–360.

Bradley, D. J. (1974). Human rights in health. *Ciba Foundation Symposium*, 23, 81–98.

Briscoe, J. & Malik, R. P. S. (2006). *India's water economy: Bracing for a turbulent future*. Oxford: World Bank.

Calzadilla, A., Rehdanz, K., Betts, R., Falloon, P., Wiltshire, A., & Tol, R. (2010). *Climate change impacts on global agriculture*. (Kiel Working Paper, 1617). Kiel: Kiel Institute for the World Economy.

Cave, M. (2009). *Independent review of competition and innovation in water markets: Final report*. Surrey: Office of Public Sector Information. Retrieved from www.defra.gov.uk/environment/water/industry/cavereview

Chapagain, A. K. & Hoekstra, A. Y. (2008). The global component of freshwater demand and supply: An assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products. *Water International*, 33(1), 19–32

Constitutional Court of South Africa. (2009). *Case CCT 39/09*. 2009 ZACC 28.

Cosgrove, W. J. & Rijsberman, F. R. (2000). *World water vision: Making water everybody's business*. Earthscan, London.

Côté, P., Siverns, S., & Monti, S. (2005). Comparison of membrane-based solutions for water reclamation and desalination. *Desalination*, 182, 251–257.

Credit Suisse Research Institute. (2009). *Water: The next challenge*. Credit Suisse. Retrieved from <https://emagazine.credit-suisse.com/app/shop/index.cfm?fuseaction=OpenShopCategory&coid=254070&lang=EN>

Dolnicar, S. & Schäfer, A. I. 2006. *Public perception of desalinated versus*

recycled water in Australia. Retrieved from <http://ro.uow.edu.au/commpapers/138>

Echavarría, M. (2002a). Financing watershed conservation: The FONAG water fund in Quito, Ecuador. In S. Pagiola, J. Bishop, & N. Landell-Mills (Eds.), *Selling Forest Environmental Services: Market-based Mechanisms for Conservation and Development* (pp. 91–102). London: Earthscan.

Echavarría, M. (2002b). *Water user associations in the Cauca Valley: A voluntary mechanism to promote upstream-downstream cooperation in the protection of rural watersheds*. Land-Water Linkages in Rural Watersheds: Case Study Series. Rome: FAO.

ECOWAS-SWAC & OECD (2008). *Communicable Diseases*. Atlas on Regional Integration in West Africa: Population Series. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/56/39/40997324.pdf>

Engel, S., Pagiola, S., & Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, 65, 663–674.

Evans, R. (2007). *The Impact of groundwater use on Australia's rivers: Exploring the technical, management and policy challenges*. Canberra: Land and Water Australia. Retrieved from <http://lwa.gov.au/files/products/innovation/pr071282/pr071282.pdf>

Environmental Law Institute. (2006). *2005 Status report on compensatory mitigation in the United States*. Washington, DC: ELI.

Falkenmark, M. (1989). The massive scarcity now threatening Africa: Why isn't it being addressed? *Ambio*, 18(2), 112–118.

Fenollar, F., Trape, J.-J., Bassene, H., Sokhna, C., & Raoult, D. (2009). *Tropheryma whipplei* in fecal samples from children, Senegal. *Emerging Infectious Diseases*, 15(6).

Fu, G., Chen, S., & Liu, C. (2004). *Water crisis in the Huang Ho (Yellow) River: Facts, reasons, impacts, and countermeasures*. (Paper presented at the 7th International River Symposium August 31 – September 3, Brisbane, Australia).

Galiani, S., Gertler, P., & Scharrodsy, E. (2002). Water for life: The impact of the privatization of water services on child mortality. *Journal of Political Economy*, 113, 83–120.

Gleick, P. (2004). *The world's water: The biennial report on freshwater resources 2004–2005*. London: Island Press.

Gleick, P. (2009). *The world's water: The biennial report on freshwater resources 2008–2009*. London: Island Press.

Global Water Intelligence. (2010). Five things I learned at the Global Water Summit. In *Global Water Intelligence Newsletter*, April 2010. Retrieved from www.globalwaterintel.com

Global Water Partnership. (1992). *Dublin statement and principles*. Available at <http://www.gwpforum.org/servlet/PSP?iNodeID=1345>

Global Water Partnership. (2000). *Integrated water resource management*. (TAC Background Paper No. 4). Available at www.cepis.ops-oms.org/bvsarg/i/fulltext/tac4/tac4.pdf

Global Water Partnership. (2009a). *Triggering change in water policies*. (Policy Brief 8). Global Water Partnership.

Global Water Partnership. (2009b). *A handbook for integrated water resources management in basins*. Global Water Partnership.

Gould, J. (1999). Contributions Relating to Rainwater Harvesting. *WCD, Thematic Review*, IV(3), *Assessment of Water Supply Options*.

Grey, D. (2004). *The World Bank and water resources: Management and development*. (Presentation at World Bank Water Week 2004).

Grey, D. & Sadoff, C. W. (2007). Sink or swim? Water security for growth and development. *Water Policy*, 9, 545–571.

de Groot, R., de Wit, M., Brown Gaddis, E. J., Kousky, C., McGhee, W., & Young, M. D. (2007). Making restoration work: Financial mechanisms. In J. Aronson, S. J. Milton, & J. N. Bignaut (Eds.), *Restoring natural capital: Science, business and practice*. London: Island Press.

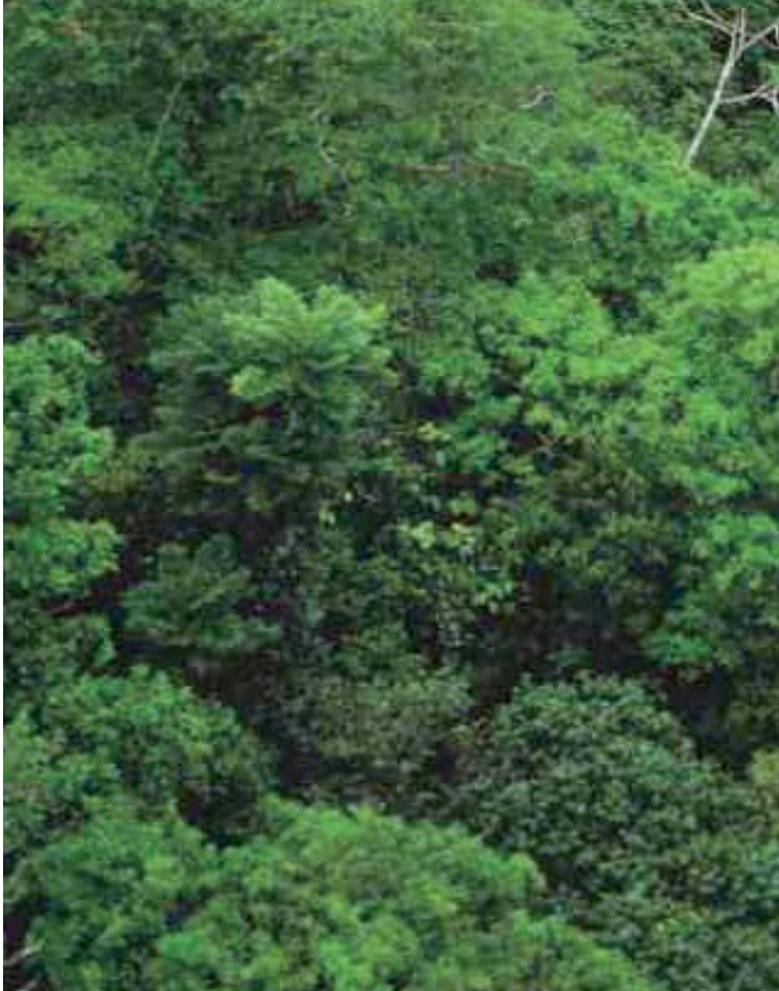
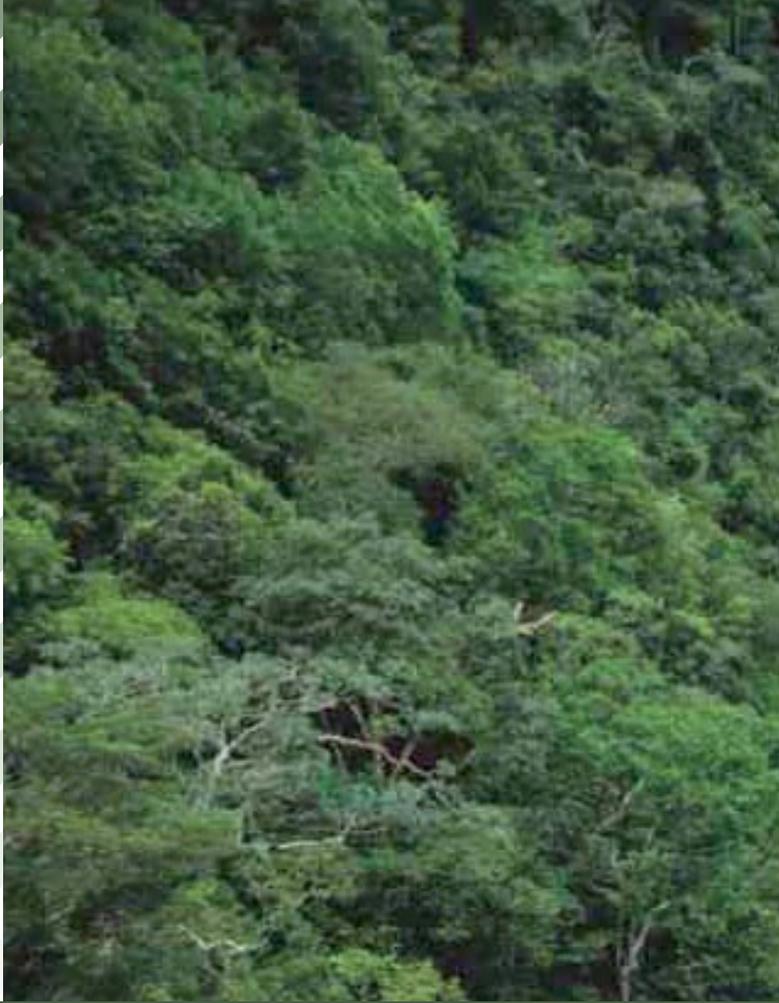
Guo, L. (2007). Ecology: Doing battle with the green monster of Taihu Lake. *Science*, 317(5842), 1166.

Gurria, A. (2006). *Enhancing access to finance for local governments: Financing Water for Agriculture*: (Report 1 of the Task Force on Financing Water for All). Marseille: World Water Council.

Hagos, F., Boelee, E., Awulachew, S. B., Slaymaker, T., Tucker, J., & Ludi, E. (2008). *Water supply and sanitation (WSS) and poverty micro-level link-*

- ages in Ethiopia. (RIPPLE, Research Inspired Policy and Practice Learning in Ethiopia and the Nile Region Working Paper N° 8). Retrieved from <http://www.ripplethiopia.org/library.php/files/file/20090121-wp8-wss-and-poverty>
- Hansen, S. & Bhatia, R. (2004). *Water and poverty in a macro-economic context*. Norwegian Ministry of the Environment.
- Herrador, D., Dimas, L. A., & Méndez, V. E. (2002). *Pago por servicios ambientales en El Salvador: Oportunidades y riesgos para pequeños agricultores y comunidades rurales*. San Salvador: Fundación PRISMA.
- Hutton, G. & Bartram, J. (2008a). *Regional and global costs of attaining the water supply and sanitation target (target 10) of the Millennium Development Goals*. World Health Organisation. Retrieved from http://www.who.int/water_sanitation_health/economic/cba_interventions/en/index.html
- Hutton, G. & Bartram, J. (2008b). Global costs of attaining the Millennium Development Goal for water supply and sanitation. *Bulletin of the World Health Organization*, 86,13–19.
- Independent Evaluation Group. (2010). *Water and Development: An evaluation of World Bank Support, 1997-2007*. Washington, DC: World Bank.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2008). *Climate Change and Water* (pp. 7–8). (Technical Paper of the IPCC). Document IPCC-XXVIII/Doc.13 (8.IV.2008).
- International Institute for Labour Studies. (2009). *World of work report 2009: The global jobs crisis and beyond*. Geneva: ILO.
- Klein, G., Krebs, M., Hall, V., O'Brien, T., & Blevins, B. B. (2005). *California's water-energy relationship*. California Energy Commission.
- Korean Ministry of Environment & Korea Environment Institute. (2009). Four major river restoration project of Republic of KOREA. *Korea Environmental Policy Bulletin (KEPB)*, VII(3).
- Le Quesne, T., Kandy, E., & Weston, D. (2010). *The implementation challenge: Taking stock of government policies to protect and restore environmental flows*. (WWF Report). Retrieved from http://www.hydrology.nl/images/docs/alg/2010_The_Implementation_Challenge.pdf
- Lippman, T. W. (2010). Saudi Arabia's quest for "food security". *Middle East Policy*, 17(1), 90.
- Lloyds (2010). *Global water scarcity: Risks and challenges for business*. (Lloyds 360 Risk Insight Report). Retrieved from <http://www.greenbiz.com/business/research/report/2010/04/27/global-water-scarcity-risks-and-challenges-business>
- Marin, P. (2009). *Public-private partnerships for urban water utilities: A review of experiences in developing countries*. (Trends and Policy Options No. 8, World Bank). Washington, DC: World Bank Publications.
- Mejía, M. A. & Barrantes, G. (2003). *Experiencia de pago por servicios ambientales de la Junta Administradora de Agua Potable y Disposición de Excretas (JAPOE) de Jesús de Otoro, Intibucá, Honduras*. Tegucigalpa: PASOLAC.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Molden, D. (1997). *Accounting for water use and productivity*. (SWIM Paper 1). Retrieved from http://www.iwmi.cgiar.org/publications/SWIM_Papers/PDFs/SWIM01.pdf
- Molden, D. (Ed.). (2007). *Water for life, water for good: A comprehensive assessment of water management in agriculture*. Colombo: International Water Management Institute.
- Murray Darling Basin Authority. (2010). *Guide to the proposed Basin Plan*. Canberra: Murray Darling Basin Authority.
- Muller, M. (2008). Free basic water: A sustainable instrument for a sustainable future in South Africa. *Environment and Urbanization*, 20(1), 67-87.
- National Research Council. (2010). *Electricity from renewable resources: Status prospects and impediments*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Water Commission. (2009). *Australian water policy reform 2009: Second biennial assessment of progress in implementation of the National Water Initiative*. Canberra: National Water Commission. Retrieved from http://www.nwc.gov.au/resources/documents/2009_BA_complete_report.pdf
- Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., ...Lee, D. (2009). *Climate change: Impact on agriculture and costs of adaptation: Food Policy Report*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- Neuman, J. & Chapman, C. (1999). Wading into the water market: The first five years of the Oregon Water Trust. *Journal of Environmental Law and Litigation*, 14, 146–48. Retrieved from http://www.law.uoregon.edu/org/jell/docs/v14_1_con.pdf
- Nguyen, T. N., Woodward, R. T., Matlock, M. D., Denzer, A., & Selman, M. (2006). *A guide to market-based approaches to water quality*. Washington, DC: World Resources Institute.
- OECD. (2009). *Managing water for all: An OECD perspective on pricing and financing*. Paris: OECD.
- OECD. (2010). *Pricing water resources and water sanitation services*. Paris: OECD.
- Office of National River Restoration (under Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs). (2009). *Restoration of four major rivers: Revival of rivers: A new Korea*.
- Pagiola, S. (2008). Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics*, 65(4), 712–724.
- Pagiola, S. & Platais, G. (2007). *Payments for environmental services: From theory to practice*. Washington, DC: World Bank.
- Pagiola, S., Zhang, W., & Colom, A. (2010). Can payments for watershed services help finance biodiversity conservation? A spatial analysis of Highland Guatemala. *Journal of Natural Resources Policy Research*, 2(1), 7–24.
- Parikh, S. K. (Chair). (2007). *Report of the expert group on "Groundwater management and ownership"*. New Delhi: Planning Commission, Government of India.
- Robertson, M. (2009). The work of wetland credit markets: two cases in entrepreneurial wetland banking. *Wetlands Ecology and Management*, 17(1), 35–51.
- Sachs, J. D. (2001). *Macroeconomics and health: Investing in health for economic development*. (Report of the Commission on Macroeconomics and Health prepared for WHO).
- Sanctuary, M. & Tropp, H. (2005). *Making water a part of economic development: The economic benefits of improved water management services*. Stockholm: Stockholm International Water Institute.
- Scarborough, B. & Lund, H. L. (2007). *Saving our streams: Harnessing water markets, a practical guide*. Bozeman, MT: The Property & Environment Research Center.
- Scientific Expert Group Report on Climate Change and Sustainable Development. (2007). *Confronting climate change: Avoiding the unmanageable and managing the unavoidable*. (Full Report prepared for the 15th Session of the Commission on Sustainable Development. Scientific Expert Group on Climate Change (SEG), February 2007).
- Southgate, D. & Wunder, S. (2007). *Paying for watershed services in Latin America: A review of current initiatives*. (Working Paper 07–07). Blacksburg, VA: SANREM CRSP.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2008). *The economics of ecosystems and biodiversity: An interim report*. TEEB.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2009a). *The economics of ecosystems and biodiversity: Climate Issues Update*. TEEB.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2009b). *The economics of ecosystems and biodiversity for national and international policy makers: Summary: Responding to the value of nature*. TEEB.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2009c). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers*. TEEB.
- The Economist. (2009). *When rain falls* (pp. 31–33). 12 September 2009.
- Transparency International. (2008). *Global Corruption Report 2008: Corruption in the water sector*. Cambridge: Cambridge University Press.
- UNESCO. (2006). *Water a shared responsibility: The United Nations World Water Development Report 2*. Paris: UNESCO.
- UNICEF. (2004). *State of the world's children 2005*. New York: UNICEF.
- United Nations Millennium Project. (2004). *Millennium development goals needs assessments for Ghana, Tanzania, and Uganda*. (Background paper).
- United Nations. (2010a). *UN CEO Water Mandate: Framework for responsible business engagement with water policy*. Retrieved from http://www.unglobalcompact.org/issues/Environment/CEO_Water_Mandate/
- United Nations. (2010b). *The UN World Water Development Report: Water for people, water for life*. Retrieved from http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/table_contents.shtml
- United Nations Economic Commission for Africa (UNECA). (1999). *Global Economic Outlook 2000*. Earthscan, London.
- U.S. Army Corps of Engineers. (2006). *Draft environmental assessment, finding of no significant impact, and regulatory analysis for proposed compensatory mitigation regulation*. Washington, DC: U. S. Army

- Corps of Engineers.
- U.S. Department of Energy. (2006). Energy demands on water resources: Report to Congress on the independency of energy and water. Washington, DC: U.S. National Research Council. Retrieved from <http://www.sandia.gov/energy-water/docs/121-RptToCongress-EWwEIA-comments-FINAL.pdf>
- Veritec Consulting. (2008). *Region of Durham efficient community: Final report*. Ontario: Regional Municipality of Durham. Retrieved from <http://www.durham.ca/departments/works/water/efficiency/ECfinal-Report.pdf>
- Vörösmarty, C. J., McIntyre, C. J., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., ...Davies, P. M. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467, 556–561.
- Ward, J., Kaczan, D., & Lukasiewicz, A. (2009). *A water poverty analysis of the Niger Basin, West Africa Niger Basin Focal Project: Work Package 1*. (CSIRO Sustainable Ecosystems Report to the CGIAR Challenge Program on Water and Food).
- Water and Sanitation Programme. (2008). *Economic impacts of sanitation in Southeast Asia: A four-country study conducted in Cambodia, Indonesia, the Philippines and Vietnam under the Economics of Sanitation Initiative (ESI)*. Jakarta: World Bank.
- WHO & UNICEF. (2010). *Progress on sanitation and drinking-water: 2010 Update*. Retrieved from http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/9789241563956/en/index.html
- Winpenny, J. (2003). *Financing water for all: Report of the World Panel on Financing Water Infrastructure*. Marseille: World Water Council.
- World Bank. (2005). *Managing water resources to maximise sustainable growth: A country water resources assistance strategy for Ethiopia*. Washington, DC: World Bank. Retrieved from <http://vle.worldbank.org/bnpp/files/TF050714Ethiopiafinaltextandcover.pdf>
- World Bank. (2007). *Report No. 37502-VE*. Washington, DC: World Bank.
- World Commission on Dams. (2000). *Dams and development: a new framework for decision making*. London: Earthscan.
- World Health Organization. (2004). *Water, sanitation and hygiene links to health: Facts and figures*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2008). *Progress on drinking water and sanitation: Special focus on sanitation: WHO/UNICEF joint monitoring programme for water supply and sanitation*. Retrieved from http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2008/en/index.html
- World Health Organization. (2010). *UN-Water Global Annual Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2010: Targeting Resources for better results*. Geneva: WHO. Retrieved from http://www.who.int/water_sanitation_health/glaas/en/
- World Wide Fund for Nature (WWF). (2010). *Living Planet Report 2010: Biodiversity, biocapacity and development*. Retrieved from http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/
- Wunder, S. & Albán, M. (2008). Decentralized payments for environmental services: The cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador. *Ecological Economics*, 65(4), 685–698.
- Wunder, S., Engel, S., & Pagiola, S. (2008). Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. *Ecological Economics*, 65(4), 834–852.
- Young, M. & McColl, J. (2010). A robust framework for the allocation of water in an ever changing world. Chapter 5 in Bjornlund, H. (Ed.), *Incentive and Instruments for Sustainable Irrigation*. Southampton: WIT Press.
- Young, M. D. & McColl, J. C. (2008). Double trouble: the importance of accounting for and defining water entitlements consistent with hydrological realities. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 53, 19–35.
- Young, M. D. (2010). *Environmental effectiveness and economic efficiency of water use in agriculture: The experience of and lessons from the Australian water policy reform programme*. (Consultant report prepared for the OECD, Paris).





Bosques

Inversión en capital natural



Agradecimientos

Autores-coordinadores de los capítulos: **Maryanne Grieg-Gran**, investigador principal en el Grupo de Mercados Sostenibles y **Steve Bass**, jefe del Grupo de Mercados Sostenibles del Instituto Internacional para el Desarrollo y Medio Ambiente (IIED) en Reino Unido.

Nicolas Bertrand del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) dirigió este capítulo, incluyendo la revisión por pares, el contacto directo con los autores coordinadores durante las revisiones, la gestión de la investigación complementaria y su producción final.

Derek Eaton revisó y editó la sección de modelación de este capítulo; y Sheng Fulai coordinó la edición preliminar de este capítulo.

Para la realización de este capítulo se realizaron cinco documentos técnicos por las siguientes personas: Steve Bass (IIED), Susan Butron (CATIE), Rachel Godfrey-Wood (IIED), Davison J. Gumbo (CIFOR), Luis Diego Herrera (Duke University), Ina Porras (IIED), Juan Robalino (CATIE), Laura Villalobos (CATIE). Andrea M. Bassi, John P. Ansah y Zhuohua Tan (Millennium Institute); Edmundo

Werna, Saboor Abdul y Ana Lucía Iturriza (OIT) prepararon material adicional.

Por otro lado, quisiéramos agradecer a la participación de numerosos colegas y personalidades en los comentarios de los diversos borradores: Illias Animon (FAO), Mario Boccucci (PNUMA), Marion Briens (CEPE/FAO Sección de Madera y Bosques), Eve Charles (CEPE/FAO Sección de Madera y Bosques), Tim Christophersen (Secretaría CDB), Paola Deda (CEPE/FAO Sección de Madera y Bosques), Niklas Hagelberg (PNUMA), Franziska Hirsch (CEPE/FAO Sección de Madera y Bosques), Walter Kollert (FAO), Godwin Kowero (Foro Africano sobre los Bosques), Roman Michalak (CEPE/FAO Sección de Madera y Bosques), Robert McGowan, Cédric Pène (CEPE/FAO Sección de Madera y Bosques), Ed Pepke (CEPE/FAO Sección de Madera y Bosques), Ravi Prabhu (PNUMA), Jyotsna Puri (PNUMA), Johannes Stahl (Secretaría CDB), y Raúl Tuazon (BID).

También se agradece la participación de las siguientes personas del IIED: Kate Lee, James Mayers, y Essam Yassin Mohammed; así como agradecer a los antiguos pasantes: Anais Hall y David Hebditch.

Índice

Lista de acrónimos	173
Mensajes clave	174
1 Introducción	176
1.1 Estado actual del sector forestal.....	176
1.2 Alcances del análisis del sector forestal	179
1.3 El papel del sector forestal en una economía verde	180
1.4 Indicadores	180
2 Retos y oportunidades	181
2.1 Retos	181
2.2 Oportunidades.....	183
3 Inversión para el enverdecimiento del sector forestal	187
3.1 Opciones para la inversión verde en los bosques.....	187
3.2 Inversión en áreas protegidas	188
3.3 Inversión en pago por servicios ambientales.....	190
3.4 Inversión en gestión forestal y certificación	192
3.5 Inversión en plantaciones forestales	195
3.6 Inversión en agroforestería	197
4 Modelación de las inversiones verdes en los bosques	200
4.1 Escenario de inversión verde	200
4.2 Escenario base (BAU)	200
4.3 Inversión para reducir la deforestación	200
4.4 Inversión en plantaciones forestales.....	201
4.5 Efectos de la inversión en reducción de la deforestación y en las plantaciones forestales	201
5 Condiciones propicias	203
5.1 Reformas de política y gobernanza en los bosques	203
5.2 Lucha contra la tala ilegal	203
5.3 Movilización de la inversión verde.....	204
5.4 Nivelación del escenario: política fiscal e instrumentos económicos	205
5.5 Mejorar la información de los activos forestales	206
5.6 REDD+ como impulso para el enverdecimiento de sector forestal	207
6 Conclusiones	208
Referencias	209

Lista de figuras

Figura 1: Espectro forestal.....	179
Figura 2: Reducción de la deforestación bajo un escenario de inversión verde (G2)	201
Figura 3: Niveles de empleo bajo un escenario de inversión verde (G2) y un escenario base (BAU)	202

Lista de tablas

Tabla 1: Estimación del valor de los servicios ambientales de los bosques	177
Tabla 2: Número de empleos y actividades de subsistencia que dependen de los bosques.....	178
Tabla 3: Tendencias en la cubierta forestal y deforestación	181
Tabla 4: Estado de la gestión de Áreas Forestales tropicales Permanentes	184
Tabla 5: Opciones de inversión verde para distintos tipos de bosque.....	187
Tabla 6: Costos de reforestación y aforestación	196
Tabla 7: Comparativo de la tasa de retorno entre la agroforestería y la agricultura convencional.....	198
Tabla 8: Bosques en 2050 bajo un escenario de inversión verde y un escenario base (BAU).....	201

Lista de cuadros

Cuadro 1: Importancia económica de la industria forestal en el África Subsahariana	176
Cuadro 2: El valor de los servicios ambientales forestales: Regulación climática.....	178
Cuadro 3: La teoría de la transición forestal	182
Cuadro 4: El esquema nacional de PSA en Costa Rica	185
Cuadro 5: Costos de una aplicación efectiva de las áreas protegidas	189
Cuadro 6: Investigación sobre el impacto de los PSA en la deforestación en Costa Rica	191
Cuadro 7: Investigación sobre la rentabilidad de la Tala de Bajo Impacto (RIL)	192
Cuadro 8: Altos costos de los planes de MFS en Gabón	193
Cuadro 9: Costos y beneficios de la certificación para productores.....	194
Cuadro 10: Aforestación en China: El Programa de Conversión de Tierras en Declive	195
Cuadro 11: Evidencia del impacto de los incentivos para las prácticas silvopastoriles	199
Cuadro 12: El sistema de licencias de la UE para productos de madera legal	204
Cuadro 13: La política de adquisición o compras gubernamentales de madera en Reino Unido	205
Cuadro 14: El efecto del apoyo financiero a la ganadería en Brasil.....	206

Lista de acrónimos

ADB	Acceso y distribución en los beneficios	IIED	Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo
AFP	Área Forestal Permanente	MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
AIJ	Actividades conjuntas	MFS	Gestión forestal sostenible
ANP	Áreas Naturales Protegidas	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
AVA	Acuerdo Voluntario de Asociación	OIE	Organización Internacional de Empleadores
BAU	Escenario base	OIMT	Organización Internacional de las Maderas Tropicales
BNDES	Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social	OIT	Organización Internacional del Trabajo
BPG	Bienes públicos globales	ONG	Organización No Gubernamental
CIS	Confederación Sindical Internacional	PEFC	Programa para el Reconocimiento de Certificación Forestal
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	PFNM	Productos forestales no madereros
CO ₂	Dióxido de Carbono	PIB	Producto Interno Bruto
CPET	Central Point of Expertise on Timber	PMD	Países menos desarrollados
DBO	Demanda biológica de oxígeno	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria	PSA	Pagos por Servicios Ambientales
ESC	Certificados de servicios ambientales	REDD	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	RIL	Tala de Bajo Impacto
FLEG	Gobernabilidad y aplicación de la legislación forestal	RUPES	Recompensar a la población de bajo ingreso de las tierras altas de Asia por los servicios ambientales que prestan
FLEGT	Gobernabilidad, aplicación de la legislación forestal y el comercio	SIDA	Síndrome de inmunodeficiencia adquirida
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiación Forestal	SIEF	Programa Ecoforestal de las Islas Salomón
FSC	Consejo de Administración Forestal	SIG	Sistema de Información Geográfica
G2	Escenario Verde 2	TIR	Tasa Interna de Retorno
G8	Grupo de los Ocho	UE	Unión Europea
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial	UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
GEI	Gases de efecto invernadero	VETE	Empresas comunitarias de eco-madera (Isla Salomón)
GLP	Gas licuado de petróleo	VIH	Virus de la inmunodeficiencia humana
IC	Intervalo de confianza	VPN	Valor presente neto
ICRAF	Centro Internacional para Investigación en Agroforestería	WRM	Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales
IEA	Agencia Internacional de la Energía		
IFC	Corporación Financiera Internacional		

Mensajes clave

1. Los bosques son una parte fundamental de la economía verde al mantener una amplia gama de sectores y medios de subsistencia. Bienes y servicios forestales contribuyen al sustento económico de más de 1,000 millones de personas en el mundo, en países en vías de desarrollo, y en su mayoría en condiciones de pobreza. Mientras que los productos de madera, papel y fibra generan solo una pequeña fracción del Producto Interno Bruto (PIB) mundial, los bienes públicos derivados de los distintos ecosistemas forestales tienen un importante valor económico estimado en billones de dólares. Los bosques permiten la supervivencia de más del 50 por ciento de las especies terrestres, regulan el clima mundial mediante el almacenamiento de carbono y protegen las cuencas hidrográficas. Los productos de industrias forestales son valiosos, sobre todo, porque son renovables, reciclables y biodegradables. Por lo tanto, los bosques son una parte fundamental de la infraestructura ecológica del planeta y los bienes y servicios forestales son componentes importantes de una economía verde.

2. La liquidación a corto plazo de los activos forestales en aras de obtener escasos beneficios privados amenaza este fundamento de la economía verde y debe ser detenida. A pesar de mostrar signos de disminución, la deforestación sigue siendo extremadamente alta con 13 millones de hectáreas al año. Aunque la pérdida neta de superficie forestal asciende a cinco millones de hectáreas anuales, como resultado de nuevas plantaciones que proveen menos servicios ambientales que los bosques naturales. Las altas tasas de deforestación y degradación forestal se ven impulsadas por la alta demanda de productos procedentes de la madera o por la enorme presión que se ejerce sobre el suelo por otros tipos de uso, en particular, para cultivos comerciales o ganadería. Este enfoque de 'frontera' de los recursos naturales -en oposición a uno de inversión- se traduce en pérdida de servicios ambientales forestales y oportunidades económicas. Por lo tanto, detener la deforestación puede ser una buena inversión. Un estudio estima que, en promedio, los beneficios de la regulación climática global de reducir la deforestación en un 50 por ciento son tres veces mayores que los costos.

3. Los acuerdos internacionales y nacionales para alcanzar un régimen REDD+ pueden ser la mejor forma de proteger los bosques y asegurar su contribución a la economía verde. Hasta la fecha, no ha existido ningún régimen global claro y estable para atraer inversión en bienes públicos que se deriven de los bosques y aseguren su producción sostenible y equitativa. Dicho régimen supone inclinar la balanza financiera y de gobernabilidad en favor de una gestión forestal sostenible a largo plazo (MFS)¹, lo que representaría un verdadero avance en la viabilidad del MFS en países donde este ha sido eludido. La gestión de los bienes públicos forestales abriría la posibilidad de crear nuevos puestos de trabajo, medios de subsistencia e ingresos relacionados con los bosques. Para asegurar que estos beneficios se plasmen en los medios de subsistencia, se requerirá poner en práctica estándares REDD+, sistemas efectivos de vigilancia forestal local y transferencias de ingresos.

¹ La gestión forestal sostenible se define como "la administración y uso de los bosques y tierras forestales de una manera, y un ritmo tal, que se conserven su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y potencial para desempeñar, ahora y en el futuro, funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes a escala local, nacional y mundial, sin causar daño a otros ecosistemas". (FAO, 2005b).

4. Existen mecanismos económicos y de mercado de comprobada eficacia que pueden implementarse y ampliarse. Hay suficientes atisbos de silvicultura verde que justifican el desarrollo de prácticas políticas más serias, como los sellos de madera certificada, certificación para productos de selva tropical, Pagos por Servicios Ambientales (PSA), sistemas de distribución de beneficios y asociaciones de base comunitaria. Estas tienen que ser catalogadas, evaluadas por los servicios ambientales que ofrecen, promovidas y ampliadas; y en este capítulo se contribuye a este proceso.

5. La inversión en bosques naturales y en plantaciones puede ser rentable en términos económicos. El modelo desarrollado para el *Informe sobre la Economía Verde* sugiere que una inversión anual de 40,000 millones de dólares al año entre 2010 y 2050 en prácticas de reforestación y en incentivar a los propietarios de las tierras para que conserven su masa forestal, el valor agregado en la industria aumentaría en un 20 por ciento, en comparación con el escenario base (BAU). Además, podría incrementarse el almacenamiento de carbono en los bosques en un 28 por ciento, en comparación con el escenario base (BAU) estimado. Las inversiones previstas también se realizan en mejoras a la productividad sostenible en el sector agrícola (véase el capítulo 'Agricultura'); y esta expansión de las plantaciones forestales necesita no amenazar necesariamente la producción de alimentos. Sin embargo, la plantación de árboles tendría que ser cuidadosamente direccionada para asegurar que no desplace a campesinos en situación de pobreza, que tienen mal delimitada la tenencia de la tierra. De igual forma, la plantación de árboles debería ofrecer otra opción de sustento económico en zonas rurales.

6. Se necesitan cambios legales y de gobernabilidad para inclinar la balanza hacia una agroforestería sostenible, que todavía no ha sido implantado a escala. También debe alejarse de prácticas no sostenibles, que actualmente se encuentran arraigadas tanto en el sector forestal como en otros. Una buena gestión de los bosques es la piedra angular de la infraestructura ecológica y, en consecuencia, deben ser reconocidos como una clase de activos que deben ser optimizados por sus rendimientos. Estos beneficios son en gran medida bienes y servicios públicos como el almacenamiento de carbono, la biodiversidad y la conservación de agua y requieren verse reflejado de una mejor manera en los sistemas de cuentas nacionales. Cuando son producidos de forma sostenible, los bienes privados forestales también pueden generar importantes beneficios económicos y sociales. Sin embargo, la expansión del MFS y la inversión verde enfrentan competencia de la madera y productos de fibra provenientes de mercados no sustentables e ilegales, así como a políticas públicas sesgadas hacia usos de la tierra como el pastoreo, la agricultura y la minería. Tanto los incentivos que premian (apoyo a la capacitación, verificación independiente del MFS y de las adquisiciones gubernamentales preferenciales) como los que castigan (el endurecimiento de las leyes y su aplicación contra la tala ilegal y su comercialización) son necesarios. También se requiere una revisión de las políticas que favorezcan a otros sectores, las cuales pueden mermar los beneficios forestales, en particular los costos y beneficios de los subsidios agrícolas.



1 Introducción

En este capítulo se discute el enverdecimiento del sector forestal mediante la evaluación de la brecha que se produce a través de la forma tradicional de hacer negocios (BAU) en el sector y su importante papel en una economía verde. Para apoyar esta evaluación, el capítulo examina el rango actual de inversiones verdes en los bosques, y cómo estas pueden influir en la industria de la madera y en los servicios ambientales del que depende el sustento de los individuos con más bajos ingresos.

Esta sección incluye una descripción del estado actual del sector forestal y una visión para los bosques en el marco de una economía verde. La Sección 2 presenta los retos y oportunidades a los que se enfrenta el sector. La Sección 3 identifica una serie de inversiones verdes por tipología de bosque, revisa el estado del conocimiento sobre su magnitud, la tasa de retorno privada y social, y los impactos económicos, sociales

y ambientales. La Sección 4 presenta los resultados de modelar los posibles impactos en el caso de canalizar 0.035 por ciento del PIB mundial a dos inversiones verdes en particular: una inversión del sector público que paga a los dueños de las tierras por conservar los bosques y una inversión del sector privado en tareas de reforestación. La Sección 5 ofrece una revisión de las condiciones favorables que permitan que las inversiones verdes en los bosques sean efectivas. Finalmente, la Sección 6 concluye el capítulo.

1.1 Estado actual del sector forestal

En 2006, la industria forestal (definida como la producción de madera en rollo, procesado de madera, pulpa y papel) aportó aproximadamente -con 468,000 millones de dólares- el equivalente a uno por ciento del valor agregado bruto mundial. De estos, la pulpa y el papel representaron alrededor del 40 por ciento (FAO, 2009). Aunque se trata de un incremento en términos absolutos desde 1990, las distintas aportaciones del sector forestal se redujeron debido al mayor crecimiento de otros sectores (FAO, 2009). Sin embargo, la industria forestal es sumamente importante para algunos países en vías de desarrollo (Cuadro 1). Estas cifras no reflejan del PIB las contribuciones de los servicios ambientales forestales al bienestar humano y el papel de los bosques como soporte de los medios de subsistencia. Un concepto más amplio del PIB. Como el PIB de los pobres, que captura la dependencia de las poblaciones rurales en el medio natural, la contribución del sector forestal se incrementaría fuertemente (TEEB, 2009).

Además del papel y de otros productos provenientes de la madera, los bosques también producen una gran cantidad de energía utilizada en los países en vías de desarrollo, especialmente en los hogares con bajos ingresos. Aproximadamente la mitad de la madera en rollo que se extrae de los bosques del planeta se utiliza como energía, incluyendo la calefacción, la cocina tradicional, y la producción de calor y electricidad en procesos industriales (FAO, 2009). Más de 2,000 millones de personas dependen de la energía derivada de la madera para cocinar, calentarse o conservar la comida (UNDP, 2000). Las cifras de energía de biomasa (madera, más residuos de cultivos y estiércol de animales) de Openshaw (2010) permiten formar una idea de la importancia económica y social de la energía derivada de la madera.

Cuadro 1: Importancia económica de la industria forestal en el África Subsahariana

Si bien la cifra de seis por ciento a la contribución al PIB es citada a menudo para el África Subsahariana, esta oculta elementos de disparidad entre países tropicales y no tropicales. Por ejemplo, los bosques desempeñan un papel importante como medio de subsistencia de la población local y la economía de Camerún, la República Centroafricana, el Congo, la República Democrática del Congo, Guinea Ecuatorial y Gabón. El sector forestal contribuye, en promedio, con el cinco y el 13 por ciento del PIB de estos países. Hasta el 60 por ciento de los ingresos por exportaciones de Gabón provienen de productos de madera, mientras que para la República Centroafricana es alrededor del 50 por ciento. Gabón es el mayor comercializador de madera en rollo, exportando casi el 97 por ciento de su producción total. Por su parte, la exportación de plantas medicinales es una importante fuente de divisas para Camerún, que asciende a alrededor de 2.9 millones de dólares al año.

Fuente: Gumbo (2010)

Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés) (2007), para el conjunto mundial, la energía producida a partir de biomasa representó aproximadamente el 10 por ciento de la energía primaria en 2005 -47.9 ExaJoule (EJ)- de los cuales 39,8 EJ provinieron de países menos desarrollados. Sin embargo, en muchos países en vías de desarrollo domina con más del 50 por ciento del uso total de la energía. Aunque gran parte de ella es utilizada por sectores de subsistencia, en muchos países la energía producida con biomasa es la más comercializada, tanto en términos de empleo como de valor. En África Subsahariana, los combustibles de biomasa representan hasta un 80 por ciento del consumo total de energía.

Los bosques también albergan productos forestales no madereros (PFNM) que contribuyen de manera significativa a las economías locales y a garantizar medios de subsistencia. En algunos casos, los PFNM son importantes fuentes de exportación. Las principales categorías de productos son alimentos de origen vegetal, materia prima para productos de medicina y aromáticos, y exudados como el extracto de tanino y la laca en bruto (FAO, 2009). Se ha estimado que en 2005, el valor de los PFNM extraídos de los bosques de todo el mundo ascendió a 18,500 millones de dólares. Sin embargo, hay indicios de que esta cantidad solo representa una fracción del valor total debido a inexactitudes estadísticas (FAO, 2010). Diversos estudios han demostrado la importancia del uso de los PFNM en los medios de subsistencia. Una revisión de 54 casos de estudio, de los que más de la mitad procedían de África Oriental y Meridional, Vedeld et al. (2004) estimaron que el ingreso promedio anual de los bosques representó el 22 por ciento de los ingresos del hogar. Si bien es cierto que una gran parte se destinaba a leña, también fueron im-

portantes los alimentos silvestres y el forraje para los animales.

Los bosques, que albergan más del 50 por ciento de las especies terrestres (Shvidenko et al., 2005), desempeñan un papel clave en la protección de las cuencas hidrográficas y en la regulación del clima (servicios ambientales). Además tienen un gran significado cultural y simbólico. Estudios de valoración de estos servicios realizados en diferentes países han mostrado una amplia variación en los resultados, reflejando la importancia de la ubicación, la metodología y los supuestos sobre vínculos biofísicos, por ejemplo, entre la cubierta forestal y los servicios de las cuencas hídricas (Tabla 1).

Los estudios que se concentran en el valor de servicios de la regulación del clima de los bosques asociados con la reducción de la deforestación también han producido estimaciones importantes (Cuadro 2, en la siguiente página).

Partir de valores tan variados es un reto y, además, las estimaciones de los valores a escala nacional o global han producido grandes rangos. Si bien todavía hay un alto grado de incertidumbre sobre el valor a escala mundial de los servicios ambientales forestales, incluso las estimaciones más conservadoras tienden a ser altas y se miden en miles de millones de dólares. Esto resalta la importancia de extremar la atención a estos servicios a la hora de tomar de decisiones sobre el uso de los recursos y la tierra.

Los bosques también son una fuente significativa de empleo, con la contribución del sector formal superada claramente por el informal. Aproximadamente 10 millones de personas trabajan en el sistema, administración y

Servicio	Valor estimado (dólares/ha)	Fuente
Material genético	< 0.2-20.6	Simpson et al. (1996) Estimación mínima: California Estimación máxima: Oeste de Ecuador
	0-9,175	Rausser & Small (2000)
	1.23	Costello & Ward (2006) estimación media para la mayor parte de la biodiversidad de la región
Servicios de cuencas hídricas (e.g. regulación de flujos, protección contra inundaciones, purificación de agua)	200 – >1,000 (varios servicios combinados en áreas tropicales) 0 – 50 un solo servicio	Mullan & Kontoleon (2008)*
Regulación del clima	650 – 3,500	IIED (2003)*
	360 – 2,200 (bosques tropicales)	Pearce (2001)*
	10 – >400 (bosques templados)	Mullan & Kontoleon (2008)*
Ocio/turismo	<1 – >2,000	Mullan & Kontoleon (2008)*
Servicios culturales- valores existentes	0.03 – 259 (bosques tropicales)	Mullan & Kontoleon (2008)*
	12 – 116,182 (bosques templados)	Mullan & Kontoleon (2008)*

* Valores máximos y mínimos estimados obtenidos de una revisión a la literatura sobre valoración económica.

Tabla 1: Estimación del valor de los servicios ambientales de los bosques

Cuadro 2: El valor de los servicios ambientales forestales: Regulación climática

Hope y Castilla-Rubio (2008), en su contribución al Informe Eliasch (2008), estiman que el valor presente neto de los beneficios en términos de reducir los daños del cambio climático relacionados con la disminución de la deforestación y, con ello, las emisiones en 50 por ciento anualmente de 2010 a 2100, serían de 5,300 millones de dólares (promedio) con un intervalo de confianza (IC) del 90 por ciento de 600 a 17,000 millones de dólares. Asimismo, se estimó que reducir en 90 por ciento la deforestación, a partir de 2010, se estimó podría devengar beneficios de 10,000 millones de dólares (IC de 90 por ciento de un billón a 30 billones de dólares). Esto implica que el promedio de los beneficios de reducir la deforestación sobrepasan por tres veces el promedio de los costos (3.12 por una reducción del 50 por ciento y 2.86 por una reducción del 90 por ciento). En ambos casos, existe la posibilidad de que los beneficios netos sean negativos, pero la probabilidad es muy baja.

gestión de los bosques (FAO, 2010). Al sumar el empleo que se deriva del procesamiento primario -la pulpa y papel- y la industria del mueble, la cifra alcanza los 18 millones de personas contratadas (Nair & Rutt, 2009). A pesar de la creciente informalidad y mecanización, el sector forestal sigue siendo muy importante, con alrededor del 0.4 por ciento de la fuerza laboral mundial (FAO, 2009). Fuera del sector formal, existe mayor incertidumbre acerca del número de personas que dependen de los bosques como fuente de empleo y medio de subsistencia, tal como lo

muestra la Tabla 2. En consecuencia, la estimación del número total de personas dependientes de los bosques oscila entre 119 millones a 1,420 millones. Incluso las estimaciones más conservadoras sobre el número de personas que trabajan en empresas forestales informales, de los pueblos indígenas dependientes de los bosques y de personas dependientes de la agroforestería, exceden en gran medida al empleo en el sector forestal formal.

No obstante, hay variaciones regionales. El empleo en este sector ha ido disminuyendo, particularmente, en Europa, Asia Oriental y Norteamérica (FAO, 2010). Así, los únicos países europeos en los que ha aumentado el empleo en la industria forestal son Polonia, Rumania y la Federación de Rusia. América Latina y el Caribe, y Asia-Pacífico son las dos regiones donde el sector de la industria forestal se ha estado expandiendo durante la última década como resultado de diversos factores que incluyen la abundancia de mano de obra cualificada de bajo costo, la abundancia relativa de recursos forestales, una alta tasa de crecimiento económico, políticas específicas para fomentar el desarrollo y la inversión en el sector y una mejora general del clima de inversión (Lebedys, 2007).

La producción y el comercio de la leña también son importantes para la creación de empleos. Si bien es cierto que no existen estimaciones definitivas, Openshaw (2010) sugiere que cerca de 30 millones de personas en todo el mundo pueden estar involucradas en la producción comercial, transporte y comercio de derivados de la energía de la biomasa, generando cerca de 20,000 millones de dólares al año. Una encuesta realizada en Malawi entre 1996 y 1997 reveló que 56,000 personas participaron en la siembra de árboles, la producción de leña y carbón, en su transporte por carretera y en la comercialización urbana en las cuatro principales ciudades del país. Se estima que esta cifra fue entre 350 y 500 veces superior al número de personas empleadas en la industria del queroseno, gas licuado de petróleo (GLP),

Enfoque	Valor estimado	Fuente
Empleo formal en la agroforestería, procesamiento de madera, pulpa y papel	14 millones	FAO (2009)
Empleos formal en la industria del mueble	4 millones	Nair & Rutt (2009)
Empresas forestales informales	30–140 millones	UNEP, ILO, IOE & ITUC (2008), citando a Poschen (2003) y Kozak (2007) para las estimaciones superiores e inferiores, respectivamente
Comunidades indígenas dependientes de los bosques	60 millones	World Bank (2004)
Personas dependientes de la agroforestería	500 millones–1,200 millones	UNEP, ILO, IOE & ITUC (2008)
	71–558 millones	Zomer et al. (2009). Para las tierras agrícolas con el 10 a 50 por ciento de cobertura de árboles
Total	119 millones–1,420 millones	Límite inferior que asume la superposición entre la dependencia pueblos indígenas y la agroforestería

Tabla 2: Número de empleos y actividades de subsistencia que dependen de los bosques

producción, transporte o transmisión y comercialización eléctrica para hogares (Openshaw 2010 citando a Openshaw, 1997 a y b). Una nueva encuesta realizada en 2008 arrojó que el empleo en la cosecha, producción, transporte y comercio de energía de biomasa ha aumentado de manera significativa a 133,000 personas contratadas (BEST, 2009).

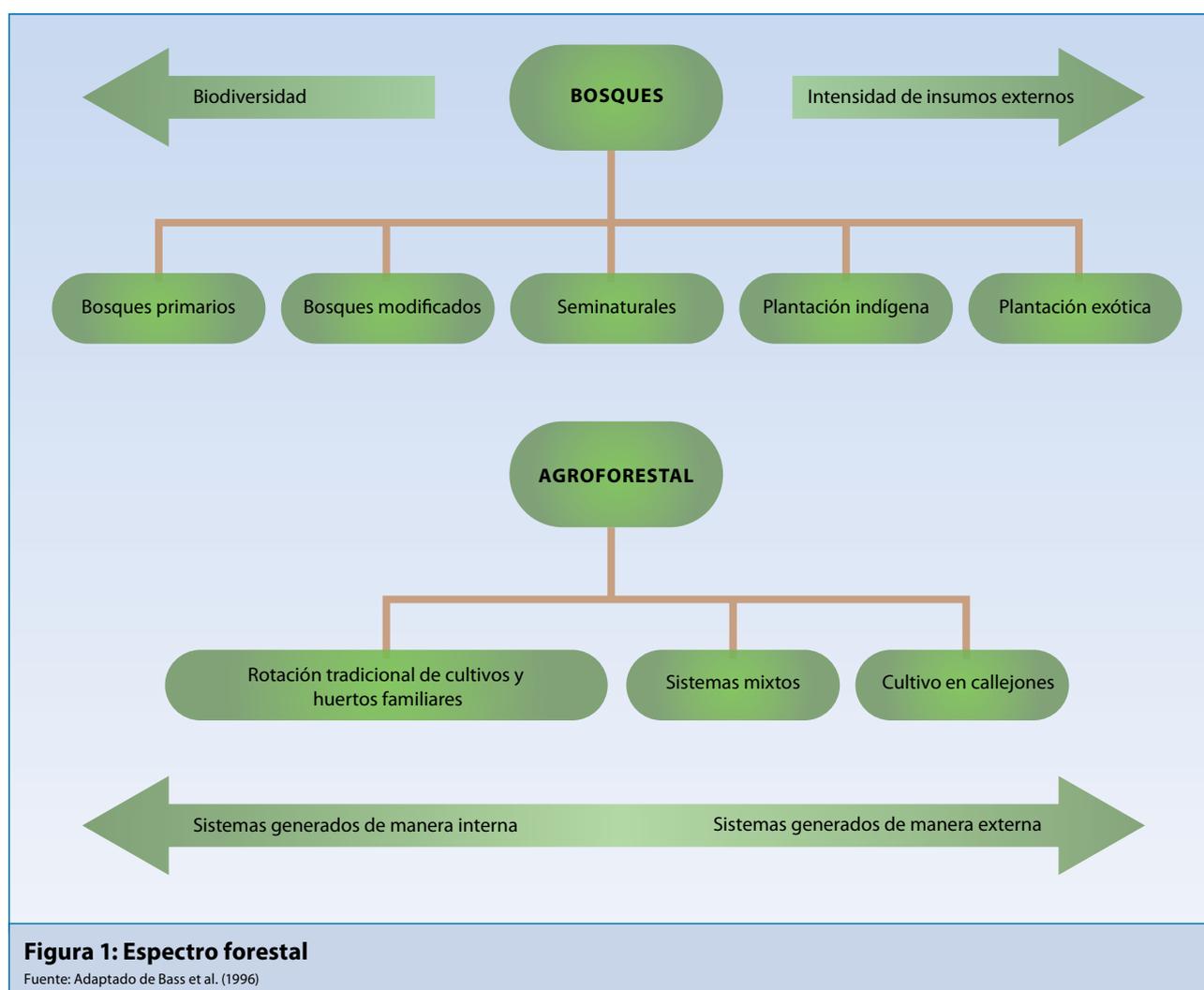
1.2 Alcances del análisis del sector forestal

El sector forestal puede ser considerado de distintas formas: desde el ámbito de la gestión forestal y la producción primaria hasta la completa cadena de producción de productos forestales y la provisión de servicios de ambientales. Este capítulo se enfoca en los bosques y en la producción y la gestión de los servicios ambientales forestales, incluyendo la gestión del carbono (regulación del clima), la administración de la calidad del agua, el suministro de energía y el ecoturismo. A pesar de que ciertas materias sobre la eficiencia energética y de los recursos, y la producción limpia son importantes en la fabricación de productos secundarios basados en fibras y madera, también están ligados a otros sectores industriales y, por lo

tanto, los capítulos de 'Industria' y 'Energía Renovable' los mencionan.

La gestión de los servicios ambientales del bosque es exclusivo del sector forestal (aunque influenciado por otros sectores) y, por ende, se le otorga prioridad en este capítulo. Enfocarse en los servicios ambientales de los ecosistemas forestales también tiene el efecto de ampliar la gama de productos y servicios que pueden ser considerados parte del sector forestal.

Limitar el alcance del capítulo a la producción de servicios ambientales forestales facilita el estudio, pero deja abierta la cuestión sobre qué tipos de bosques deben considerarse. La definición de bosques que proporciona la FAO abarca un amplio espectro: desde los bosques naturales prístinos no perturbados por la intervención humana -con frecuencia conocidos como bosques primarios- hasta plantaciones intensivas de alto rendimiento, tal como se muestra en la Figura 1, pasando por bosques naturales con diferentes grados de modificación humana y diversos tipos de bosques plantados. El interés de este capítulo abarca todos estos tipos de bosque, en la medida en que sean administrados para lograr una gama de servicios ambientales y el equilibrio entre estos



dos componentes. La definición de la FAO no comprende una variedad de los sistemas agroforestales, incluyendo combinaciones de regímenes de árboles, cultivos y ganadería a nivel de paisaje o campo, bajo el cuidado de un agricultor. Se incluyen en este capítulo porque a menudo proporcionan la mayoría, si no es que todos, los servicios ambientales de los ecosistemas forestales y son importantes para la subsistencia.

1.3 El papel del sector forestal en una economía verde

Enverdecer el sector forestal implica administrar e invertir en él como si se tratara de una clase de activo que produce una amplia variedad de beneficios sociales. Entre los numerosos cometidos de los bosques dentro de una economía verde se encuentran: ser fuente de recursos naturales para la producción de bienes (madera y alimentos), infraestructura ecológica (producción de bienes públicos desde la regulación climática hasta la protección de recursos hídricos) y provisión de servicios de innovación y seguros, siendo la biodiversidad de los bosques la clave para ambos).

El enverdecimiento del sector forestal se verá impulsado por las continuas demandas de servicios ambientales sectoriales, representados por las industrias tradicionales de procesamiento de madera y manufactura de papel bajo un esquema de aprovisionamiento sostenible de materias primas, así como el turismo, la energía, la gestión del agua, el mercado de carbono y los nuevos productos elaborados con materias primas forestales. La silvicultura en una economía verde también satisfará necesidades básicas de subsistencia de las comunidades locales mediante un flujo continuo de leña, materiales de construcción, alimentos y plantas medicinales, entre otros. El control y la administración local efectiva de los bosques requieren de mejoras, pero los gobiernos, a través del acceso y la distribución de beneficios (ABS, por sus siglas en inglés) y nuevos mercados, tales como el de los servicios ambientales, se asegurarán de que exis-

tan mayores incentivos económicos para lograrlo. Estos incentivos podrían partir de un sistema internacional sólido y equitativo que garantice que los bienes públicos forestales, el carbono almacenado y la conservación de la biodiversidad, se transfieran entre los países. Los bosques también atraerían el interés de instituciones financieras haciendo de ellos un nuevo activo económico.

Con un mayor entendimiento y reconocimiento de los bienes públicos generados por los bosques y de las ganancias financieras que conlleva su explotación, se vuelve fundamental para los administradores de las tierras forestales y gobiernos dar un giro hacia una gestión más eficaz y transparente de los flujos y reservas forestales. Esto requiere que se valore y se mida de forma más efectiva la contribución del sector forestal al bienestar social y se aglutine toda la gama de bienes y servicios de mercado y no mercado, incluyendo la importante contribución que hacen a la subsistencia de personas en situación de marginación social y de muy bajos ingresos.

1.4 Indicadores

Con el objetivo de evaluar el avance de la transición del sector forestal hacia una economía verde, será importante hacer un seguimiento de indicadores que midan aspectos como: 1) el cambio proporcional del consumo de bienes y servicios forestales, y en particular la tasa de sustitución entre productos intensivos en carbono a productos forestales; 2) la evolución de los mercados de servicios ambientales forestales; 3) las inversiones en empresas y producción forestal sostenible, especialmente las enfocadas en diversos servicios ambientales e incluyen condiciones de sostenibilidad; 4) el cambio en la propiedad de la tierra y de las empresas forestales, en particular la inclusión de grupos locales interesados en los bosques; 5) mejoras en la gobernabilidad de los bosques; y 6) la sostenibilidad de la gestión forestal desde una perspectiva a pequeña escala hasta nivel nacional en términos ambientales, sociales y económicos.

2 Retos y oportunidades

2.1 Retos

Los principales desafíos a los que se enfrenta el sector forestal incluyen la pérdida de bosques, la competencia por el uso de suelo, las inestabilidades en los mercados, las políticas públicas y gubernamentales. Todos estos retos están interconectados. La competencia por el uso de suelo, especialmente para la agricultura, provoca pérdidas forestales, situación que se ve impulsada por las fallas del mercado, las políticas públicas y la acción del gobierno.

Tendencias en la cubierta forestal y la deforestación

Existen signos claros de que los bosques no están siendo gestionados de forma sostenible. La Tabla 3 muestra que la superficie forestal mundial está disminuyendo tanto en términos absolutos (deforestación) como en términos netos (teniendo en cuenta la plantación de bosques y la expansión natural), aunque a una tasa menor que en décadas anteriores. Sin embargo, los cambios en la superficie forestal total a escala global ocultan variaciones regionales. La cubierta forestal se estabilizó en el Norte y el Centro de América y se expandió hacia Europa y en Asia; en este último, debido a la aforestación a gran escala en China que compensó la deforestación del Sureste Asiático. África y Suramérica sufrieron la mayor pérdida neta de bosques durante este periodo (2000-2010), mientras que Oceanía también experimentó una pérdida neta (FAO, 2010).

En su más reciente Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (2010), la FAO actualizó al alza su estimación sobre la deforestación para la década de los noventa. En la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales de 2005 (FAO, 2005a), la deforestación para ese mismo período se estimó en 13 millones de hectáreas al año.

Las tendencias para los diferentes tipos de bosque también son importantes. Lo más preocupante es la disminución de bosques primarios, de los que 40 millones de hectáreas se han perdido o modificado desde el año 2000. En contraste, los bosques plantados se están expandiendo más rápido, con un aumento del 50 por ciento en la tasa de crecimiento con respecto a la década anterior, y, actualmente, ya representan el siete por ciento del total de la superficie forestal de todo el mundo (FAO, 2010).

Se espera que esta expansión -explicada por la teoría de la transición forestal- continúe (véase el Cuadro 3).

Carle y Holmgren (2008) predicen que el área de bosques plantado en 2030 ocupará entre 302.7 y 345 millones de hectáreas, dependiendo del aumento en la productividad. Tres cuartas partes de los bosques cultivados corresponden a especies endémicas, aunque las introducidas son más comunes en países con grandes áreas de bosques plantados a lo largo del África Subsahariana, Oceanía y Suramérica (FAO, 2010).

Competencia por el uso de suelo

La expansión agrícola, a menudo combinada con la extracción de madera y la creación de infraestructuras y accesos, ha sido identificada como la principal causa de deforestación en áreas tropicales durante las últimas dos décadas (Chomitz et al., 2006; Geist & Lambin, 2002). El aumento de la población, de los ingresos y la transición a una dieta basada en el consumo de carne, son factores que han previsto un aumento de la demanda de alimentos en un 70 por ciento (en términos de valor) para 2050 (Bruinsma, 2009). Para satisfacer esta demanda, se necesitará continuar con la tala de bosques a menos que la productividad agrícola pueda aumentar de manera significativa. La creciente demanda de biocombustibles se traduce en una mayor competencia con los cultivos alimenticios, añadiendo, así, más presión sobre los bosques. El cambio climático, que afecta de forma negativa a los rendimientos agrícolas, aumentará la presión para convertir los bosques en tierras de cultivo. También afecta de forma directa

	1990	2010
Área forestal mundial (ha)	4,170 millones	4,030 millones
Área de plantaciones forestales en el mundo (ha)	178 millones	264 millones
	1990-2000	2000-2010
Pérdida forestal anual neta (ha/año)	8.3 millones	5.2 millones
Deforestación anual (ha/año)	16 millones*	13 millones
Aumento anual en las plantaciones forestales (ha/año)	3.6 millones	4.9 millones

Tabla 3: Tendencias en la cubierta forestal y deforestación

Fuente: Recopilado de estadísticas de la FAO (2010)

* En su última Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales de 2010, la FAO actualizó al alza su estimación de la deforestación para la década de 1990. En la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005 (FAO, 2005a), la deforestación para la década los 90 se estimó en 13 millones de hectáreas por año.

Cuadro 3: La teoría de la transición forestal

Desde una perspectiva global la superficie destinada a las plantaciones forestales está creciendo. Se estima que estas plantaciones producen 1.2 millones de m³ de madera en rollo, lo que equivale a cerca de dos tercios de toda la producción (Carle y Holmgren, 2008). En este sentido, se esperan cambios en la producción de las plantaciones forestales. La introducción de mejoras en la tecnología se traduce en una mayor productividad por hectárea de tierra. Por ejemplo, las plantaciones de eucalipto en Brasil han alcanzado niveles de productividad superiores a 50 m³ por hectárea (FAO, 2009). En vista de estas mejoras, la FAO (2009) predice que el crecimiento en la producción de las plantaciones forestales mantendrá el ritmo con el crecimiento de la demanda de madera en rollo, lo que implica una reducción en la presión sobre los bosques primarios, aunque todo esto podría perderse en el momento en el que se produzca el cambio a plantaciones forestales.

Este aumento en las plantaciones forestales se explica mediante la teoría de la transición forestal (Mather, 1992) y las diferentes etapas de desarrollo de los bosques (Hyde, 2005, que se basan en el modelo de renta de von Thünen, véase también Angelsen (2007), que combina las teorías de von Thünen y de la transición forestal). La teoría sugiere que los países comienzan con un nivel elevado de cubierta forestal y conforme se desarrollan se le otorga al bosque otro uso de tierra, en particular, para fines agrícolas. Este proceso se acelera conforme las mejoras en infraestructuras dan acceso a zonas boscosas y permite que la extracción de madera y la agricultura sean económicamente viables. Con el tiempo, y conforme la madera se vuelve escasa y la economía se desarrolla aun más, se generan oportunidades de empleo fuera del sector agrícola y se realizan nuevos ajustes. Es entonces cuando la gestión de los bosques es rentable, comienza un nuevo ciclo de plantaciones y, por consiguiente, el área de la cubierta forestal se vuelve a incrementar.

Este proceso ha sido implantado por muchos países desarrollados y algunos en vías de desarrollo, incluyendo Costa Rica, que se encuentra en la actualidad en las últimas etapas de esta transición. De manera similar, la cubierta forestal de Vietnam disminuyó de un 43 por ciento en 1943 a un 20 por ciento en 1993 como resultado de la expansión agrícola y la migración hacia zonas boscosas.

Desde entonces, se han realizado considerables esfuerzos por aumentar la cubierta forestal con un ambicioso programa de reforestación.

En 2009, la cubierta forestal se incrementó a un 39 por ciento de la superficie terrestre (FCPF, 2010). En Vietnam, mientras la cubierta forestal se ha incrementado como resultado de los programas de reforestación, la calidad de los bosques naturales es más fragmentada y degradada (FCPF, 2010). Aquí es donde cobra importancia la valoración de los recursos forestales, ya que mostraría las consecuencias económicas de dejar que la transición de los bosques siga su curso normal. Existen otros ajustes del mercado en respuesta a la creciente escasez de madera, en particular, por el aumento de uso de los residuos de los procesos madereros y la recuperación de papel y productos de madera. Si bien se espera que la demanda mundial de madera y fibra se duplique para 2030, la producción mundial de madera en rollo prevé un incremento de un modesto 40 por ciento (FAO, 2009).

Por lo tanto, y teniendo en cuenta esta perspectiva de más largo plazo, la preocupación por los bosques no se centrará tanto en la capacidad de proveer la creciente demanda mundial de madera y fibra, sino en la habilidad de continuar proporcionando los medios de vida necesarios para las comunidades que dependen de estos espacios más allá de un modelo normalizado de economía, y continuar proporcionando servicios ambientales provenientes de los ecosistemas fuera del alcance de los mercados. Estos últimos no tienen precio actualmente y, por lo tanto, no han sido tomados en cuenta hasta la fecha en las decisiones relacionadas con la gestión de los recursos forestales. Lo anterior, plantea la pregunta de cómo moldear esta transición forestal (Angelsen, 2007). ¿Es este un patrón inevitable que depende del desarrollo o de una combinación de políticas que puedan garantizar la conservación de mayores áreas de bosque primario? Ni la teoría de transición forestal ni el modelo de rentas de la tierra distinguen entre la cubierta forestal de diferentes tipos, por ejemplo: bosque primario y secundario, bosques degradados y plantaciones forestales. La provisión de servicios como la madera y la fibra puede mantenerse a través de ajustes al mercado, pero otros valiosos servicios que ofrecen los ecosistemas podrían perderse.

a los bosques mediante cambios en su tasa de crecimiento o en una mayor propensión de incendios.

Mercado, políticas y fallas de la gobernabilidad

Subyacen a la pérdida de bosques y a la competencia por el uso de la tierra prácticas de gobernabilidad y de mercado que permiten que la deforestación sea un proceso racional (y usualmente legal) que prescinden de cualquier evaluación sobre su posible costo ambiental y social. Las causas principales que promueve esta situación incluyen la falta de derechos forestales de los actores locales, que desalientan la inversión en los bosques vírgenes y que permiten la apropiación de los recursos terrestres y/o forestales por actores externos muchos más influyentes y con más recursos. Estos se ven agravados por diversas fallas en el mercado, ya que no todos los servicios ambientales ofrecidos por los bosques son tomados en cuenta. Así, quienes toman decisiones sobre las prácticas utilizadas en la extracción de madera y la conversión de bosques a otro tipo de suelo no consideran el efecto adverso de la prestación de servicios ambientales (Pagiola et al., 2002). Debido a que el mantenimiento de este otro tipo de servicios ambientales no es frecuentemente recompensado, existen muy pocos incentivos para que los administradores de fincas y tierras forestales los consideren (De Groot et al., 2010).

Los gobiernos han buscado garantizar estos otros servicios ambientales mediante la designación de áreas protegidas, restringiendo la extracción de madera o mediante regulaciones en el cultivo de madera y la gestión forestal. Sin embargo, es poco probable o muy difícil garantizar su cumplimiento, sobre todo cuando lo normal es el desarrollo basado en la tala de árboles. Al mismo tiempo, estas fallas del mercado pueden ser exacerbados por fallas en la ejecución de políticas públicas o en la intervención del Estado, lo que aumenta los beneficios privados por medio de los incentivos fiscales y los subsidios. El impacto de los subsidios a la ganadería en la deforestación de la Amazonia brasileña entre 1980 y 1990 está bien documentado (Binswanger, 1991; Browder, 1988). Del mismo modo, en Camerún, los incentivos para la agricultura de plantación han fomentado la tala de bosques naturales en aras de prácticas agrícolas comerciales (Balmford et al., 2002).

2.2 Oportunidades

Por otro lado, existen oportunidades para el enverdecimiento del sector forestal que incluyen el establecimiento de criterios e indicadores MFS, el aumento de áreas protegidas, el concepto de reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques (REDD+) y la creciente aceptación de pagos por servicios ambientales (PSA).

Manejo Forestal Sostenible (MFS)

Aunque no existe una evaluación consistente, rutinaria e integral acerca de la gestión forestal a escala mundial, se ha realizado un esfuerzo considerable en el desarrollo de criterios e indicadores del MFS para describir elementos de buenas prácticas. Basados en conocimientos científicos y técnicos de los sistemas forestales, estas pautas cubren la dimensión económica, sociocultural, ambiental e institucional de MFS. Los distintos criterios regionales incluyen normas de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), cuyo ámbito de aplicación es para todos sus miembros. Iniciativas recientes lideradas por grupos de la sociedad civil, algunas empresas forestales y asociaciones industriales han desarrollado de manera voluntaria códigos de conducta de MFS y lineamientos de administración. Los esquemas de certificación proporcionan una evaluación independiente sobre la adopción de dichos estándares y las estadísticas al respecto permiten hacerse una idea de los alcances de las mejoras de las prácticas. Sin embargo, la ausencia de certificaciones no significa necesariamente que haya malas prácticas.

Actualmente, más del cinco por ciento de los bosques de producción en el mundo están certificados bajo el estándar del Consejo de Administración Forestal (FSC, por sus siglas en inglés) con 133 millones de hectáreas certificadas en 79 países, incluidos 77.6 millones de hectáreas de bosques naturales, 12.5 millones de hectáreas de plantaciones y 43.3 millones de hectáreas de una mezcla de paisajes naturales y plantaciones (datos de FSC 2010 a partir del 15 de abril de 2010). Más del 80 por ciento de los bosques certificados por el FSC son templados y boreales. Los bosques tropicales y subtropicales representan el 13 por ciento de la superficie total certificada bajo este sello, con 16.8 millones de hectáreas (FSC, 2010).

El otro gran sistema internacional de certificación forestal es el Programa para el Reconocimiento de Certificación Forestal (PEFC, por sus siglas en inglés). Alrededor de 232 millones de hectáreas de bosques están certificadas por este sistema, casi el doble del área de certificación del FSC, aunque algunos están certificados por ambos. Casi todos los bosques certificados por PEFC se encuentran en países de la OCDE, poco menos de la mitad en Canadá y la mayor parte del resto distribuido entre EE.UU., Escandinavia y en los trópicos brasileños (PEFC, 2010). Sin embargo, China está desarrollando un sistema nacional y se espera que se una al PEFC en 2011 (PEFC, 2011).

En 2005, la OIMT (2006) concluyó que solo el siete por ciento de los bosques de producción de sus países miembros (25 millones de acres, el equivalente a diez millones de hectáreas) estaban siendo administrados de forma sostenible. Si bien en 2005 las políticas de todos los países de la OIMT promovían una gestión

sostenible de los bosques, en aquel entonces, solo para el 27 por ciento de los 353 millones de hectáreas de bosques de producción existía planes de gestión; y, únicamente, el tres por ciento fue certificado (Tabla 4). A pesar del bajo nivel de gestión sostenible, esto representa un gran avance en términos de aproximadamente un millón de hectáreas de bosques tropicales que la OIMT había acreditado como sostenibles en 1988. Además, la OIMT señaló que algunos países habían logrado mejoras notables, entre ellos Bolivia, Brasil, República del Congo, Gabón, Ghana, Malasia y Perú. Atendiendo a las conclusiones de la OIMT, todavía hay mucho por hacer, pues, los recursos para la ejecución y la gestión son deplorables y crónicamente inadecuados; existe poco personal capacitado, vehículos y equipo; siendo, por lo general, limitado o ausente los sistemas de monitoreo y vigilancia.

En los países de la OCDE, es más probable que exista un mayor grado de gestión sostenible. La Unión Europea (UE, en siglas) estima que el 80 por ciento de su superficie forestal se encuentra sometido a planes de gestión, y que el 90 por ciento de esa superficie se gestiona de forma sostenible: una gran parte de la zona está en manos de pequeños propietarios privados que han conservado el bosque por generaciones. La mayor cantidad de los bosques de producción de Canadá y un número considerable en EE.UU. están certificados. Aunque hay buenos ejemplos de gestión forestal en Rusia, existe una tala inmoderada, especialmente, en el Extremo Oriente ruso, cerca de la frontera con China (Sun et al., 2008).

También es probable que una gran proporción de las empresas forestales informales de pequeña escala (bosques familiares, bosques indígenas), que están fuera de los límites de evaluación, como los de la OIMT, esté siendo administrada bajo parámetros de sostenibilidad. De esto se puede deducir la longevidad de los recursos forestales, que han sido transmitidos de generación en generación y la evidente producción de múltiples bienes y servicios. Sin embargo, existe poca información para mirar hacia adelante, más allá de la minoría de bosques que están certificados.

Aumento de áreas protegidas

Una tendencia aparentemente positiva desde el punto de vista ambiental es que el área de bosques protegidos va en aumento. Cerca de 13.5 por ciento de los bosques del mundo están protegidos de acuerdo con las categorías IUCN I-VI, y un 7.7 por ciento (alrededor de 300 millones de hectáreas) por las categorías I-IV, que involucran más restricciones en el uso de la tierra (Schmitt et al., 2009). El área de bosques protegidos se ha incrementado en 94 millones de hectáreas desde 1990, de los que dos tercios han sido a partir de 2000 (FAO, 2010).

	África	Asia y el Pacífico	AL y el Caribe	Total
Total bosque cerrado natural (FAO 2001, miles de hectáreas)	208,581	226,984	788,008	1,223,573
Área total bajo el AFP	110,557	206,705	541,580	858,842
Porcentaje	53%	91%	69%	70%
Producción AFP	71,286	135,726	190,331	397,343
	64%	66%	35%	46%
Producción bosques naturales				
Área total	70,461	97,377	184,727	352,565
Con planes de gestión	10,016	55,060	31,174	96,250
Certificada	1,480	4,914	4,150	10,544
Gestión sostenible	4,303	14,397	6,468	25,168
Gestión sostenible (porcentaje)	6%	15%	4%	7%
Producción de plantaciones forestales				
Área total	825	38,349	5,604	44,778
Con planes de gestión	488	11,456	2,371	14,315
Certificada	-	184	1,589	1,773
Protección AFP	39,271	70,979	351,249	461,499
	36%	34%	65%	54%
Con planes de gestión	1,216	8,247	8,374	17,837
Gestión sostenible	1,728	5,147	4,343	11,218
Porcentaje de AFP con gestión sostenible (excluyendo áreas con plantaciones)	5%	12%	2%	4%

Tabla 4: Estado de la gestión de Áreas Forestales tropicales Permanentes (AFP) (2005, miles de hectáreas)*

Fuente: OIMT (2006). Incluye bosques tropicales en las AFP de todos los países productores miembro de la OIMT excepto India.

* Área Forestal Permanente (AFP) se refiere a "determinadas categorías de tierra, ya sea pública o privada, que se mantienen bajo una cubierta forestal permanente, para garantizar su óptima contribución al desarrollo nacional" (OIMT, 2006). Los bosques naturales cerrados están definidos por la FAO (2001) como bosques "donde los árboles en sus distintos pisos y sotobosques cubren una alta proporción (> 40 por ciento) de la tierra y no tienen una capa continua de hierba".

En América Latina, la designación de bosques protegidos ha sido una de las estrategias más utilizadas para una gestión sostenible. Se estima que en América Latina y el Caribe hay 100 millones de hectáreas bajo las categorías I, II y III de la UICN (las cuales son las más restrictivas) (Robalino et al., 2010). El crecimiento de las áreas protegidas ha sido particularmente rápido a partir de la década de 1980. En el África Subsahariana, 32.5 millones de hectáreas de selvas y bosques, que corresponden al cinco por ciento de la superficie forestal total, están formalmente protegidas (categorías IUCN I-VI). Esta cifra podría alcanzar el ocho por ciento, si se incluyen las reservas

forestales (Gumbo, 2010). Sin embargo, es importante señalar que a pesar de haber sufrido una notoria expansión en zonas protegidas, no existe garantía alguna de que estas sean respetadas. Prueba de ello es la continua pérdida de bosques y otros ecosistemas naturales dentro de las áreas protegidas. El cumplimiento efectivo de las restricciones en el uso de suelo y de los recursos en estas zonas protegidas es un reto, pues muchas están siendo invadidas, particularmente en países con alta densidad de población (Chape et al., 2005). El uso no sostenible del suelo dentro de áreas protegidas es otra de las causas (Cropper et al., 2001). Strassburg y Creed (2009) estiman en un estudio realizado en 133 países de América Latina, África, Oriente Medio, Asia y Europa del Este que solo un tercio de la superficie forestal protegida se ha visto afectada legalmente de forma efectiva. Esto equivale al seis por ciento de la superficie forestal total en estos países. De las cinco regiones analizadas, América Latina tiene tanto la mayor proporción de bosques legalmente protegidos (24 por ciento) como la mayor protección legal efectiva (nueve por ciento).

Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y REDD+

Entre los últimos diez y 15 años² han aparecido nuevos enfoques basados en incentivos para la conservación de los bosques. La iniciativa más conocida es el sistema de PSA, que otorga pagos a los propietarios de bosques por proteger las cuencas hidrográficas, almacenar carbono, proveer servicios de recreación y biodiversidad, entre otros. Esto incluyen programas desde un ámbito local, tales como la iniciativa del Gobierno en la ciudad de Pimampiro (Ecuador), que realiza pagos anuales de entre seis y 12 dólares por hectárea a pequeños grupos de agricultores (19 en 2005) para que conserven los bosques y pastizales naturales del área de donde se abastece de agua a la ciudad (Echavarría et al., 2004; Wunder & Albán, 2008). Por otro lado, hay programas nacionales, como en Costa Rica, donde a los agricultores se les paga 64 dólares por hectárea al año por periodos de cinco años estipulados en un contrato para proteger

² Los PSA también han sido utilizados para promover la reforestación y el sector agroforestal.

Cuadro 4: El esquema nacional de PSA en Costa Rica

El esquema de pago por servicios ambientales de Costa Rica (PSA) fue creado en 1996 a través de la Ley Forestal 7575, que reconoce la provisión de servicios ambientales de los ecosistemas que proveen los bosques. Basándose en la idea de que el beneficiario de estos servicios paga por ellos, establece que los propietarios de bosques deben ser compensados por aspectos como:

- Mitigación de GEI (reducir, disipar, fijar, capturar y almacenar carbono);
- Protección del agua para uso rural, urbano o hidroeléctrico;
- Protección de la biodiversidad para la conservación, uso científico y farmacéutico, y
- Protección del paisaje para fomentar actividades turísticas.

Actualmente se paga a los propietarios de bosques por varias prácticas de gestión de la tierra y todas, excepto la agroforestería, reciben pagos por hectárea en un horizonte de cinco años: la conservación de bosques (320 dólares), ofreciendo pagos mayores a las zonas hidrológicamente sensibles (400 dólares); áreas identificadas como 'vacíos y omisiones en conservación' (375 dólares); áreas de reforesta-

ción (980 dólares); zonas de gestión forestal (250 dólares -en vigor hasta 2003-, y nuevamente vigente en 2010); regeneración de bosques, que podrían ser zonas que cumplen el criterio adicional (320 dólares) y en las que no se cumplen estos criterios (205 dólares); y sistemas agroforestales (1,3 dólares por árbol, pagado en un horizonte de tres años).

Para financiar este programa, FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal) percibe recursos de diferentes fuentes de financiamiento: fondos públicos procedentes del presupuesto nacional, donaciones, créditos de organismos internacionales, fondos privados y de los impuestos a la madera y a los combustibles. En 2001, FONAFIFO creó el Certificado de Servicios Ambientales (CSA), un instrumento financiero con el que el programa recibe fondos de empresas e instituciones interesadas en compensar a los propietarios de bosques por la conservación de los mismos.

Entre 1997 y 2008, FONAFIFO distribuyó 206 millones de dólares, 17.2 millones de media al año (Porrás, 2010). La mayoría de los fondos se destinaron a la protección de los bosques (73 por ciento), que afectó a 460,000 hectáreas y generó cerca de 6,600 contratos de trabajo en todo el país.

Fuente: Robalino et al. (2010)

la biodiversidad de los bosques (véase el Cuadro 4); así como otros programas globales, como una serie de regímenes de compensaciones voluntarias de carbono para la siembra o conservación de árboles para la captura y almacenamiento de CO₂. Algunos esquemas de pagos de servicios de los ecosistemas también toman en consideración las necesidades sociales, tratando de persuadir a grupos de población en situación de pobreza para que se involucren en la provisión de servicios. Por ejemplo, los esquemas desarrollados bajo el marco del programa RUPES en Asia, que recompensa a la población de bajo ingreso de las tierras altas de Asia por los servicios ambientales que prestan.

Uno de los sistemas de pago mundiales más antiguos es el Proyecto de Acción Climática Noel Kempff Mercado en Bolivia, desarrollado como proyecto piloto en 1997 en virtud de las Actividades conjuntas (AIJ, por sus siglas en inglés) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Un consorcio de ONG internacionales y locales, algunas compañías energéticas de EE.UU. y el Gobierno boliviano adquirieron concesiones locales de madera e implementaron un programa de desarrollo comunitario para ampliar este proyecto de acción climática. Al evitar la deforestación, el proyecto esperaba impedir la emisión de hasta 3.6 millones de toneladas de carbono por un período de 30 años (May et al., 2004).

Mientras que los PSA están relacionados con los países en vías de desarrollo, existen reconocidos ejemplos de prácticas similares en algunos países industrializados. El sistema de suministro de agua de Nueva York (EE.UU.) -ante la necesidad de mejorar la calidad del agua- ofrece incentivos a agricultores y propietarios de terrenos forestales en las zonas de captación de agua para conservar el bosque y adoptar medidas ambientales de gestión agrícola. Por ejemplo, esto resultó ser menos costoso que la construcción de sistemas de filtración de agua (Landell-Mills & Porras, 2002). En el Noreste de Francia, la compañía productora de agua mineral Vittel pagó a propietarios locales de la tierra por la conservación de la cuenca (Perrot-Maître, 2006).

Hasta hace poco el principal motor de la inversión en sistemas de PSA relacionados con la conservación del bosque fue la propia necesidad de proteger las cuencas hidrográficas. Las reglas del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) limitaban las posibles actividades de carbono de los bosques a la aforestación y la reforestación, lo que significó que los proyectos de carbono basados en la conservación del bosque fueron confinados al mercado voluntario.

No obstante, y a medida que la contribución de la deforestación y la degradación de los bosques a las emisiones de GEI ha sido reconocido, este enfoque de miti-

gación ha ocupado un lugar en la agenda internacional de las negociaciones climáticas, primero como REDD (Reducción de emisiones por deforestación y degradación), y más recientemente como REDD+, que añade la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono a la lista actividades elegibles³. REDD+ se ha comparado con un sistema de PSA de varias capas, con transferencias de recursos financieros entre países industrializados y países en vías de desarrollo a cambio de reducciones de emisiones asociadas y mejoras en la protección y gestión del bosque; y con nuevas transferencias a escala nacional a propietarios forestales y comunidades (Angelsen & Wertz-Kanounnikoff, 2008). A pesar de que los PSA no serán la única estrategia utilizada por los gobiernos para lograr la reducción de emisiones relacionadas a los bosques, son de los más importantes.

A diferencia del enfoque basado en los actuales proyectos de PSA internacionales, es probable que REDD+ incluya enfoques más orientados a escala nacional, contando con el apoyo financiero proveniente de países desarrollados -a título individual o de forma conjunta- a cambio de la puesta en marcha de los compromisos nacionales por reducir la deforestación y las emisiones. Ejemplo de ello es la contribución de Noruega al Fondo Amazonia en Brasil, y que está condicionada al logro de objetivos de reducción de la deforestación.⁴ En 2010, Noruega anunció una donación de 1,000 millones de dólares a Indonesia a cambio de medidas de reducción de la deforestación y la degradación del suelo. En consecuencia, Indonesia, bajo los términos del acuerdo y ha anunciado una moratoria de dos años con relación a nuevos permisos para talar bosques naturales y húmedales (Richardson, 2010).

La cantidad de dinero estimada para la plena implementación de REDD+ asciende a decenas de miles de millones de dólares en todo el mundo. Actualmente, el apoyo financiero para actividades de preparación y programas bilaterales sobrepasan considerablemente lo que se ha venido proporcionando desde los PSA, y constituye un motivo de optimismo el hecho de que este nuevo mecanismo pueda conseguir y transferir nuevos recursos a los servicios ambientales que proporcionan los bosques.

3 Angelsen (2009) las define. Angelsen también señala que REDD+ tiene diferentes significados para distintas personas. El signo + sintetiza la segunda parte de la decisión 2/CP.13-11 de la CMNUCC -"enfoques de política e incentivos positivos para las cuestiones relacionadas a la reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal en países en desarrollo y el rol de la conservación, manejo sustentable de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo". ICRAF está promoviendo añadir otro signo + para tener REDD++ mediante esfuerzos por incluir la actividad agroforestal.

4 Disponible en <http://www.regjeringen.no/en/dep/md/Selected-topics/climate/the-government-of-norways-international-/norway-amazon-fund.html?id=593978>.

3 Inversión para el enverdecimiento del sector forestal

Como se indicó en la sección anterior, existen avances prometedores como la certificación de gestión forestal sostenible (MFS) objetivos para aumentar las áreas protegidas, y el impulso creciente de sistemas de PSA y REDD+. Sin embargo, sin un cambio mayúsculo en el reconocimiento a todo el conjunto de servicios ambientales, en particular a las negociaciones climáticas; y de mejoras en el sector de la agricultura, es probable que la pérdida de bosque primario continúe en el tiempo. Las áreas protegidas seguirán incrementándose pero, en una gran parte de ellas, las medidas no se respetarán de forma eficaz. El sector forestal satisfará la demanda de madera mediante bosques plantados y mejoras en la eficiencia del proceso productivo. Sin embargo, las presiones de otros sectores sobre los bosques naturales, particularmente de la agricultura, van a continuar exacerbándose por el cambio climático. Como resultado, los servicios ambientales continuarán perdiéndose.

Consecuentemente, recursos y políticas adicionales son necesarios para internalizar el valor de servicios ambientales forestales para los propietarios de los bosques y asegurar que sean más valiosos cuando se preservan que cuando se talan (Viana, 2009). Las inversiones destinadas a acrecentar la rentabilidad de las técnicas de cultivo y hacer valiosa la plantación de árboles también pueden representar una importante contribución. En esta sección se examina un rango de opciones de inversión para el enverdecimiento del sector forestal y se identifican los efectos económicos, sociales y ambientales de estas opciones.

3.1 Opciones para la inversión verde en los bosques

Algunas categorías de inversiones verdes, privadas y públicas, pueden distinguirse según los principales tipos de bosques, incluyendo las agroforestería, como así muestra la Tabla 5. La inversión verde puede estar dirigida a revertir la pérdida de superficie forestal mediante la conservación de áreas de bosques primarios o la promoción de su expansión a través de la regeneración y reforestación. La inversión verde también puede estar dirigida a mejorar la gestión de los bosques y sistemas agroforestales ya existentes para asegurarse que continúen proporcionando una amplia gama de servicios ambientales. Esta inversión solo puede

ser considerada verde si se garantiza que los bosques conservados, creados o recuperados, cumplen con los principios de gestión forestal sostenible y equilibran las necesidades de las partes interesadas. Por ejemplo, la creación de un área protegida que desplace a las comunidades dependientes del bosque no cumpliría el requisito de apoyo a las funciones socioeconómicas relevantes. Más aún, la creación de un área protegida no garantiza su aplicación. Del mismo modo, la ampliación del área forestal a través de la plantación de ár-

Tipo de bosque	Inversión	
	Privada*	Pública**
Bosque primario	Desarrollo de ecoturismo	Creación de nuevas áreas protegidas
	Reservas naturales privadas	Mejorar el cumplimiento de la regulación áreas protegidas
	Pagar a los dueños de las tierras por proteger las cuencas hídricas	Pagar a los propietarios de las tierras forestales por conservar los bosques
		Compra y retirada de permisos para extracción de madera
Bosque natural modificado	Reducción del impacto reducido y otras mejoras en la gestión forestal	Incentivos para mejorar la gestión forestal
	Certificaciones con estándares de gestión sostenible de los bosques	Apoyo en el establecimiento de sistemas de certificación
		Controlar la tala ilegal
Plantaciones forestales	Reforestación y aforestación para producción	Incentivos para la reforestación/aforestación
	Mejora en la gestión de las plantaciones forestales	Incentivos para mejorar la gestión
		Reforestación para la protección de funciones ecológicas
Agroforestería	Extensión del área con sistemas de agroforestería	Incentivos para los propietarios de las tierras
	Mejora en la gestión de los sistemas de agroforestería	Incentivos para mejorar la gestión Asistencia técnica

* Privado podría incluir también las inversiones hechas por las comunidades.

** Algunas de las inversiones públicas listadas podrían realizarse por el sector privado, casi siempre a una escala más limitada.

Tabla 5: Opciones de inversión verde para distintos tipos de bosque

boles será discutible si se utiliza una gran cantidad de insumos externos y, directa o indirectamente, desplaza a la población local de sus tierras.

Algunas de las inversiones verdes que figuran en la Tabla 5 son fáciles de cuantificar, aunque habrá considerables variaciones según la ubicación y las especies. Algunas de las inversiones del sector público no están bien documentadas, en particular, las cantidades que se gastan en el control de la tala ilegal.

Debido a la naturaleza de bien público de algunos servicios ambientales forestales, el sector privado y los propietarios de los bosques y de la agricultura no siempre son capaces de percibir incentivos suficientes para hacer inversiones verdes en los bosques, incluso si dichas inversiones involucran, a menudo, una tasa de retorno positiva para toda la sociedad. Por lo tanto, la inversión del sector público necesita, en algunos casos, proveer directamente de servicios ambientales, generar incentivos financieros en el sector privado para hacer la inversión verde competitiva y prevenir la gestión forestal no sostenible, por ejemplo, en el control de las talas ilegales. El retorno a la inversión para el sector público se mide en términos de beneficios sociales y ambientales. La investigación sobre los costos y beneficios de invertir en infraestructura ecológica en el marco de la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB, por sus siglas en inglés), indica que la tasa de retorno podría ser muy alta, con una relación costo-beneficio de más de 13 a uno en el caso de la restauración activa de los bosques secos y de eucalipto en Australia, y más de 30 a uno para la restauración de bosque atlántico en Brasil (Neßhöver et al., 2009).

3.2 Inversión en áreas protegidas

La creación de áreas protegidas a fin de restringir el acceso y algunas prácticas del uso de suelo han sido los métodos más utilizados por los gobiernos para asegurar servicios ambientales mediante el control de la deforestación y la degradación de los bosques. En algunos casos, son las ONG las que invierten en las áreas protegidas. Un ejemplo bien conocido es el de las concesiones de conservación en las cuales las organizaciones de conservación arriendan terrenos forestales que de otro modo habrían terminado como concesiones para tala. Concesiones de este tipo, en su mayoría dirigidas por Conservación Internacional, pero con la participación de otros donantes importantes y ONG, se han establecido en varios países, entre ellos Guyana, China, Camboya, Ecuador y Madagascar (Rice, 2002).

Las empresas privadas operan a veces en áreas forestales protegidas de forma general donde existe algún interés turístico o donde el sector público provee incentivos. En Brasil, por ejemplo, los propietarios privados

que preservan un área protegida pueden recibir una reducción en el impuesto sobre el terreno (May et al., 2002).

La inversión necesaria para la autoridad del área protegida, ya sea del sector gubernamental, ONG o del sector privado, incluye los costos administrativos de la demarcación y la gestión de la zona, así como de mantener alejados a usuarios no autorizados. Para los propietarios y usuarios de superficies forestales protegidas conlleva renunciar a los *royalties* que les proporciona la comercialización de madera, a los beneficios netos de la agricultura y a otros usos del suelo que compiten con los bosques. Este último costo rara vez ha sido contabilizado, excepto en los casos donde existen sistemas de compensación.

Balmford et al. (2002) estimaron el gasto corriente en áreas protegidas en 6.500 millones de dólares al año, la mitad en EE.UU. Una estimación más reciente sugiere que este monto podría variar hasta 10,000 millones de dólares por año (Gutman & Davidson, 2007). Estas estimaciones no distinguen entre ecosistemas forestales y otro tipo de ecosistemas radicados en áreas protegidas. Por ejemplo, Mullan y Kontoleon (2008) citan un estimado de Bruner et al. (2003) de 8,000 millones de dólares del gasto total destinado a áreas protegidas, del que un 60 por ciento cubre las tierras boscosas. Esto sugiere que menos de 5,000 millones de dólares por año -o el equivalente a 16.7 dólares por hectárea (asumiendo las categorías IUCN I-IV)- se destinan a bosques protegidos.

Muchas áreas protegidas no reciben fondos suficientes para asegurar una gestión eficaz. Muy poco se destina a la compensación de aquellas comunidades locales que pierden el acceso a la tierra y a los recursos cuando se crean áreas protegidas. Estas últimas son una parte vital de la gestión de los servicios ambientales forestales, pero necesitan hacer frente a una aplicación ineficiente y a compartir los beneficios con las comunidades locales. Estimaciones realizadas sobre el costo de la aplicación efectiva de las áreas protegidas con compensaciones para las comunidades locales son el doble o el triple el monto que se gasta en la actualidad (Cuadro 5). Por ello, se necesita mayor inversión para asegurar una mejor integración de los intereses de las comunidades y mejorar la efectividad, junto con una mejor administración, de las zonas de gestión.

Invertir en áreas protegidas puede traer beneficios a la economía nacional a largo plazo. Algunos países han sido capaces de construir una lucrativa industria turística basada en la naturaleza, y que ha atraído divisas extranjeras y ha generado fuentes de trabajo. Un ejemplo es Costa Rica, donde las áreas protegidas recibieron anualmente más de un millón de visitantes en un periodo de cinco años hasta 2006, generaron ingresos por

cuotas de entrada de más de cinco millones de dólares en 2005, y crearon 500 empleos directos. Las áreas protegidas en América Latina reciben un gran número de visitantes y generan una gran cantidad de puestos de trabajo ligados a la industria. Por ejemplo, las áreas protegidas mexicanas registraron 14 millones de visitantes al año y 25,000 puestos de trabajo (Robalino et al., 2010).

El turismo basado en la naturaleza también es una importante actividad económica en el África Subsahariana y el número de llegadas de turistas está aumentando más rápido que el promedio mundial (en 2004, fue de 14 por ciento en comparación con 10 por ciento en todo el mundo). En la región de los Grandes Lagos, los ingresos por turismo basados en la observación de gorilas y otras actividades aporta alrededor de 20 millones de dólares anuales (Gumbo, 2010). Sin embargo, la industria turística en África también tiene costos humanos y ambientales, contribuyendo al desplazamiento de comunidades locales, lo que socava los derechos y los medios de subsistencia (Gumbo, 2010).

Es cierto que aislar los bosques como zonas protegidas ha sido controvertido porque se considera que limita actividades más productivas como la explotación maderera y la agricultura. También se argumenta que es perjudicial para los medios de subsistencia y los derechos humanos, en particular en las poblaciones indígenas (Coad et al., 2008). Los impactos sociales de las áreas

protegidas identificados por estos autores incluyen: el desplazamiento de las comunidades locales, cambios en el uso tradicional del suelo, denegar o restringir el acceso a los recursos naturales, pérdida de empleo, daños a cultivos y la depredación del ganado.

Se han realizado estudios en términos de costo-beneficio de bosques protegidos en diferentes regiones. Estos analizan los costos y beneficios a escala local, nacional y mundial, pero son incapaces de monetizar todos los costos sociales identificados anteriormente (Balmford et al., 2002; Coad et al., 2008). Si bien existen algunas variaciones, una serie de estudios concluyen que los beneficios globales y, en ocasiones, los beneficios a escala nacional superan los costos totales, incluyendo los costos de oportunidades tangibles de las comunidades locales. Por ejemplo, la protección de los bosques de montaña de Virunga y Bwindi en África Central y del Este -hábitats de los gorilas de montaña- muestran beneficios positivos en comparación con los costos, pero la mayoría de ellos se acumulan en la comunidad internacional (Hatfield & Malleret Rey, 2004). En general, el turismo de gorilas generó 20.6 millones de dólares al año en beneficios, con un 53 por ciento a escala nacional, 41 por ciento a nivel internacional y solo un seis por ciento en un ámbito más local.

Otro estudio (Ferraro, 2002), uno de los seis reseñados por Coad et al. (2008), examina los costos y beneficios que genera el Parque Nacional Ranomafana (Madagascar), creado en 1991. El autor encontró que los costos de oportunidad para las comunidades locales ascendieron a 3.37 millones dólares o 39 dólares por hogar al año, pero fueron ampliamente superados por los beneficios a escala global o nacional. Estudios anteriores del Parque Nacional Mantadia, en Madagascar; (Kramer et al., 1995) y el Parque Nacional del Monte Kenia, en Kenia, (Emerton, 1998) obtuvieron conclusiones similares.

Estos estudios indican que, en teoría, las ganancias registradas en las áreas protegidas deberían compensar a las comunidades locales. Sin embargo, la experiencia acumulada ha demostrado que esta compensación rara vez ha ocurrido. Esto enfatiza un reto y una oportunidad en el sector forestal verde para capturar los beneficios en un ámbito mundial, y crear mecanismos de redistribución capaces de compensar a las comunidades locales y mejorar sus medios de subsistencia.

En cuanto a los efectos ambientales, aunque la creación de áreas protegidas no garantiza un desarrollo del medio de forma natural muchas de estas se han visto invadidas. Hay ejemplos positivos que sugieren que esta opción de inversión merece una mayor atención. Las áreas protegidas se consideran muy importantes para la conservación de la biodiversidad restante de los bosques tropicales (Lee et al., 2007; Rodrigues et al.,

Cuadro 5: Costos de una aplicación efectiva de las áreas protegidas

En 1999 se estimó que el costo total de un manejo efectivo de los sistemas de áreas protegidas fue aproximadamente de 14 millones de dólares por año. Esto incluyó un aumento en los costos de gestión (estimados para ese entonces en 6,000 millones de dólares) por más de un tercio y la introducción de pagos por compensación a las comunidades que radican en áreas protegidas en, aproximadamente, 5,000 millones de dólares (James et al., 1999). Una estimación posterior de 20,000 millones a 28,000 millones de dólares (Balmford et al., 2002) suma los gastos para mejorar las áreas protegidas para garantizar, de este modo, la protección del 15 por ciento de la superficie de la tierra en cada región. Asumiendo que los bosques constituyen el 60 por ciento de las áreas protegidas terrestres, esto implicaría un costo de 12,000 millones a 17,000 millones de dólares por año para una gestión efectiva de los bosques protegidos.

2004). Estudios realizados en el Sureste Asiático muestran que los parques y reservas registran una mayor densidad de población de especies de aves endémicas que aquellas que han sido intervenidas por el ser humano (Lee et al., 2007).

Figuroa y Sánchez-Cordero (2008) evaluaron la eficacia en la prevención de la deforestación de las Áreas Naturales Protegidas en México (ANP). Se diseñó un índice de efectividad, con base en el porcentaje de áreas protegidas del total de áreas transformadas; se evaluó la tasa y magnitud absoluta de cambio en estas, se realizó una comparación entre las tasas de cambio que se observa en el interior del área protegida y en un área equivalente alrededor, y entre la ANP y el Estado en el que está localizada. Los autores encontraron que más del 54 por ciento de las ANP eran eficaces en la prevención del uso de suelo o del cambio de la cubierta vegetal.

3.3 Inversión en pago por servicios ambientales

Actualmente no existen estadísticas precisas sobre la cantidad de dinero que se invierten en esquemas de PSA. Sin embargo, Canby y Raditz (2005) la estiman en cientos de millones de dólares. La mayor parte de este dinero proviene directamente de los gobiernos o del apoyo de donantes internacionales. Estos fondos cubren dos tipos de gastos: 1) el pago a los propietarios de la tierra o de la concesión del bosque; 2) la compensación del costo de oportunidad de las pérdidas por el uso de suelo, junto a los costos de todas las acciones necesarias para su conservación, como el levantamiento de muros de contención, el empleo de guardias forestales o los costos de transacción de diseño, creación y funcionamiento del sistema de pago, incluyendo la gestión de contratos, la administración y la transferencia de fondos, así como la vigilancia y monitorización.

La evidencia sobre los impactos sociales y económicos de los sistemas de PSA es variada, tanto en el grado en que los grupos más pobres participan en estos planes, como en el de beneficios para el sustento de aquellos que lo hacen (Engel et al., 2008; Porras et al., 2008). La evidencia del impacto sobre los no participantes es escasa, y se limita en gran medida a las aportaciones que se realizan desde Costa Rica, donde una alta proporción de los que reciben pagos contratan mano de obra para desarrollar trabajos relacionados de conservación (Miranda et al., 2003; Ortiz Malavasi et al., 2003).

Los dos sistemas nacionales de PSA relacionados con la conservación de bosques en Costa Rica y México proporcionan experiencias contrastadas en cuanto a la naturaleza de los participantes. Lo que refleja, has-

ta cierto punto, las diferencias entre los sistemas del uso de suelo y de los bosques. En Costa Rica, donde la mayor parte del terreno se concentra en manos privadas, los pequeños agricultores tienen muy poca participación en el sistema de PSA, a pesar de los esfuerzos realizados para dar prioridad a las regiones más pobres (Porras, 2010). En México, una gran proporción de terrenos forestales se mantiene como propiedad común por las comunidades locales y, aunque los criterios para la selección de áreas prioritarias son principalmente biofísicas, los grupos más pobres están relativamente bien representados. En 2003 y 2004, el 72 por ciento y 83 por ciento, respectivamente, del pago total se destinó a los bosques asociados a centros de población marginada (Muñoz-Piña et al., 2008).

Planes locales como los desarrollados en Pimampiro (Ecuador) y en Los Negros (Bolivia) han logrado una amplia participación de los propietarios de bosques locales, aunque en un área pequeña porque han sido capaces de adaptarse a las circunstancias locales (Porras et al., 2008). En Los Negros, por ejemplo, la mayoría de los propietarios de tierras no tienen títulos de propiedad, pero el plan siguió adelante basándose en el reconocimiento local de la propiedad del terreno de los agricultores (Robertson & Wunder, 2005).

El análisis de los beneficios en los medios de subsistencia tras la aplicación de los esquemas de PSA en distintos países de América Latina ha arrojado resultados variados, y han sido bien acogidos por los participantes. Los pagos en efectivo, con algunas excepciones, parecen ser relativamente insignificantes en comparación con los costos de oportunidad y los ingresos de los hogares (Porras et al., 2008). Esto ha llevado a algunos investigadores a concluir que los pagos se constituyen más como un apoyo, proporcionando reconocimiento por las buenas prácticas existentes, que un incentivo real para el cambio de uso del suelo (Kosoy et al., 2007; Ortiz Malavasi et al., 2003).

Beneficios no financieros como el desarrollo de capacidades, el fortalecimiento del terreno y la tenencia de recursos son considerados a menudo relevantes. Por ejemplo, los sistemas de PSA han demostrado que pueden reforzar la gestión de recursos y las capacidades de coordinación social de las instituciones comunitarias (Tacconi et al., 2009).

El desarrollo de capacidades ha sido catalogado como un beneficio resultante de los sistemas de PSA. Por ejemplo, aumentar la productividad agrícola en Pimampiro, Ecuador (Echavarría et al., 2004); la formación apícola en Bolivia medida en 35 dólares por participante (Asquith & Vargas, 2007). Sin embargo, desde la perspectiva de Tacconi et al. (2009) hay pocas evidencias disponibles sobre el impacto a largo plazo del desa-

rollo de capacidades, por ejemplo, en la aplicación de nuevos conocimientos y habilidades.

Los resultados del análisis sobre la eficacia de los PSA en términos de la reducción de la deforestación también son mixtos, lo que refleja las dificultades para establecer una hipótesis clara sobre lo que habría sucedido en ausencia del sistema de PSA y la predicción de las superficies de áreas deforestadas (Cropper et al., 2001; Nelson & Hellerstein, 1997).

El esquema nacional en Costa Rica refleja una reducción en la tasa de deforestación nacional después de que el esquema de PSA fuera puesto en marcha, aunque gran parte de la investigación sobre este esquema arroja dudas sobre una relación causal entre ambos factores (Cuadro 6). Lo mismo puede decirse del esquema nacional en México (Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, PSAH). Hasta ahora, el único estudio importante sobre este esquema (Muñoz-Piña et al., 2008) encontró que gran parte de la tierra sometida al sistema de pagos no estaba en riesgo de ser convertida como consecuencia de sus bajos costos de oportunidad. En 2003, solo el 11 por ciento de las hectáreas participantes en el esquema fueron clasificadas con un alto o muy alto riesgo de deforestación.

Esta cifra aumentó a un 28 por ciento en 2004, pero volvió a disminuir a un 20 por ciento en 2005.

Un común denominador de esta investigación es la importancia de focalizar áreas específicas en la mejora de la eficacia de los PSA. Robalino et al. (2010), al señalar que en Costa Rica hubo mejoras en el período 2000-2005 en comparación con el período 1997-2000, argumentaban que focalizar áreas afectadas por algún tipo de presión en la deforestación e incluir pagos espacialmente diferenciados eran dos pasos viables para mejorar la eficacia del sistema. Esto subraya la importancia de desarrollar sistemas de monitoreo y verificación, así como de recopilación de datos (incluyendo el uso de bases de datos fácilmente disponibles en Sistemas de Información Geográfica, SIG) que pueden ayudar a identificar áreas adicionales.

La experiencia de los PSA también muestra que, si bien se han afrontado desafíos en el logro de los objetivos ambientales y en asegurar la participación de los propietarios de bosques a pequeña escala y grupos marginales, se ha logrado un importante aprendizaje y adaptación para poder acometer mejoras. Particularmente, se han encontrado maneras de incluir a los propietarios de terrenos sin títulos de tenencia en los esquemas de PSA. Las

Cuadro 6: Investigación sobre el impacto de los PSA en la deforestación en Costa Rica

En un estudio realizado por Miranda et al. (2003) en la cuenca de Virilla (Costa Rica) se les preguntó a los participantes del programa de PSA acerca de sus motivaciones para colaborar en el proyecto. Una de las conclusiones es que muchos querían mantener sus bosques con o sin pago.

Sin embargo, como la tala de bosques está prohibida por la ley, lo anterior pudo influir en las respuestas de los propietarios que, posiblemente, no quisieron revelar abiertamente que contemplaban como posible actividad la tala ilegal. Estas respuestas representan solo un momento en el tiempo. No queda claro cómo estas motivaciones cambiarían conforme a las condiciones macroeconómicas y microeconómicas. Otro estudio examinó las características de los terrenos incluidos en el esquema de PSA. Por ejemplo, en la aislada Península de Osa (Costa Rica) se descubrió que la tierra sujeta a contratos de protección correspondía principalmente a los bosques que no estaban en peligro de ser convertidos debido a su lejanía y difícil acceso (Sierra & Russman, 2006).

Un análisis a escala nacional realizado por Sánchez-Azofeifa et al. (2007) encontró que, aunque la tasa promedio de deforestación se redujo de un 0,06 por ciento anual en 1986-1997 a un 0,03 por ciento anual en la primera fase del programa de PSA en 1997-2000, no hubo una diferencia significativa en la tasa de deforestación entre las áreas inscritas en el esquema nacional de PSA y las áreas que no lo estaban.

Los autores sugieren que esto pudo reflejar la falta de focalización de las áreas bajo presión de ser deforestadas y el impacto de las anteriores políticas de conservación de los bosques, incluyendo una restricción legal de las talas en 1997. Asimismo, se encontraron resultados similares en un estudio más reciente de Robalino et al. (2008). Por ejemplo, la eficiencia de los PSA en la reducción de la deforestación entre 2000 y 2005 también fue baja. Menos del uno por ciento de las parcelas inscritas al programa cada año, hubieran sido deforestadas ante la ausencia de pagos.

acciones más importantes parecen ser la introducción de criterios ambientales y sociales para focalizar y promover activamente la opción de PSA entre grupos que, de otra manera, no se involucrarían y/o reducir los costos de transacción. También es importante la participación de intermediarios u organizaciones facilitadoras cuya misión es el desarrollo de la comunidad (Grieg-Gran, 2008).

La principal limitación para la expansión de los sistemas de PSA ha sido la falta de fondos para ampliar los proyectos piloto. Incluso programas puestos en marcha a escala nacional, como los de Costa Rica, se han visto limitados por la falta de recursos, con solicitudes

para entrar al sistema que superan, en gran medida, la cantidad de fondos disponibles (Porrás et al., 2008). Si se negocia un mecanismo REDD+, habrá un cambio en la cantidad de fondos disponibles: las cantidades que actualmente están siendo manejadas en la fase de preparación ya son considerables. Sin embargo, si los sistemas de pago son implementados a mayor escala y en lugares donde el gobierno se encuentra en una situación de debilidad administrativa, quienes distribuyen los pagos tendrán que evitar un mal reparto ante la intervención de las élites locales, por lo que habrá que prestar mayor atención en fortalecer la gestión de la tierra por las comunidades locales (Bond et al., 2009). Cualquier inversión que pretenda aumentar los PSA bajo REDD+ deberá atender esta situación.

Cuadro 7: Investigación sobre la rentabilidad de la Tala de Bajo Impacto (RIL)

Los estudios de los costos y beneficios de una mejor gestión forestal arrojan resultados contradictorios. Dos estudios realizados en la Amazonia brasileña, en el Bosque Nacional de Tapajós (Bacha & Rodríguez, 2007) y en Paragominas (Barreto et al., 1998), concluyeron que la RIL puede ser muy rentable. Sin embargo, Putz et al. (2008) destacan otros estudios que han mostrado que los métodos convencionales son más rentables (Healey et al., 2000) o han dado resultados mixtos (Applegate, 2002). Por lo tanto llegan a la conclusión de que no es posible derivar conclusiones generales acerca de la viabilidad financiera de la RIL debido a la amplia gama de condiciones de los bosques tropicales y las prácticas que influyen en su rentabilidad.

Una revisión previa de la información de costos en más de 250 estudios sobre RIL (Killmann et al., 2002) llegó a la conclusión de que la RIL es más costosa, pero no tanto como se esperaba. Las actividades en que la RIL involucraba costos más altos incluían la planificación, donde la diferencia promedio (diez observaciones) fue de 0,28 dólares por m³, y la tala de árboles, donde la RIL fue 0,56 dólares por m³ superior a los métodos convencionales o un 48 por ciento más alto. Es posible que desde que se realizara esa investigación, la experiencia obtenida con técnicas de la RIL haya dado lugar a una reducción de costos y a una mayor rentabilidad, tal y como se refleja en los estudios más recientes de Brasil y que han sido citados con anterioridad.

3.4 Inversión en gestión forestal y certificación

Este enfoque de inversión reconoce abiertamente la importancia de la producción de madera, fibra y energía en los bosques naturales. Si estos son correctamente administrados, no deberían entrar en conflicto con la prestación de otro tipo de servicios. Por otra parte, la capacidad de los bosques para generar rendimientos, mediante la extracción de madera, y que sean suficientemente altos como para ser competitivos con otros tipos de uso del suelo es un factor importante para prevenir la conversión total.

Desde principios de 1990, varios conjuntos de lineamientos sobre la Tala de Bajo Impacto (RIL, por sus siglas en inglés) se han producido en las diferentes regiones del mundo, diseñados para reducir los impactos ambientales adversos asociados a la tala de árboles, el tratamiento y el transporte de la madera (Putz et al., 2008). Algunos de los requisitos de RIL implican mayores costos para las empresas madereras, en forma de nuevos equipos de seguridad o supervisores técnicamente calificados; reducción de superficie cultivada y/o en la necesidad de utilizar helicópteros o sistemas de cableado para talar las zonas de pendientes pronunciadas (Putz et al., 2008). Teniendo en cuenta su planificación, la RIL debe traducirse en un menor desperdicio de madera con valor de la venta. De hecho, cuando estas medidas fueron promovidas por primera vez, se esperaba que fueran lo suficientemente atractivas en términos financieros como para que las compañías madereras las adoptaran como parte de sus prácticas habituales. Sin embargo, la evidencia de los beneficios financieros es variada, lo que refleja la amplia gama de prácticas forestales y de condiciones (véase el Cuadro 7).

La RIL es tan solo un aspecto de los criterios del MFS e indicadores utilizados en los estándares nacionales

y en los esquemas de certificación voluntarios que describen más ampliamente los elementos de buenas prácticas. Hay un número de requisitos que aumentan el costo, más allá de la RIL, que hace poco probable que una mayor eficiencia sea suficiente para compensarlos.

En particular, la experiencia de África y Gabón, en concreto, ha demostrado que cumplir con los requisitos gubernamentales de los estándares de MFS puede ser todo un reto (Cuadro 8). La administración del MFS es costosa y, como resultado, ha sido limitada.

En este sentido, han surgido diversos esquemas para certificar la gestión forestal bajo los estándares del MFS, así como sistemas de rastreo de madera necesarios para detectar si la madera fue producida bajo patrones sostenibles y legales. Inspectores independientes evalúan un conjunto de documentación de gestión forestal y de las prácticas que se realizan en el campo. Hay dos enfoques internacionales que cuentan con un amplio apoyo: FSC y PEFC. Ambos ofrecen la cadena de custodia de la certificación, el rastreo o trazabilidad de productos derivados de un MFS y la verificación de que no están contaminados por otros potencialmente no sostenibles. La logística puede ser desafiante, especialmente en el caso de la pulpa, en donde se mezclan una gran cantidad de fuentes de madera. Por lo general, opera mediante un sistema electrónico de registros de etiquetado con códigos de barras y seguimiento de los productos subsecuentes.

Las empresas que optan por la certificación no solo tienen que cubrir los costos de cualquiera de las mejoras necesarias para cumplir con las normas, sino también atender los costos directos o de transacción de la solicitud de certificación. Para pequeñas áreas forestales, estos pueden ser relativamente importantes (Bass et al., 2001). Los costos directos de la certificación FSC se han estimado en un rango entre 0.06 y 36 dólares por hectárea certificada, dependiendo del tamaño de la superficie forestal, ya que los costos unitarios disminuyen con la escala (Potts et al., 2010). En la certificación, los vínculos con los mercados y la posibilidad de un sobreprecio o la mejora del acceso a los mercados de alto valor son incentivos para la inversión.

Un análisis del impacto de la certificación forestal realizado por Cashore et al. (2006) utilizó estudios de caso de 16 países en cuatro regiones (África Subsahariana, Europa Oriental y Rusia, Asia-Pacífico y América Latina). Se reportaron sistemáticamente efectos sociales positivos, incluyendo mejores salarios y condiciones de trabajo, el desarrollo de la infraestructura de la comunidad y capacitación. Hubo menor consistencia en estos estudios de caso y otra literatura reciente sobre los beneficios del mercado por la certificación de las empresas en cuestión, generando dudas sobre su via-

bilidad financiera en algunas áreas (Cuadro 9, en la siguiente página).

Mientras que podría existir un nicho de mercado para determinados tipos de madera certificada, muchas empresas (sobre todo en países en vías de desarrollo y en transición) producen para mercados locales y nacionales. En estos casos, herramientas como la certificación del FSC no proporcionarán un impacto significativo en los precios recibidos (Cashore et al., 2006). Los estudios sobre la certificación en África, Europa del Este y América Latina sostienen esta conclusión. No obstante, en tres bosques tropicales en países de Asia y el Pacífico, hay cierta evidencia de beneficios positivos del mercado por la certificación. En otros casos, en Suráfrica y Finlandia, se ha encontrado que la certificación es benéfica para el mantenimiento de la cuota de mercado existente (Cuadro 9). Este cuadro proporciona ejemplos, tanto positivos como negativos, de la razón costo-beneficio en relación a la adopción de la certificación.

La certificación ha sido utilizada hasta ahora en operaciones forestales de todas las dimensiones en países desarrollados, así como por grandes empresas (a menudo, de plantaciones) en países en vías de desarrollo.

Cuadro 8: Altos costos de los planes de MFS en Gabón

Cálculos aproximados muestran que se necesita una inversión en torno a 4,505,000 de dólares en una concesión de 15,000 hectáreas (para los habitantes locales), de los cuales 2.85 millones (63 por ciento) se destinarán a la elaboración de un plan de gestión; y el resto irá a parar a la realización de estudios asociados y evaluaciones de impacto. En este sentido, los más costosos son los relacionados con la fauna. Estas cifras no incluyen la capacitación y otros gastos, como las licencias. La gestión forestal sostenible contempla requisitos complejos. Para formular un plan de MFS para una concesión, se necesita un inventario de los recursos forestales y recursos para la elaboración de mapas, la evaluación y medición de los bosques, así como para el desarrollo de un plan y un proceso para su implementación. Tan solo estas acciones conllevan grandes inversiones. Además, el Código Forestal de Gabón exige prácticas de tala de impacto reducido; la composición de los trabajadores debe establecer durante, al menos, 25 años y los espacios agrícolas deben estudiarse con anterioridad.

Fuente: Gumbo (2010)

Cuadro 9: Costos y beneficios de la certificación para productores

En Uganda no existe un mercado interno para productos certificados y la mayoría de las exportaciones se destinan a otros países africanos que no necesitan de certificación (Gordon et al., 2006). Paschalis-Jakubowicz (2006) reportan que, si bien la certificación del FSC aumentó los costos para los productores privados, esto no se reflejó en el precio de la madera en el mercado polaco. En Guatemala y México, los beneficios económicos de la certificación, en términos generales, no han cumplido con las expectativas, a pesar de las grandes iniciativas gubernamentales para fomentar su uso en las comunidades y la industria (Carrera Gambetta et al., 2006; Anta Fonseca, 2006). En Guatemala, los costos directos e indirectos de la certificación de la reserva de la Biosfera Maya se han estimado que oscilan entre 0,10 y 1,90 dólares por hectárea certificada, entre 8 y 107 dólares por hectárea cultivada al año, y entre 4.2 y 52.9 dólares por m³ de madera extraída. Esto indica una alta variación, pero sugiere que para algunos propietarios de bosques, los costos son muy altos. Si bien se han obtenido ciertas primas sobre el precio, éstas no son altas (en el caso de la caoba certificada son de 0.05 a 0.10 dólares por pies-tablares -un pie tabla corresponde a 0,0023597 metros cúbicos-, equivalentes a menos del diez por ciento del precio de venta, y se encontró que los precios de la madera no certifica-

da los alcanzaron pronto (Carrera Gambetta et al., 2006). Malasia se ha beneficiado de un sobreprecio promedio de 37 por ciento sobre el precio de la madera aserrada (ver Shahwahid et al., 2006). Muhtaman y Prasetyo (2006) encontraron que la empresa indonesia Perum Perhutani recibió un sobreprecio del 15 por ciento; y Wairiu (2006) reportó un incremento en el precio por metro cúbico de la madera etiquetada bajo el Programa Ecoforestal de las Islas Salomón (SIEF, por sus siglas en inglés) mediante el régimen de Empresas comunitarias de ecomadera (VETE, por sus siglas en inglés). Una encuesta de la industria del mueble en Suráfrica reveló que la certificación del FSC no da lugar a un sobreprecio; no obstante hay otros beneficios como mantener los mercados existentes y al contribuir en el control de la calidad (Morris y Dunne, 2003 citado en Blackman y Rivera, 2010).

En Finlandia, una encuesta sobre la percepción de las empresas de productos de madera certificada y no certificada, encontró que no se considera que la certificación mejore el rendimiento financiero o que produzca un sobreprecio. Sin embargo, sí era importante para la señalización de la responsabilidad ambiental, así como para mantener la cuota de mercado (Owari et al., 2006 citado en Blackman & Rivera, 2010).

Ninguno de los diez bosques certificados más grandes se encuentra en los trópicos y pocos de los certificados son administrados por comunidades (FSC, 2010). Esto refleja los desafíos de interpretar y cumplir con las normas sociales en el ámbito local, la cuestión de la incertidumbre de los derechos y de los activos de los propietarios y administradores de los bosques tropicales, así como el escaso acceso al capital, las habilidades y los mercados (Bass, 2010).

Por otro lado, hay algunas excepciones importantes que sugieren que estos desafíos pueden ser superados. México cuenta con más de 700,000 hectáreas con certificación FSC de bosques naturales administradas por comunidades, lo que abarca 33 comunidades respaldadas entre 56 y 252,000 hectáreas. La mayoría de estas (26 de 33) cubren menos de 20,000 hectáreas (Robalino et al., 2010). El Proyecto de Conservación de Mpingo (Tanzania) fue galardonado en 2009 con una certificación grupal FSC por sus bosques comunitarios; y el pueblo

Kikole, una de las comunidades rurales que constituyen el proyecto, vendió la primera cosecha en el mundo de madera negra africana certificada por FSC en enero de 2010 (FSC, 2009).

En términos de impactos ambientales de la certificación, existe una percepción general de que ésta ha sido adoptada por empresas forestales que ya estaban practicando una buena gestión forestal. En apoyo a esta percepción, se encuentra el patrón geográfico de la adopción de la certificación que está muy concentrado (80 por ciento en el caso de FSC) en zonas templadas y boreales (FSC, 2010). La evidencia del impacto de la certificación forestal en la biodiversidad ha sido reseñada por van Kujik et al. (2009), quien concluyó que, si bien no hay pruebas concluyentes sobre los efectos cuantitativos, las buenas prácticas de la gestión forestal relacionadas con la certificación son beneficiosas para la biodiversidad. Esto incluye la RIL, zonas ribereñas de amortiguamiento, preservación de especies vivas en zonas taladas, áreas pro-

tegidas dentro de las unidades de gestión forestal y los corredores de biodiversidad. La revisión también reveló que muchas especies y ecosistemas se ven afectados negativamente por cualquier forma de explotación forestal, destacando la necesidad de una combinación de áreas de conservación y áreas de producción forestales.

Una revisión más reciente y encuesta a expertos (Zagt et al., 2010) llega a una conclusión altamente calificada: la certificación ha ayudado a reducir la pérdida de biodiversidad en los trópicos. Las excepciones a esta tesis están relacionadas al área limitada de bosques naturales certificados en los trópicos y a las diversas amenazas extra sectoriales a los bosques tropicales donde la certificación sirve de poco.

En resumen, si bien hay algunos ejemplos de sobreprecio percibido por productores en países en vías de desarrollo y evidencias claras de impactos sociales positivos, el lento ritmo de expansión de la certificación forestal en zonas tropicales y subtropicales sugiere la necesidad de mayor apoyo proactivo para aumentar su expansión. La evidencia sobre el impacto ambiental indica que hay potencial, pero que la inversión en la certificación debe ir acompañada de otras medidas encaminadas a la protección del alto valor de conservación del bosque, el control de la tala ilegal y las políticas dirigidas a otros sectores.

3.5 Inversión en plantaciones forestales

La inversión en los bosques ya arraigados puede adoptar varias formas. Puede ser para fines productivos que utilicen especies autóctonas hasta para plantaciones de alto rendimiento. Por otra parte, se pueden plantar árboles para promover la restauración ecológica y de los servicios ambientales, como en el caso de China (Cuadro 10), aunque el uso de madera y leña en estos casos no está prohibido. En este sentido, se realiza a menudo la distinción entre la reforestación y la aforestación.⁵

Históricamente, los gobiernos han desempeñado un papel importante en el subsidio de las plantaciones proporcionando hasta un 75 por ciento de los costos totales (Canby & Raditz, 2005). Esto ha sido particularmente significativo en países de bajo y mediano ingreso, donde los gobiernos han justificado grandes inversiones a fin de incrementar los suministros domésticos de madera, proveer a la industria con materia prima a bajo costo e, incluso, para aliviar la presión sobre los bosques natura-

⁵ La aforestación se refiere a la plantación de árboles en tierras donde no ha existido cubierta forestal por muchos años (por más de 50 años de acuerdo con las reglas del MDL) y que, por ende, no se pueden considerar terreno forestal. La reforestación se refiere a la plantación de árboles en un terreno que ha tenido cobertura forestal removida recientemente (por ejemplo, dentro de los últimos 50 años) y que por tanto pueden ser considerados como terrenos forestales.

Cuadro 10: Aforestación en China: El Programa de Conversión de Tierras en Declive

El programa de Conversión de Tierras en Declive o Programa Grano Verde empezó en 1999 con el objetivo de convertir alrededor de 14.7 millones de hectáreas de tierras agrícolas propensas a la erosión a bosques ubicados dentro de las áreas críticas de la cuenca del Río Yangtsé y el Río Amarillo en China para 2010 (Bennett, 2008). Esto incluye 4.4 millones de hectáreas de tierras de cultivo en pendientes superiores a 25 grados (Ibid.). También se tenía el objetivo de reforestar una zona de tamaño similar de zonas áridas (Ibid.). La inversión total ha sido de 4.3 millones de dólares por año (Porrás et al., 2008). A finales de 2003, se habían transformado 7.2 millones de hectáreas de tierras de cultivo, y 4.92 millones de hectáreas de tierras infértiles habían sido aforestadas (Xu et al., 2004). A finales de 2006, la superficie de tierras de cultivo convertidas había ascendido a nueve millones de hectáreas (Chen et al., 2009). Esto representó un aumento considerable respecto a las tendencias anteriores de la conversión de tierras de cultivo en bosques, estimada en apenas 1.2 millones de hectáreas desde finales de los ochenta hasta 2000 (Bennett, 2008).

les (Canby & Raditz, 2005). Los subsidios globales para las plantaciones entre 1994 y 1998 representaron 35,000 millones de dólares, de los que 30,000 millones se destinaron a países que no son miembros de la OCDE (van Beers y de Moor, 2001; Canby & Raditz, 2005).

Durante muchos años en Brasil, las plantaciones forestales industriales fueron promovidas con fines productivos (de fibra de celulosa y carbón vegetal) mediante incentivos financieros oficiales (Viana et al., 2002). Sin embargo, varios programas ya promueven la reforestación como servicios ambientales. Por ejemplo, en Piracicaba, en el Estado de São Paulo, las autoridades locales encargadas del abastecimiento de agua prestaron asistencia a los agricultores en forma de plántulas para restaurar bosques ribereños (Porrás et al., 2008). Un número de países han invertido en la restauración de manglares con el fin de mejorar las defensas del mar.

El costo de plantar bosques y la tasa de retorno a la inversión varía según las especies, la ubicación, y el hecho de si

Actividad	Ubicación	Costo/ha	Referencia
Restauración de bosques de eucalipto	Sureste de Australia	285 euros (pasivo, por ejemplo, regeneración natural)-970 euros (activa, por ejemplo, replantación)	Dorrough & Moxham (2005) en Neßhöver et al. (2009)
Restauración de masas degradadas	Bosque del Atlántico, Brasil	2,600 euros	Instituto Terra (2007)
Replantación de manglares	Tailandia	8,240 dólares más 118 dólares/ha por año por mantenimiento	Sathirathai & Barbier (2001)
Reforestación para el secuestro de carbono y madera	Costa Rica	1,633 dólares	Basado en pagos sujetos al esquema de PSA nacional de US 980/ha (Robalino et al; 2010) que cubre el 60% de los costos (Miranda et al., 2004)
Reforestación para el secuestro de carbono y madera	Ecuador	1,500 dólares	Wunder & Albán (2008)
Aforestación	Varios regiones de India	413 dólares (precios de 2001). Promedio de 25 estimaciones de 21 estudios, variando de 12 a 755 dólares	Balooni (2003)
Plantación forestal industrial	Sabah, Malasia (<i>Acacia mangium</i>)	921 a 1,052 dólares (precios de 2001)	Chan & Chiang (2004)
Plantaciones forestales industriales	Promedio del Hemisferio Sur, EE.UU., China, principales especies	957 dólares	Cubbage et al. (2009) excluye costos del terreno y utiliza una tasa de descuento del 8%
	Uruguay (<i>Eucalyptus globulus</i>)	500 dólares	
	EE.UU. (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	1,300 dólares	
	Colombia (<i>Pinus tecunumanii</i> y <i>Eucalyptus sp.</i>)	1,800 dólares	

Tabla 6: Costos de reforestación y aforestación

la plantación es para fines productivos o solo es para protección del territorio y biodiversidad. Las diferencias en suposiciones sobre la inclusión de los costos de oportunidad del suelo o el precio del terreno también conducen a variaciones en los costos reportados (van Kooten & Sohngen, 2007). La Tabla 6 indica la variación de los costos. Tomando el rango de los costos de esta tabla y un incremento anual de cinco millones de hectáreas, el nivel actual de inversión en la ampliación de la superficie forestal podría oscilar entre 1,250 millones y 40,000 millones de dólares por año.

La tasa de retorno a la inversión privada en bosques plantados con fines productivos puede ser muy alta. Las estimaciones realizadas por Cubbage et al. (2009) acerca de la viabilidad financiera de las plantaciones industriales basadas en especies exóticas indican que, excluyendo los costos de la tierra, los retornos por plantaciones de especies exóticas en casi toda América del Sur -Brasil, Argentina, Uruguay, Chile, Colombia, Venezuela y Paraguay- podrían ser considerables, con una tasa interna de retorno (TIR) del 15 por ciento o más. Sin embargo, el registro de los incentivos públicos en plantaciones ha sido pobre, entre otros, por una errónea elección de los sitios, un material genético deficiente, un pésimo mantenimiento y la lejanía geográfica de los mercados (Bull et al., 2006; Cossalter & Pye-Smith, 2003). Los cambios en los mercados locales y

globales son también un factor importante que afecta a la tasa de retorno. Los precios bajos de la madera en los mercados mundiales a finales de la década de los noventa, y durante los primeros años de la década pasada, provocaron que las plantaciones de pequeños productores en Filipinas dejaran de ser rentables (Bertomeu, 2003).

Los impactos sociales de la reforestación pueden generar polémicas, sobre todo cuando se trata de plantaciones a gran escala dirigidas por grandes empresas privadas como consecuencia de preocupaciones sobre la apropiación de tierras, el retiro del acceso a los recursos forestales de uso común a las comunidades locales y el remplazo de la degradación percibida o de bajo valor de los bosques de propiedad común o de terrenos de importancia para la producción de alimentos o por la plantación de bosques (WRM, 2008a).

Otras investigaciones reconocen estos problemas, pero señalan que, en algunas zonas, las plantaciones pueden aportar beneficios a la población local más pobre. Garforth, Landell-Mills y Mayers (2005) subrayaron los puestos de trabajo directos e indirectos generados por el sector de plantación en Suráfrica, en las industrias de procesado y en la venta al por menor, así como en las industrias de apoyo; y calcularon que cerca del siete por

ciento de la población depende de esta actividad. Bull et al. (2005) señalaron que extensos sistemas de subcontratación y programas sociales del VIH-SIDA, educación y capacitación para el trabajo, forman parte de los beneficios de las plantaciones en el Hemisferio Sur. No obstante, Garforth et al. (2005) hicieron hincapié en que se necesita de una inversión significativa en la capacidad de negociación local para que los sistemas de subcontratación y sociales ofrezcan diferentes alternativas para salir de la pobreza.

La reforestación a pequeña escala por parte de las comunidades o de los pequeños agricultores ha gozado de menos controversia ya que, a menudo, es un importante medio de subsistencia introducido con el objetivo de reducir la pobreza. Los agricultores de India se han convertido en importantes proveedores de madera como resultado de estos programas (Saigal, 2005). Una serie de esquemas de reforestación se han enfocado en la provisión de servicios ambientales, en particular los relacionados con la captura de carbono. Mientras que algunos estudios al respecto han sido generalmente positivos, por ejemplo, Miranda et al. (2004), en Costa Rica; y Wunder y Albán (2008) sobre PROFAFOR en Ecuador, se han planteado preocupaciones sobre las escalas a largo plazo involucradas en la generación de beneficios para los agricultores y la necesidad de desarrollar capacidades. El Programa de Conversión de Tierras en Declive en China fue bien recibido por los agricultores en sus primeros años, puesto que las indemnizaciones superaban las pérdidas por ingresos agrícolas (Xu et al., 2004). Sin embargo, las encuestas realizadas en cinco provincias de aquel país encontraron que había un déficit para una proporción significativa de agricultores, de siete a 77 por ciento (Uchida et al., 2005; Xu et al., 2004).

Los impactos ambientales de la reforestación y aforestación varían considerablemente. Las plantaciones pueden ser puestas en evidencia por el uso intensivo de agua y productos químicos, así como por la introducción de especies de árboles genéticamente modificadas. Han existido muchas críticas hacia las plantaciones de monocultivos con especies exóticas (WRM, 2008b). Al reconocer el gran potencial de las plantaciones para producir madera y para disminuir potencialmente la presión de los bosques naturales, su sostenibilidad se confiere frecuentemente al ámbito local en lugar de al interior de la plantación. Si se ubican las plantaciones en terrenos menos importantes, desde una perspectiva biológica y cultural, el paisaje ofrecerá, en conjunto, una gama de bienes y servicios requeridos.

Aun cuando la plantación de árboles se realiza para fines de protección más que de producción, depende mucho de la forma en la que los programas se desarrollan. El Programa de Plantación de Manglares en Vietnam ha sido ampliamente reconocido por sus beneficios medioambientales. Supuso una inversión de 1.1 millones de dólares en la plantación (llevada a cabo por voluntarios) y la

protección de 12,000 hectáreas de manglares, pero ahorró 7.3 millones de dólares al año en mantenimiento de diques (Neßhöver et al., 2009). Por el contrario, la restauración de manglares en Filipinas obtuvo resultados deficientes, porque los árboles fueron plantados en lugares equivocados que provocó bajas tasas de supervivencia (Neßhöver et al., 2009). Del mismo modo, el Programa de Conversión de Tierras en Declive en China, aunque fue eficaz en la plantación de árboles en grandes superficies, tuvo problemas por las bajas tasas de supervivencia y la falta de apoyo técnico (Bennett, 2008). La compatibilidad de este enfoque para regiones más secas de China también ha sido cuestionada. Por ejemplo, Zhang et al. (2008), estimaron que en la región subalpina del Suroeste de China, la aforestación podría reducir la producción de agua entre 9.6 y 24.3 por ciento, dependiendo del tipo de especies y condiciones climáticas. Otro estudio (Sun et al., 2006), que aplicó un modelo hidrológico simplificado a través de las diversas regiones de China, estimó una reducción del rendimiento hídrico anual de 50 por ciento en la región semiárida de Loess Plateau, en el Norte, y de 30 por ciento en el Sur tropical.

Para concluir, la inversión privada en la reforestación desempeña un papel importante en el sector forestal verde al asegurar el suministro suficiente de madera. Pero tiene que desarrollarse dentro de la gestión del paisaje y no debe sustituir los bosques naturales ni el terreno que son importantes para la producción de alimentos de subsistencia. Las economías de escala de las plantaciones forestales, especialmente las de alto rendimiento, de crecimiento rápido y de plantaciones mono-específicas, son tales que las fuerzas del mercado impulsarán su expansión. Sin embargo, los incentivos se dan a menudo de formas que conducen al remplazo de bosques naturales. El MDL también se restringió a la aforestación y reforestación, relegando la gestión forestal en una mayor desventaja en países en desarrollo. Como subrayan Bull et al. (2005), los incentivos a las plantaciones deben ser dirigidos en lugar de promocionar los servicios ambientales forestales y el desarrollo social. También se requieren condiciones de gobernabilidad para inclinar la balanza en favor de las plantaciones forestales que mantienen a los servicios ambientales en lugar de los que no lo hacen. Es importante que los sistemas de certificación continúen proporcionando criterios para las plantaciones forestales, incluyendo plantaciones de alto rendimiento, para fomentar las mejores prácticas sin poner en desventaja la extracción sostenible de madera en los bosques naturales.

3.6 Inversión en agroforestería

La agroforestería abarca una amplia gama de prácticas como lo muestra la definición realizada en una evaluación reciente (Zomer et al., 2009): "El sistema de agroforestería comprende desde sistemas silvopastoriles de subsisten-

Tipo de sistema de agroforestería	Ubicación	Tasa de retorno/comparación con agricultura convencional	Referencia
Silvopastoril	Centro y Suramérica	4-14%	Pagiola et al. (2007)
	Amazonia peruana	Baja rentabilidad en el cambio de cultivos con el horizonte de corto plazo, pero más alta rentabilidad en un período más largo.	Mourato & Smith (2002)
Tres estratos: 1) árboles frutales, 2) plátano, papaya y limón, 3) especias.	Norte de Bangladesh	La agroforestería es más rentable que la agricultura convencional con o sin incluir los costos de mano de obra familiar y menores riesgos.	Rahman et al. (2007)
Agroforestería mixta, madera, horticultura, agricultura-madera extraída después de 15 años.	Chittagong Hill Tracts, Sur de Bangladesh	Agroforestería ofrece un menor rendimiento anual por unidad de tierra que el cambio de cultivo agrícola en el año uno, cinco, nueve y 13, y mayor en otros años. Agroforestería tiene un mayor VPN a lo largo de 15 años a una tasa de descuento del 10%.	Hossain et al. (2006)
Setos como contorno.	Bisayas del Este, Filipinas	A través de la conservación del suelo y la mejora de los rendimientos, incrementa los beneficios de la agricultura en 53 dólares, en promedio, por hogar o seis por ciento del ingreso total, pero ponderado por los costos de oportunidad de la tierra y el trabajo. Se excluyen los beneficios, como la leña y forraje, así como los beneficios a largo plazo y externos.	Pattanayak & Mercer (1998)
Barbecho con árboles fertilizantes.	Zambia	A lo largo de cinco años a una tasa de descuento de 30%, la agroforestería es más rentable a que el cultivo continuo de maíz sin fertilizantes minerales.	Ajayi et al. (2006)
Parcelas forestales de rotación.	Tanzania	La agroforestería tiene un valor presente neto de 388 dólares/ha, seis veces mayor que el maíz convencional.	Franzel 2004 citado en Ajayi et al. (2006)

Tabla 7: Comparativo de la tasa de retorno entre la agroforestería y la agricultura convencional

cia hasta jardines de casa, pasando por la producción de madera, cultivos de árboles de todos los tipos integrados con otros cultivos y plantaciones de biomasa dentro de una gran diversidad de condiciones biofísicas y características socioecológicas. El término ha llegado a incluir el papel de los árboles en las interacciones a nivel del paisaje, como los flujos de nutrientes del bosque a la granja o la dependencia de la comunidad en la gasolina, madera o biomasa disponible dentro del paisaje agrícola”.

Zomer et al. (2009) estiman que casi 1,000 millones de hectáreas de tierras agrícolas podrían ser consideradas actualmente como agroforestales, si se considera el umbral de la cubierta forestal del diez por ciento. Con un umbral más alto, de un 30 por ciento, el área de la agroforestería podría ser considerablemente inferior a 375 millones de hectáreas, pero aún significativa. Los autores llegan a la conclusión de que los árboles son una parte integral del paisaje agrícola en todas las regiones excepto en África del Norte y Asia Occidental. La agroforestería es relativamente importante en América Central, Suramérica y el Sureste Asiático, donde las tradiciones están sumamente arraigadas en cuanto a la gestión así como a nuevas formas científicas de agroforestería, aunque estas se practican en una mayor proporción de la superficie de África.

Al igual que con la reforestación, los costos y las tasas de retorno de los sistemas agroforestales varían de forma considerable dependiendo de la ubicación, de las especies y del tipo de gestión. FAO (2005b) cita una revisión de Current y Scherr (1995) sobre prácticas agroforestales

en América Central y el Caribe, en la que encontró que en dos tercios de los casos el Valor Presente Neto (VPN) y los retornos a la mano de obra eran más altos que para las principales prácticas alternativas. Algunos estudios más recientes que han comparado la rentabilidad de los sistemas agroforestales con los sistemas agrícolas convencionales en varios lugares se muestran en la Tabla 7. Por lo general confirman las conclusiones en Current y Scherr (1995), pero muestran la importancia para los resultados de los horizontes de tiempo, tasas de descuento y el conjunto de beneficios incluidos. Una conclusión común de los estudios que se encuentran a favor de la rentabilidad de la agrosilvicultura es que se requiere de una inversión considerablemente mayor en los primeros años, lo que constituye un gran obstáculo para su puesta en marcha.

La revisión de la FAO sobre los beneficios de la agroforestería (FAO, 2005b) menciona una lista de efectos positivos para agricultores, una fuente adicional de ingresos en efectivo, el suministro de productos como forraje para el ganado, leña y fertilizantes en forma de árboles fijadores de nitrógeno –que el agricultor de otra manera tendría que comprar–, la disminución del riesgo debido a la mayor gama de productos en la granja, y la capacidad de generar ingresos durante todo el año y acumular beneficios en diferentes momentos, a corto, medio y largo plazo.

La investigación sobre el esquema de pagos para la agroforestería introducido en Costa Rica en 2004 como una actividad más elegible en el esquema nacional de PSA,

Cuadro 11: Evidencia del impacto de los incentivos para las prácticas silvopastoriles

Alrededor de 4.5 millones de dólares se invirtieron en pagos a los agricultores en América Central y Colombia para financiar una transición hacia un mayor uso de prácticas silvopastoriles en la ganadería. Los pagos a los agricultores se basaron en un sistema de puntuación por servicios ambientales.

La investigación sobre la aplicación de este esquema en el Quindío, Colombia (Ríos y Pagiola, 2009) muestra una diferencia significativa entre los participantes y el grupo de control después de cuatro años de pagos. Solo el 13 por ciento de la superficie terrestre en el grupo control experimentó cambio alguno en el uso del suelo y el efecto de este fue para aumentar la puntuación de servicios ambientales en un siete por ciento. Por el contrario, los cambios en las prácticas de uso de la tierra se extendieron al 44 por ciento

de la superficie ocupada por los participantes en el sistema de pago por servicios ambientales, mientras que el sistema de puntuación se incrementó en un 49 por ciento. Conclusiones similares basadas en la observación casual de las zonas vecinas, se replican para el esquema silvopastoril en Matiguás-río Blanco, en Nicaragua (Ríos & Pagiola, 2009). Aunque los servicios hidrológicos no fueron un foco de atención de los esquemas de pago, se encontraron algunos impactos positivos. El esquema silvopastoril en Quindío (Colombia) analizó la calidad del agua río arriba y encontró una rápida disminución de la turbidez, en la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la presencia de bacterias coliformes después de haber implementado medidas para reforestar las riberas de los ríos y protegerlos de la entrada de ganado (Pagiola et al., 2007).

ofrece evidencias sobre el impacto social de proveer incentivos al sector (Cole, 2010). Una alta proporción (78 por ciento) de los agricultores entrevistados reportó un aumento en los ingresos que no procedía de la venta de la madera extraída, sino del dinero restante después de haber cubierto los costos de plantación y mantenimiento. Esto fue particularmente importante en las comunidades indígenas debido a su fuerte dependencia de la agricultura de subsistencia y de las escasas oportunidades de obtener ingresos procedentes de otras actividades. Sin embargo, los agricultores vislumbraban las plantaciones como una inversión para las generaciones futuras y veían poco beneficio a corto plazo. Mientras se concluyó que los pagos eran efectivos en la superación de obstáculos iniciales de tipo económico y técnico, también se subrayó la necesidad de desarrollar capacidades y el respaldo de fuertes organizaciones locales.

Una serie de proyectos y programas han promovido la amplia adopción de sistemas agroforestales basándose en su importancia local y sus beneficios para el medio ambiente. El programa Alternativas al Sistema de Corte y Quema mostró que sistemas de cultivos de árboles, ya sean mixtos o de monocultivo, tienen importantes beneficios en términos de captura de carbono. Esto era, en parte, debido al cultivo limitado del suelo y la consecuente degradación de este, pero también por el uso de muchas capas verticales de vegetación. Se ha estimado que en Sumatra (Indonesia) los sistemas agroforestales de caucho almacenan unas 116 toneladas de carbono por hectárea; es decir, el 45 por ciento de la cantidad almacenada por bosques naturales no modificados (254

t/C por ha), mientras que el cultivo continuo de yuca solo es de 39 de toneladas de carbono por hectárea (Tomich et al., 2001).

La FAO (2005b) cita evidencias acerca de diversos tipos de beneficios ambientales de la agroforestería. En Sumatra (Murniati et al., 2001) se mostró que los hogares con diversificados sistemas agroforestales dependen menos de la recolección de productos forestales de las áreas protegidas que los agricultores que cultivan arroz. En EE.UU., se ha calculado que los árboles plantados como rompevientos han incrementado significativamente el rendimiento del cultivo, por ejemplo, en un 23 por ciento, para el trigo de invierno (Kort, 1988). Más recientemente, un proyecto silvopastoril implantado en Colombia, Costa Rica y Nicaragua financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), que se enfocaba a áreas específicas de pastos degradados, ofrece cierta evidencia rigurosa de los beneficios ambientales en la creación de incentivos para la agroforestería (Cuadro 11).

En general, la agroforestería tiene el potencial de ser beneficiosa tanto para los agricultores como para el resto de actores a través de la captura de carbono, la reducción de la sedimentación en aguas superficiales y el mantenimiento de una base más amplia de la biodiversidad agrícola. Sin embargo, la evidencia económica muestra que los agricultores necesitan tanto asistencia financiera como técnica para lograr la modernización de la agroforestería. La inversión en programas de incentivos combinada con apoyo técnico a largo plazo puede ser efectiva en promover su expansión.

4 Modelación de las inversiones verdes en los bosques

En esta sección se examinan los impactos a escala global de aumentar la inversión en dos de las opciones discutidas en la sección anterior: la inversión privada en la reforestación y la inversión pública en pagos para evitar la deforestación. Esto es porque es muy probable que ambos desempeñen un papel en la mitigación del cambio climático y pasen a formar parte de un acuerdo climático internacional más allá de 2012.

4.1 Escenario de inversión verde

En el marco del modelo global desarrollado para el *Informe sobre la Economía Verde* del Millennium Institute, el escenario de inversión verde (G2) asigna, entre 2011 y 2050, el 0.034 por ciento del PIB mundial para la reforestación e incentivos para evitar la deforestación y proteger los bosques⁶. Esto equivale, en promedio, a 40,000 millones de dólares anuales (a precios constantes de 2010) con un 54 por ciento del gasto, o el equivalente a 22,000 millones de dólares, dirigidos a la reforestación; y 18,000 millones (46 por ciento) de dólares anuales para evitar la deforestación.

En términos de su magnitud, esto es similar a las estimaciones de 33,000 millones de dólares anuales necesarios para la gestión forestal sustentable de bosques con fines productivos (Tomaselli, 2006) y a las estimaciones realizadas en los últimos años sobre el costo de evitar la deforestación, que oscilan entre los 5,000-15,000 millones de dólares (Grieg-Gran, 2006; Stern, 2007) y 17,000-28,000 millones de dólares (Kindermann et al., 2008). La cantidad indicada para evitar la deforestación también se compara favorablemente con la estimación de 12,000 a 17,000 millones de dólares por año realizada en la Sección 3.2 respecto a la inversión necesaria para la gestión eficaz de bosques protegidos (basado en Balmford et al., 2002).

6 El 0.034 por ciento del PIB para inversiones forestales es parte de un escenario de inversión verde, G2, en el que un total de dos por ciento del PIB mundial es designado a la transformación verde de una amplia gama de sectores clave. Los resultados de este escenario, en que el dos por ciento es adicional al actual PIB, por lo general se compara con un escenario en el que el dos por ciento del PIB mundial es canalizado hacia la forma tradicional de hacer negocios (BAU) pero sin inversiones adicionales (véase el capítulo de 'Modelación' para mayor explicación de los escenarios). Consecuentemente, el escenario de inversión verde (G2) puede ser comparado con un BAU que también representa las proyecciones del modelo sobre las tendencias futuras de una senda de la forma tradicional de hacer negocios (BAU).

4.2 Escenario base (BAU)

En el modelo tradicional o escenario base (BAU) para el sector forestal replica la tendencia histórica de 1970 y supone que no hay cambios fundamentales en la política o en las condiciones externas para el año 2050. Bajo el escenario base (BAU), la proyección es de una disminución constante de la cubierta forestal de 3,900 millones de hectáreas en 2010 a 3,700 millones para el año 2050. Como resultado, el almacenamiento de carbono en los bosques se reducirá de 523 Gt en 2009 a 431 Gt en 2050. La contribución del sector forestal al PIB mundial y al empleo se prevé que crezca un 0.3 por ciento anual entre 2010 y 2050 hasta alcanzar 900,000 millones de dólares y 25 millones de puestos de trabajo en 2050. Esto está en concordancia con las tasas de crecimiento del sector entre 1990 y 2006 (FAO, 2009).

4.3 Inversión para reducir la deforestación

Se asume que el costo para evitar la deforestación es de 1,800 dólares por hectárea aumentando hasta 2,240 dólares en 2050. Esto está basado en el valor agregado promedio mundial por hectárea de producción de cultivos más el valor añadido de productos forestales por hectárea (medido en dólares constantes con base 2010). Esto se utiliza para representar el costo de oportunidad si los bosques se conservan sin explotar sus productos o talarlos. Este enfoque para estimar el costo de oportunidad es un tanto distinto al generado por varios estudios hechos sobre el tema (por ejemplo, Grieg-Gran, 2006; Börner et al., 2010) que suman el costo del valor presente de los ingresos agrícolas netos actualizados durante varios años y los derechos de tala de la madera. Pero el resultado se encuentra dentro del rango de la mayoría de dichas estimaciones.⁷ Se puede considerar como una estimación generosa del costo de oportunidad, pues en muchos lugares los retornos a convertir los bosques en terrenos de agricultura a pequeña escala, de subsistencia, de cultivos comerciales y de la ganadería son considerablemente inferiores a 1,800 dólares por hectárea. Esta cifra es más re-

7 Esto es equivalente al costo de comprar la tierra o el costo de pagos anuales (como en los esquemas de PSA) para compensar los retornos anuales no percibidos sobre un periodo de tiempo apropiado (30 a 50 años) descontado a una razonable tasa.

presentativa para usos de suelo de mayor valor como los destinados al aceite de palma (véase Börner et al., 2010; Chomitz et al., 2006; Grieg-Gran, 2006).

Sin embargo, el costo de diseñar y administrar un esquema de pagos, los llamados costos de transacción, pueden ser considerables, especialmente en países en vías de desarrollo y en áreas forestales remotas. Si bien existen sistemas nacionales de PSA en Costa Rica y México con costos administrativos menores al diez por ciento del gasto total (Wunder et al., 2008), el análisis del sistema de la Bolsa Floresta, en el Estado de Amazonas (Brasil) registra una proporción más alta, alrededor del 40 por ciento (Viana et al., 2009). La cifra del costo utilizada en este modelo es suficientemente alta para incorporar algunas provisiones de los costos de transacción.

La inversión permitirá que los pagos se efectúen a los dueños forestales en un área en expansión constante, con un incremento anual que alcanza las 6.76 millones de hectáreas en 2030 y luego disminuye a 6.66 millones de hectáreas para el año 2050. En efecto, ocurre una reducción de la tasa anual de deforestación en poco más de 50 por ciento, como se muestra en la Figura 2. Esto es consistente con otros estudios, que estiman normalmente el costo de reducción de la deforestación en un 50 por ciento (Eliasch, 2008; Kindermann et al., 2008; Stern, 2007).

4.4 Inversión en plantaciones forestales

El costo de plantar bosques se asume es de 1.630 dólares por hectárea, basado en los costos de reforestación del sistema nacional de PSA en Costa Rica, que paga a

los agricultores 980 dólares por hectárea (Robalino et al., 2010) para cubrir el 60 por ciento de los costos de implementarlo (Miranda et al., 2004). Como se muestra en la Tabla 6, esta cifra está dentro de los rangos estimados del costo de producción de plantaciones forestales, que es el tipo de reforestación bajo consideración en este estudio. El modelo analiza el costo total para un dueño de la tierra de establecer una plantación forestal en lugar del pago de incentivos que podrían hacer este tipo de uso de suelo uno competitivo. En promedio, la inversión asignada cubriría el costo de reforestar unas 9.6 millones de hectáreas adicionales por año o 386 millones en un período de 40 años.

4.5 Efectos de la inversión en reducción de la deforestación y en las plantaciones forestales

Los impactos económicos y ambientales del escenario de inversión verde se muestran en la Tabla 8. A corto plazo, la reducción de la deforestación conduce a un decremento en el valor agregado del sector forestal (madera, procesamiento de madera o pulpa y papel), de tal manera que se encuentra 1.7 por ciento por debajo de la línea base en 2013. De manera similar, el empleo es un dos por ciento menor respecto a esta línea. Sin embargo, esto no toma en consideración los impactos económicos en otros sectores, como el turismo, que pueden beneficiarse de la reducción de la deforestación y también el valor económico de las reducciones de las emisiones de carbono. A largo plazo, conforme se incrementa el área de las plantaciones forestales, el valor agregado en las industrias forestales convencionales aumenta a 10.4 billones de dólares, alrededor de

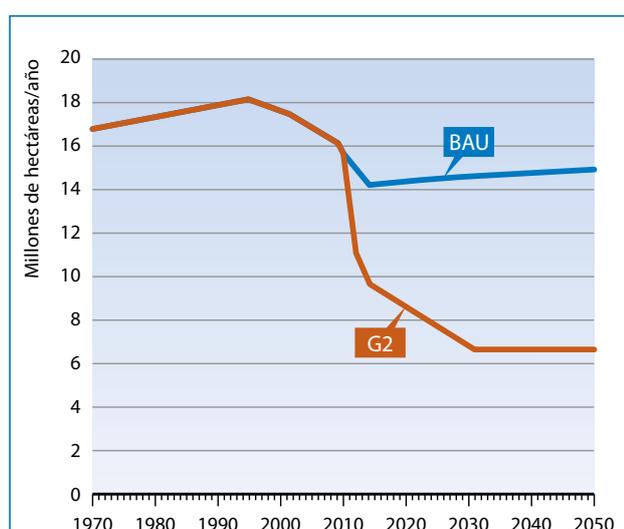


Figura 2: Reducción de la deforestación bajo un escenario de inversión verde (G2)

Indicadores clave del sector forestal en 2050	Escenario base	Escenario de inversión verde (G2)
Área de bosque natural	3,360 millones ha	3,640 millones ha
Tasa de deforestación ha/año	14.9 millones ha	6.66 millones ha
Área de plantaciones forestales	347 millones ha	850 millones ha
Área forestal total	3,710 millones ha	4,490 millones ha
Captura de carbono en bosques	431,000 millones de toneladas	502,000 millones de toneladas
Valor bruto agregado	0.9 billones de dólares	1.4 billones
Empleo	25 millones	30 millones

Tabla 8: Bosques en 2050 bajo un escenario de inversión verde y un escenario base*

* Véase pie de página 6.

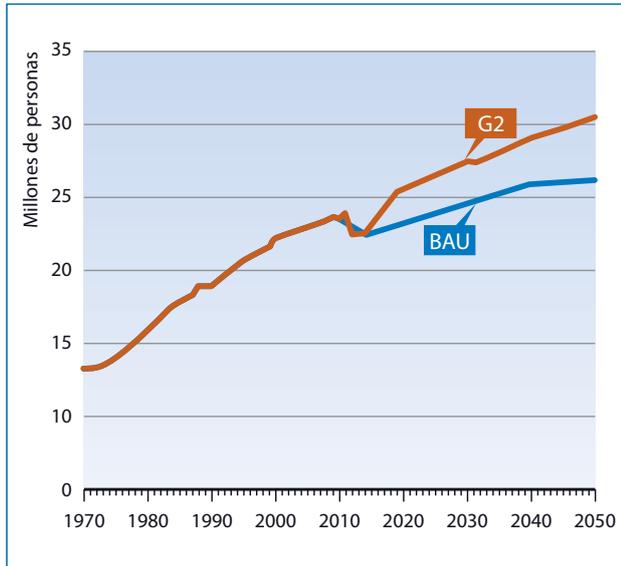


Figura 3: Niveles de empleo bajo un escenario de inversión verde (G2) y un escenario base

un 19 por ciento por encima del escenario base (BAU). El aumento se acompaña del crecimiento en el empleo que oscila de 25 a 30 millones en el mundo, o un 20 por ciento por encima del escenario base (BAU) (Figura 3).

El principal impacto ambiental se encuentra en la superficie de bosque natural, que en 2050 es del ocho por ciento más extensa en el escenario de inversión verde que bajo el escenario BAU; y sobre la superficie total de los bosques (naturales y plantados), que en el escenario de inversión verde es del 21 por ciento más extensa

en 2050 que bajo el escenario base (BAU), y un 14 por ciento más alta que la superficie forestal actual.

Esto tiene implicaciones positivas para la biodiversidad, para el almacenamiento de carbono y para la reducción de emisiones de GEI. El aumento en el área forestal ha sido posible gracias a las inversiones en mejora de la productividad agrícola (véase el capítulo de 'Agricultura'). Esto significa que se puede satisfacer la demanda agrícola con un área más pequeña de tierra, liberando terreno para la reforestación y la aforestación. También se traduce en una menor presión sobre los bosques naturales.

Estas proyecciones indican el potencial de incrementar la inversión verde en el sector forestal. Pero mucho depende de cómo se realice la inversión y del contexto de políticas e instituciones en el que se desarrolle. Como se mencionó anteriormente, los programas de reforestación no siempre funcionan desde una perspectiva financiera, social o medioambiental. El pequeño monto de inversión destinado en evitar la deforestación hasta la fecha, principalmente en los sistemas nacionales de PSA en Costa Rica y México, ha tenido dificultades para demostrar el costo-efectividad. Desarrollar grandes programas de inversión será más difícil, aunque se puede aprender de la experiencia existente. Proyecciones globales agregadas de esta naturaleza no pueden, debido a las limitaciones de su diseño, observar las diferencias en las respuestas entre los países tropicales y los que no lo son; entre países de alto y bajo ingreso. No obstante, sí indican lo que puede lograrse a escala global con políticas y condiciones institucionales apropiadas.

5 Condiciones propicias

Los aumentos en la inversión necesitan ser catalizados y respaldados por mejoras en la gobernabilidad de los bosques, las instituciones y las políticas (UNFP, 2009). Por ello, se hace indispensable generar las condiciones necesarias para motivar al sector privado y a las comunidades forestales para que de este modo realicen inversiones relacionadas con la gestión forestal sostenible, y en actividades relacionadas; así como para apoyar a las inversiones del sector público y asegurar que se reconozca el valor.

Esta sección trata sobre las condiciones favorables más importantes, entre ellas: la gobernanza forestal y la reforma de políticas; acciones para hacer frente a las malas prácticas en el sector y a las pérdidas extrasectoriales de los bosques y la aplicación de tecnologías de la información para caracterizar los activos forestales.

5.1 Reformas de política y en la gobernanza en los bosques

Un requisito fundamental es garantizar que una buena gobernanza forestal esté instaurada en un ámbito nacional con elementos específicos para cada país, como un análisis de los factores económicos, sociales e institucionales de la pérdida de bosques. Esta buena gobernanza incluye una visión sobre el futuro de los bosques de un país y exige de las economías basadas en los bosques que consideren el suministro sostenible y equitativo de todos los servicios ambientales que ofrece. También incluye una estructura de políticas que equilibre los bienes públicos mundiales y nacionales con los bienes privados y las exigencias de la comunidad, que refleje el valor de los servicios ambientales de los bosques en la toma de decisiones pública y privada, y que genere incentivos claros para las buenas prácticas y desincentive, por otro lado, las malas. Además, incluye derechos transparentes, seguros y justos para los recursos forestales y la asignación de mecanismos, especialmente para grupos dependientes de los bosques como los pueblos indígenas. Los fundamentos de la buena gobernanza en un país (Estado de Derecho, libertad de asociación, respeto a los derechos de propiedad, rendición de cuentas, etc.) serán fundamentales.

A nivel operativo, la buena gobernanza forestal incluye los principios del manejo forestal y una jerarquía de criterios relacionada, así como indicadores y normas que apoyen el progreso de la mera legalidad a normas del MFS. También incluye la participación de los grupos forestales de interés, con especial apoyo a las comunidades pobres y a los pueblos indígenas. Además, incluye bases de da-

tos transparentes y accesibles, y mecanismos contables que registran el uso del bosque por los interesados y que están ligados a incentivos y sanciones. Los subsidios, los instrumentos fiscales y otros medios para obtener el precio adecuado para determinados servicios ambientales forestales también deben ser cubiertos, asegurando que las externalidades queden reflejadas en el pago por servicios. Por último, la buena gobernanza forestal debe incluir un enfoque gradual de desarrollo de capacidades, para ayudar a las partes interesadas a mejorar de manera continua la gestión forestal.

5.2 Lucha contra la tala ilegal

La tala ilegal es un grave problema. El comercio internacional de productos de madera de origen ilegal se estima en torno a 8,500 millones de dólares en 2008. Los productos de madera sostenible no serán capaces de competir si se generan grandes volúmenes de forma ilegal o con técnicas poco sostenibles, con bajos costos de producción, impuestos y royalties no declarados, y precios por debajo del estipulado en el mercado. Debido a que existen grandes cantidades de productos ilegales de madera que no entran en el comercio internacional y que son consumidos dentro del país productor, las acciones que los gobiernos productores adopten para combatir la tala ilegal tendrán probablemente efectos multiplicadores. Sin embargo, los gobiernos de los países que importan productos de madera y las instituciones financieras que respaldan la silvicultura y la fabricación de productos de madera también pueden desempeñar un rol importante.

La reunión del G8 de 1998 sirvió de catalizador para llamar la atención sobre las prácticas de tala ilegal y poner en marcha un importante proceso internacional de políticas, de una gran influencia, y que ha servido para reducir la actividad ilegal aunque todavía no la ha detenido. Posteriores acuerdos intergubernamentales, en particular, sobre gobernabilidad, aplicación de la legislación forestal y el comercio (FLEGT) coordinados por el Banco Mundial, han contribuido a crear conciencia sobre el tema y han desembocado en acuerdos que señalan que "todos los países que exportan o importan productos forestales tienen la responsabilidad compartida de emprender acciones para eliminar la explotación ilegal de los recursos forestales y el comercio asociado"⁸.

⁸ Europe and North Asia FLEG Ministerial conference, 2005. St. Petersburg Declaration. Disponible en http://194.84.38.65/files/specialprojects/enafleg/25dec_eng.pdf

Cuadro 12: El sistema de licencias de la UE para productos de madera legal

El sistema de licencias de la UE se basa en los AVA con países productores. Estos AVA implementaron un sistema de licencias en cada país, a fin de identificar los productos legales y permitir su importación a la UE. A los productos sin licencia y, por lo tanto, posiblemente ilegales, se les negará la entrada a territorio europeo. Los acuerdos incluyen la asesoría en el desarrollo de capacidades para configurar el sistema de licencias; mejoras en la aplicación y, si es necesario, la aprobación de reformas legales; y provisiones para el escrutinio independiente de la validez de la expedición de las licencias, así como verificar el comportamiento legal en la cadena de la custodia de la madera. Aún se desconoce el impacto de los AVA: los dos primeros acuerdos con Ghana y la República del Congo se firmaron recientemente (septiembre de 2008 y marzo de 2009, respectivamente) para discernir cualquier impacto. Visto que el desarrollo de un sistema de licencias toma dos años, la primera licencia de madera FLEGT no entrará en el mercado hasta finales de 2010. También se está negociando la puesta en marcha del sistema con Camerún, la República Centroafricana, Malasia, Indonesia y Liberia (Brack, 2010).

Las iniciativas involucran a los gobiernos de países importadores que excluyen cada vez más productos ilegales de sus mercados: mediante la creación de mecanismos fronterizos para prohibir las importaciones; el uso de las políticas de adquisición pública para crear mercados protegidos para los productos legales; a través de sus propios sistemas legales persiguiendo de forma más agresiva a las empresas que participan en la importación de mercancías ilegales, y ofreciendo información y estímulos para la importación, el procesamiento y la venta al por menor a empresas para controlar sus cadenas de suministro.

EE.UU. se convirtió en el primer país en prohibir la importación y venta de madera talada ilegalmente y en requerir la declaración de especies y países de origen, extendiendo la Ley Lacey (*Lacey Act*) a los productos de madera. La UE ha establecido un sistema de licencias basado en los Acuerdos Voluntarios de Asociación

(AVA), que se negocian con los países exportadores cooperativos (Cuadro 12) en el marco de la FLEGT.

El éxito de estas herramientas dependerá de qué tan extenso sea el consumo y de qué tan bien se cierren las oportunidades de elusión, por ejemplo, el comercio mediante terceros. Esto se enfatiza en un estudio reciente sobre las tendencias de tala ilegal hasta 2008 (Lawson & MacFaul, 2010), que señala que ha habido una reducción en la tala ilegal y en el comercio de productos ilegales de madera, aunque las medidas puestas en marcha por los países importadores han desempeñado un rol relativamente pequeño. Mientras la FLEGT y la Ley Lacey se esperan tengan un impacto en el futuro, el principal reto es la llegada de madera de fuentes ilegales a través de terceros países productores, en especial China. Los autores señalan que los gobiernos de los países productores no están tomando las medidas adecuadas para hacer frente a la tala ilegal (Lawson & MacFaul, 2010).

La gobernanza forestal en los países productores requieren de mejoras nuevas y generalizadas para su transformación, con una participación más amplia de los actores interesados en la asignación de los recursos forestales y en la determinación de leyes para que así exista mayor legitimidad en las leyes relativas a los bosques y al aprovechamiento de la madera (como se subraya en el punto 5.1). Tanto las *zanahorias* (apoyo a la formación profesional en el MFS, la verificación independiente del MFS, y las adquisiciones públicas preferenciales para el MFS), como los *palos* (el endurecimiento y aplicación de las leyes en contra de la tala ilegal y su comercialización) son necesarios. Las medidas adoptadas por los países consumidores pueden ayudar a promover esta mejora general de la gobernabilidad, ya que el proceso de negociación de los AVA ha supuesto la inclusión de la sociedad civil de los países socios en las negociaciones (Brack, 2010).

5.3 Movilización de la inversión verde

La inversión en los bosques puede dirigirse a la conservación de áreas ya existentes de bosque primario, promover la expansión de los bosques mediante la regeneración y la reforestación, mejorar la gestión forestal en los diferentes tipos de bosques existentes y aumentar el número de programas agroforestales. Cada uno de estos tendrá diferentes atractivos para inversores específicos, por ejemplo, la agroforestería para los inversores agrícolas que buscan beneficios a largo plazo en alimentos y otros mercados. Existe abundante evidencia de que las inversiones privadas que buscan crecimiento a largo plazo y seguridad se sienten atraídas por una buena gestión agroforestal (como los fondos de pensiones, así como herramientas especializadas como los bonos

forestales). Más recientemente, bolsas de valores sociales y las asociaciones con corporaciones y el gobierno han revelado un amplio margen para la inversión social en el sector forestal controlado a escala local.

Sin embargo, debido a la naturaleza de bien público de algunos de los servicios ambientales forestales, las empresas y los propietarios de las tierras, por lo general, no perciben los incentivos suficientes para hacer inversiones verdes en los bosques. En donde las inversiones de este tipo indican una tasa de retorno positiva para la sociedad en general, la inversión por el sector público puede estar justificada para la prestación directa de servicios ambientales forestales, proporcionar incentivos financieros al sector privado para hacer de las inversiones verdes competitivas y/o prevenir la gestión forestal no sostenible. Para esto, será muy importante realizar un examen realista sobre la competitividad nacional con relación a la gestión sostenible y de programas de apoyo a incentivos financieros para producir servicios ambientales forestales y, particularmente, Bienes Públicos Globales (BPG).

Un incentivo importante es la adquisición pública de madera, que ha tenido un impacto significativo en algunos países importadores y que puede tener un efecto contundente sobre la política de contratación privada. Seis países de la UE, como Reino Unido (Cuadro 13) han establecido políticas de adquisiciones. Estos sistemas de contratación pública son impulsados por el poder del gasto público de la UE (que representa entre el 16 y 18 por ciento del PIB). Difieren en algunos aspectos, como por ejemplo, en si se separan las categorías legales y sostenibles, si se incluyen las normas sociales y en cómo verificar las importaciones no certificadas. Las políticas de adquisiciones públicas de madera también existen para Japón y Nueva Zelanda, así como algunas autoridades locales de la UE y los EE.UU. Es evidente que hay margen de mejora, pero es un buen comienzo.

Otro incentivo se encuentra en manos de inversores clave, como la CFI y grandes bancos privados, los cuales operan bajo controles coherentes y tienen políticas específicas para la inversión forestal sostenible. La mayoría de ellos ya ha dejado de invertir en la agroforestería y en la industria forestal no sostenible, y exigen la certificación de toda inversión asociada a los bosques (HSBC, 2008). Algunas instituciones financieras han seguido el ejemplo de las ONG como Tropical Forest Trust, Rainforest Alliance y Woodmark, que promueven un enfoque paso a paso para mejorar la práctica que culmina con la certificación completa. Este tipo de enfoques es menos complicado -y posiblemente una propuesta comercial más atractiva- que el gran paso que se requiere a menudo para pasar directamente a la completa certificación del MFS. HSBC, por ejemplo, está permitiendo un plazo de cinco años para pasar a la certificación (HSBC, 2008).

Cuadro 13: La política de adquisición o compras gubernamentales de madera en Reino Unido

La política de adquisiciones de madera del Gobierno británico se inició con un requerimiento de proveer solamente productos forestales producidos legalmente (obligatorios para todos los contratos gubernamentales). Un requisito para la agroforestería sostenible fue, en principio, opcional, pero se hizo obligatorio a partir de 2009, aunque con una exención de seis años para los países FLEGT (CPET, 2010). La política de Reino Unido reconoce al FSC y PEFC, e incluye un *Central Point of Expertise on Timber* (CPET) para aconsejar a los proveedores, contratistas, etc.⁹

⁹ Disponible en <http://www.cpet.org.uk/evidence-of-compliance/category-a-evidence/approved-schemes>

5.4 Nivelación del escenario: política fiscal e instrumentos económicos

Los bosques, más que un sector, constituyen un recurso para otros sectores y sistemas de subsistencia, como el energético (madera de bajo costo puede entrar y salir de los mercados energéticos), y el agrícola (los bosques pueden ser una fuente continua de alimentos y un activo a liquidar para la agricultura). Las políticas que favorecen las actividades que compiten por terrenos forestales y la demanda de los productos derivados de estas actividades pueden socavar los esfuerzos de conservación y gestión sostenible de los bosques. Los proyectos mineros y de infraestructuras, a menudo prioritarios por su contribución a los ingresos del gobierno, pueden tener efectos directos destructivos sobre los bosques e indirectos a través de la apertura de áreas remotas. La regulación gubernamental de este tipo de proyectos y los procedimientos de debida diligencia de las instituciones financieras que ofrecen importante respaldo para la buena práctica en el establecimiento, construcción y operación para mitigar los impactos sobre la biodiversidad.

Algunos gobiernos e instituciones financieras están promoviendo de forma activa la compensación de la biodiversidad para asegurar que áreas ricas como los bosques tropicales, que inevitablemente se pierden a través de proyectos de desarrollo de capital, se compensen mediante acciones de conservación para restaurar bosques en otros lugares o en la reducción de riesgos. Colaborar con una gran mayoría de las partes

interesadas es fundamental, al igual que hacerse ciertas preguntas: ¿qué factores de la oferta o demanda (incluyendo determinados bienes y servicios específicos) están inclinando a los mercados y a los regímenes de gobierno para lograr resultados más ecológicos, justos y competitivos? ¿Qué factores se refuerzan mutuamente y podrían conducir a resultados más influyentes si se aplican de forma amplia? El enfoque ambiental puede ser utilizado como un marco común para la evaluación de posibles compensaciones y sinergias entre los sectores y las partes interesadas.

La actividad más importante en términos de superficie forestal es la agricultura. Durante gran parte de la década de los ochenta y noventa, los subsidios otorgados a la agricultura fueron una de las causas principales de la deforestación y del aumento de la desigualdad entre agricultores, pues estos tienden a ser absorbidos por los grandes agricultores. Con el inicio de programas de ajuste estructural, los subsidios para insumos agrícolas clave -como los fertilizantes- se redujeron o se desvanecieron por completo en muchos países en vías de desarrollo. Sin embargo, la agricultura es el motor del desarrollo de la mayoría de países de bajo ingreso y es el foco de los esfuerzos nacionales e internacionales para garantizar la seguridad alimentaria, particularmente en respuesta al repunte reciente de los precios de los alimentos. Por lo tanto, no es de extrañar que la agricultura siga siendo privilegiada en detrimento de los bosques, incluso por medios distintos a los subsidios a los insumos, particularmente, mediante la asignación de sistemas hídricos, tarifas a la irrigación artificialmente bajos y la expansión de infraestructuras y caminos. Hoy en día, el impulso para la expansión de los biocombustibles, a menudo con un sustancial apoyo del gobierno, es una nueva fuente de competencia desigual y de presión sobre los bosques naturales.

Es poco realista esperar que se elimine por completo el apoyo a la agricultura sin que los objetivos de desarrollo y de la seguridad alimentaria se cumplan. La agroforestería es un medio para aumentar las sinergias entre los dos sectores. Mecanismos como REDD proporcionan incentivos para la conservación del bosque, pero se verán socavados si la agricultura sigue siendo subsidiada sin coordinarse con la política forestal. Se debería encontrar la manera para que se refuercen mutuamente (véase el Cuadro 14). El capítulo 'Agricultura' establece los tipos de inversión en la agricultura sostenible que pueden satisfacer las necesidades alimenticias mundiales y apoyar la conservación de bosques naturales y la expansión de la superficie forestal.

5.5 Mejorar la información de los activos forestales

El gobierno necesita tener mejor información sobre las reservas forestales, los flujos y la distribución de los

Cuadro 14: El efecto del apoyo financiero a la ganadería en Brasil

Un estudio del sector ganadero en Brasil pone de relieve los retos para la coordinación de políticas con el sector forestal. El apoyo financiero del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) ha desempeñado un papel importante en la expansión del sector ganadero. La mayor parte de este apoyo se ha destinado a la compra de acciones, con menos del seis por ciento de los fondos siendo utilizados en promover la mejora de los pastizales. Sin embargo, estudios realizados por EMBRAPA (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria) indican que, con mejoras en la ganadería, alimentación y manejo, sería posible aumentar el número de cabezas de ganado en un 42 por ciento, al tiempo que se reduciría la superficie de pastizales en un 35 por ciento respecto a su nivel de 2006. A medida que la superficie de pastizales en la Amazonia brasileña se incrementa en un 44 por ciento entre 1985 y 2006, generando gran parte de la deforestación, ha tenido importantes implicaciones para REDD: reorientando el apoyo gubernamental a fin de mejorar los pastizales, podría consolidar los esfuerzos para controlar la deforestación y restaurar la cubierta forestal.

Fuente: Smeraldi & May (2009)

costos-beneficios cuando se decida a dar la prioridad que se merece el sector forestal frente a la agricultura y otros sectores, así como los servicios ambientales forestales. Esto debe ir más allá de realizar censos de árboles y medir el área para evaluar la magnitud, el valor y la calidad de los servicios ambientales forestales. Para hacer esto se requiere de tecnologías de la información que pueda lidiar con escenarios complejos. Se necesita información georreferenciada sobre recursos forestales y los servicios ambientales que estos proveen. Se deben contemplar también los beneficios económicos, sociales y ambientales en el monitoreo y captura de estadísticas económicas e incluir un análisis multidimensional como base para la toma de decisiones. Existe una experiencia adecuada para llevar esto a un plano más general, de tal forma que los países tengan una evaluación precisa de las reservas y los flujos de los servicios ambientales y de los que se benefician de ellos. Esto también se necesita para acceder a mercados de servicios ambientales que exigen la verificación y mejorar la identificación de los casos presentados en las revisiones del gasto público.

En la actualidad, existen grandes incertidumbres en la estimación del valor de los servicios ambientales desde un ámbito local, nacional y, en particular, a escala mundial, lo que refleja deficiencias en la información sobre los vínculos biofísicos y cómo estos dependen tanto del tipo de bosque y su gestión, como de la naturaleza específica del sitio de donde se ha desarrollado gran parte de la investigación. En este sentido, se necesita investigación financiada con apoyo público sobre los servicios ambientales para reducir, de este modo, las brechas en la información; y para documentar mejor la contribución que el sector forestal brinda a la economía, a los medios de subsistencia y al desarrollo social en los distintos sectores relacionados. Un mejor conocimiento de los servicios ambientales es esencial para asegurar que el valor total de los bosques sea reconocido en decisiones más amplias de desarrollo. El vínculo entre los bosques y el suministro de agua en particular requiere de mejor información.

5.6 REDD+ como impulso para el enverdecimiento de sector forestal

No existe ningún régimen mundial claro y estable para atraer la inversión en bienes públicos globales (BPG) y para asegurar su producción de manera eficaz, eficiente y equitativa. Sin embargo, este régimen es esencial para inclinar la balanza de las finanzas y de la gobernanza en favor de una gestión forestal sostenible a largo plazo. La administración de los BPG, en comparación con la mera producción de madera, abre la posibilidad a nuevas formas de empleos relacionados con el bosque, de medios de subsistencia y de ingresos, incluyendo asociaciones de administración con comunidades locales. Sin embargo, se necesitarán estándares que apoyen la coproducción de beneficios locales con beneficios mundiales, así como sistemas locales efectivos para el control de los bosques, la preservación de beneficios en los medios de subsistencia y para una distribución equitativa de costos y beneficios.

Los pagos de los servicios de regulación climática de los bosques mediante los MDL y los mecanismos de REDD+ ofrecen quizás la mejor oportunidad para los países y propietarios de las tierras para capturar el valor de los servicios ambientales forestales. La experiencia con los PSA ofrece valiosas lecciones para el desarrollo de mecanismos eficaces y equitativos de REDD+. Sin embargo, se tiene que desarrollar un trabajo considerable para resolver el problema de adicionalidad¹⁰; es decir: garantizar que los pagos estén dirigidos a la conservación del bosque y a las actividades de mejora

que, de otra forma, no existirían. Esto ha demostrado ser un reto para los sistemas actuales de PSA.

Sin embargo, esto parece discriminar a los países y a los propietarios de tierras forestales que ya han conservado los bosques o que adoptaron acciones a tiempo. La determinación del contrafactual o del nivel de referencia de emisiones relacionadas al sector forestal -de bosques que, de otra forma, no serían conservados- es también un reto, pues esta no es necesariamente la misma que los planes originales de desarrollo establecidos por el país en cuestión, ni tampoco depende de si la conversión forestal es permitida por la legislación nacional. Si bien hay margen para mejoras técnicas en la valoración de la deforestación y de la degradación y la medición del carbono forestal, para determinar los niveles de emisión de referencia en el futuro, se requiere de negociación política (Bond et al., 2009).

La orientación metodológica que surgió de la Conferencia de las Partes sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (COP15) en Copenhague refirió los niveles de emisión en REDD+ que se basan en tasas históricas ajustadas a las circunstancias nacionales (UNFCCC, 2010). Llegar a un acuerdo sobre la forma en que estos ajustes se realizarán requerirá tanto de una mejor comprensión por parte de los países con bosques, como de las diferentes reglas de ajuste que los afectarán, así como de un enfoque pragmático que reconozca los esfuerzos existentes para conservarlos y mejorar la gestión forestal.

También son necesarias ciertas salvaguardas para proteger los derechos de las poblaciones dependientes del bosque, sobre todo cuando estos derechos se derivan de los sistemas tradicionales en lugar de los sistemas legales formales; y garantizar que los que sufragan los costos de REDD+, en términos de restricciones de tierra y de recursos, reciban una proporción adecuada de los beneficios. Por ello, se necesitan desarrollar modelos específicos para pequeños productores y comunidades locales. Dado que en las áreas protegidas, la efectividad y la eficiencia a largo plazo de los esquemas REDD+ dependen en gran medida de garantizar estos beneficios para los actores locales interesados. Algunos proyectos en el mercado voluntario de carbono, o que forman parte de las actividades de preparación y normas de diseño de esquemas como la Alianza para el Clima, Comunidad y Biodiversidad están mostrando cómo estos temas de igualdad pueden ser abordados mediante proyectos. En el plano nacional e internacional, el enfoque de pago sujeto a resultados que se promueve en algunos acuerdos bilaterales podría emplear un concepto más amplio de los resultados, uno que incorpore no solo reducción de emisiones, sino también consideraciones de equidad y cobeneficios locales.

¹⁰ La adicionalidad está orientada a mejorar la eficiencia.

6 Conclusiones

Entender y contabilizar la variedad de servicios provistos por los bosques es la tarea más importante de una futura economía verde. La protección activa de los bosques tropicales es hoy percibida como una prioridad crucial para la gestión ambiental y como una importante forma costo-efectiva en la reducción de las emisiones globales de GEI. Mientras que la pérdida de carbono de los bosques puede ser compensada cultivando árboles, y la creciente demanda de madera puede ser satisfecha por las plantaciones, la pérdida de bosque primario es, a menudo, irreversible. La competencia por la demanda de terrenos forestales, especialmente por el sector agrícola, continuará fomentando la deforestación. Las medidas políticas que van más allá del sector forestal, como los subsidios agrícolas, son tan importantes como las políticas del sector forestal y las innovadoras políticas que aprovechan las sinergias entre los dos sectores serán altamente valoradas.

Hay razones para ser optimistas al respecto, aunque el enverdecimiento del sector forestal verde requiere de un esfuerzo constante. Diversas normas y sistemas de certificación han proporcionado una base sólida para la práctica de una gestión forestal sostenible, pero su adopción a gran escala requiere de un mandato fuerte y de la coherencia de las políticas y los mercados. Las áreas protegidas, aunque controvertidas en un inicio, son una opción importante para prevenir la pérdida permanente de cruciales ecosistemas y la biodiversidad. Sigue siendo un reto hacer cumplir de forma efectiva y equitativa estas medidas. Los esquemas de PSA y REDD+ son ambiciosos e innovadores para el financiamiento del enverdecimiento del sector forestal. No obstante, su interacción con las normas existentes, esquemas de certificación y redes de áreas protegidas necesita ser monitoreado para garantizar que aprendan o se construyan sobre la base de experiencias anteriores.

La inversión en el enverdecimiento del sector forestal debe considerar una gestión forestal sostenible, PSA y REDD+, plantaciones forestales, agroforestería y áreas protegidas, aunque el ejercicio de modelación -para fines ilustrativos- se centró únicamente en la reducción de la deforestación y en el aumento de la superficie de plantaciones forestales. Invertir en el enverdecimiento

del sector puede implicar sacrificios a corto plazo en términos de ingreso y empleo, ya que la superficie forestal, en general, necesita tiempo para crecer o recuperarse. Por esta razón, los sistemas de compensación, ya sean nacionales o internacionales, son esenciales para las comunidades.

Los países se enfrentan a una disyuntiva: permitir que la transición forestal siga su curso o cambiar la economía forestal para mantener una serie de bienes y servicios del bosque que agreguen valor y confieran resiliencia a largo plazo. Generalmente, se han asociados los beneficios del bosque solo a las primeras fases de la transición hacia el desarrollo, cuando la liquidez intencional produce otras formas de capital. Sin embargo, Suecia, Finlandia, Canadá y otros países demuestran cómo los bosques también pueden desempeñar un rol sostenible en países de alto ingreso. El mantenimiento de los bosques en estos países no ha impedido la creación de riqueza o de mercados de trabajo; al contrario, existen importantes avances en los vínculos con otros sectores económicos con oportunidades reales de inversión y el crecimiento relacionados con la riqueza y el empleo. Estos sectores podrían, a su vez, beneficiarse de los insumos biodegradables, renovables y reciclables que los bosques pueden aportar. También hay beneficios públicos muy importantes en términos de biodiversidad, salud y ocio que se ofrecen a un costo relativamente bajo.

La perspectiva de los pagos por servicios ambientales tales como el carbono y la biodiversidad amplía la presente propuesta práctica a los países, especialmente de bajo y mediano ingreso, que tienen el coraje suficiente para tomar decisiones en términos de políticas a favor de invertir en la infraestructura ecológica de los bosques, pero que todavía no tienen los recursos para invertir en una moderna industria forestal. La protección de los bosques para mantener la biodiversidad y reducir las emisiones de carbono no requiere una gestión intensiva, aunque sí requieren control, protección y mecanismos estables de financiamiento. Ya no es sostenible una extracción constante de activos forestales en la que los costos no se pueden mantener y los beneficios son inciertos.

Referencias

- Ajayi, O. C., Akinnifesi, F. K., Mullila-Mitt, I. J., DeWolf, J. J., & Matakala, P. W. (2006). *Adoption of agroforestry technologies in Zambia: Synthesis of key findings and implications for policy*. (Paper presented at the Agricultural Consultative Forum [ACF] Policy and Stakeholders' Workshop, December 7, 2006). Lusaka: World Agroforestry Centre.
- Angelsen, A. (2007). *Forest cover change in space and time: Combining the von Thünen and forest transition theories*. (World Bank Policy Research Working Paper 4117, February).
- Angelsen, A., & Wertz-Kanounnikoff, S. (2008). What are key design issues for REDD and the criteria for assessing options? In A. Angelsen (Ed.), *Moving ahead with REDD: Issues, options and implications*. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Angelsen, A. (2009). Introduction. In A. Angelsen, M. Brockhaus, M. Kanninen, E. Sills, W. D. Sunderlin, & S. Wertz-Kanounnikoff (Eds.), *Realising REDD+ national strategies and policy options*. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Anta, S. (2006). Forest certification in Mexico. In B. Cashore et al., (Eds.), *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. (Report Number 8). Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Applegate, G. B. (2002). Financial costs of reduced impact timber harvesting in Indonesia: Case study comparisons. In T. Enters et al. (Eds.), *International conference proceedings on applying reduced impact logging to advance sustainable forest management, Kuching, Sarawak, Malaysia*. Bangkok, Thailand: FAO, Regional Office for Asia and the Pacific.
- Asquith, N., & Vargas, M. T. (2007). Fair deals for watershed services in Bolivia. *Natural Resource Issues*, 7. London: International Institute for Environment and Development.
- Bacha, C. J. C., & Rodriguez, E. L. C. (2007). Profitability and social impacts of reduced impact logging in the Tapajós National Forest, Brazil: A case study. *Ecological Economics*, 63, 70-77.
- Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., ...Turner, R. K. (2002). Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, 297, 950-953.
- Balooni, K. (2003). Economics of wastelands afforestation in India, a review. *New Forests*, 26, 101-136.
- Barreto, P., Amaral, P., Vidal, E., & Uhl, C. (1998). Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 108, 9-26.
- Bass, S. (2010). *Global overview of sustainable forest management approaches*. (Background paper for the Forests chapter, Green Economy Report).
- Bass, S., Nussbaum, R., Morrison, E., & Speechly, H. (1996). *Towards a Sustainable Paper Cycle Sub-Study [Series]: Vol. 5. Paper farming: The role of plantations in the sustainable paper cycle*. London: IIED.
- Bass, S., Thornber, K., Markopoulos, M., Roberts, S., & Grieg-Gran, M. (2001). *Instruments for Sustainable Private Sector Forestry [Series]: Certification's impacts on forests, stakeholders and supply chains*. London: IIED.
- Bennett, M. T. (2008). China's sloping land conversion program: Institutional innovation or business-as-usual? *Ecological Economics*, 65(4), 699-711.
- Bertomeu, M. G. (2003). *Smallholder maize-timber agroforestry systems in Northern Mindano, Philippines: Profitability and contribution to the timber industry sector*. (Paper presented at the International Conference on Rural Livelihoods, Forests and Biodiversity, May 19-23, Bonn, Germany).
- BEST. (2009). *Malawi: Biomass energy strategy study*. (A report prepared for the Government of Malawi [GoM]). Brussels, Belgium.
- Binswanger, H. P. (1991). Brazilian policies that encourage deforestation in the Amazon. *World Development*, 19(7), 821-829.
- Blackman, A., & Rivera, J. (2010). *The evidence base for environmental and socioeconomic impacts of 'sustainable certification'*. (Discussion Paper 10-17). Washington, DC: Resources for the Future.
- Bond, I., Grieg-Gran, M., Wertz-Kanounnikoff, S., Hazlewood, P., Wunder, S., & Angelsen, A. (2009). Incentives to sustain forest ecosystem services: A review and lessons for REDD. *Natural Resource Issues*, 16. London: IIED.
- Börner, J., Wunder, S., Wertz-Kanounnikoff, S., Rüginitz Tito, M., Pereira, L., & Nascimento, N. (2010). Direct conservation payments in the Brazilian Amazon: Scope equity implications. *Ecological Economics*, 69(6), 1272-1282.
- Brack, D. (2010). *Controlling illegal logging: Consumer-country measures*. (Briefing paper). London: Chatham House.
- Browder, J. O. (1988). Public policy and deforestation in the Brazilian Amazon. In R. Repetto, & M. Gillis, (Eds.), *Public policies and the misuse of forest resources* (pp. 247-297). Cambridge University Press.
- Bruinsma, J. (2009). *The resource outlook to 2050. By how much do land, water use and crop yields need to increase by 2050?* (Technical paper from the Expert Meeting on How to Feed the World in 2050). Rome: FAO.
- Bruner, A., Hanks, J., & Hannah, L. (2003). *How much will effective protected area systems cost?* (Presentation to the 5th IUCN World Parks Congress, September 8-17, Durban, South Africa).
- Bull, G. Q., Bazett, M., Schwab, O., Nilsson, S., White, A., & Maginnis, S. (2006). Industrial forest plantation subsidies: Impacts and implications. *Forest Policy and Economics*, 9(1).
- Canby, K., & Raditz, C. (2005). Opportunities and constraints to investment: Natural tropical forest industries. *Forest Trends*. Washington, DC.
- Carle, J., & Holmgren, P. (2008). Wood from planted forests a global outlook 2005-2030. *Forest Products Journal*, 58(12), 6-18.
- Carrera Gambetta, F., Stoian, D., Campos, J. J., Morales, J., & Pinelo, G. (2006). Forest certification in Guatemala. In B. Cashore et al. (Eds.), *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. (Report Number 8). Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Cashore, B., Gale, F., Miedinger, E., & Newsom, D. (Eds.). (2006). *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. (Report Number 8). Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Chan, H. H., & Chiang, W. C. (2004). Impact of incentives on the development of forest plantation resources in Sabah, Malaysia. In T. Enters, & P. Durst (Eds.), *What does it take? The role of incentives in forest plantation development in Asia and the Pacific*. (RAP Publication 2004/27). Bangkok, Thailand: Asia-Pacific Forestry Commission.
- Chape, S., Harrison, J., Spalding, M., & Lysenko, I. (2005). Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 360, 443-455.
- Chen, X. D., Lupi, F., He, G. M., & Liu, J. G. (2009). Linking social norms to efficient conservation investment in payments for ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 106, 11812-11817.
- Chomitz, K., Buys, P., De Luca, G., Thomas, T. S., & Wertz-Kanounnikoff, S. (2006). *At loggerheads? Agricultural expansion, poverty reduction and environment in tropical forests*. Washington, DC: The World Bank
- Coad, L., Campbell, A., Miles, L., & Humphries, K. (2008). *The costs and benefits of forest protected areas for local livelihoods: A review of the current literature*. (Working Paper, revised 21May, UNEP-WCMC).
- Cole, R. J. (2010). Social and environmental impacts of payments for environmental services for agroforestry on small-scale farms in southern Costa Rica. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 17(3), 208-216.
- Cossalter, C., & Pye-Smith, C. (2003). *Fast-wood forestry: Myths and realities*. Jakarta, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Costello, C., & Ward, M. (2006). Search, bioprospecting and biodiversity conservation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 52(3), 615-626.
- CPET. (2010). *Executive summary of UK Government timber procurement advice note*. Central Point of Expertise on Timber. Retrieved from <http://www.cpet.org.uk/files/TPAN%20April%202010.pdf>
- Cropper, M., Puri, J., & Griffiths, C. (2001). Predicting the location of deforestation: The role of roads and protected areas in North Thailand. *Land Economics*, 77(2).
- Cubbage F., MacDonagh, P., Balmelli, G., Rubilar, R., De la Torre, R., Hoeflich, V., ...Abt, R. (2009). *Global forest plantation investment returns*. (XIII World Forestry Congress, Buenos Aires, Argentina, 18-23 October).

- Current, D., & Scherr, S. (1995). Farmer costs and benefits from agroforestry and farm forestry projects in Central America and the Caribbean: Implications for policy. *Agroforestry Systems*, 30, 87–103.
- De Groot, R. et al. (2010). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. In P. Kumar (Ed.), *The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations* (pp. 9–40). London: Earthscan.
- Dorrough, J., & Moxham, C. (2005). Eucalypt establishment in agricultural landscapes and implications for landscape-scale restoration. *Biological Conservation*, 123, 55–66.
- Echavarría, M., Vogel, J. Albán, M., & Meneses, F. (2004). *The impacts of payments for watershed services in Ecuador: Emerging lessons from Pimampiro and Cuenca*. (Markets for Environmental Series Report No. 4). London: IIED.
- Eliasch, J. (2008). *The Eliasch Review: Climate change: Financing global forests*. UK Office of Climate Change.
- Emerton, L. (1998). Mount Kenya: The economics of community conservation. (Community conservation in Africa Paper No. 6). Institute for Development Policy and Management, University of Manchester.
- Engel, S., Pagiola, S., & Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, 65(4), 663–674.
- FAO. (2001). *Global forest resources assessment 2000*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2005a). *Forest resources assessment 2005*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2005b). *State of the world's forests 2005*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2009). *State of the world's forests 2009*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2010). *Global Forest Resources Assessment 2010*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from www.fao.org/forestry/fra2010
- FCPF. (2010) *Readiness Preparation Proposal (R-PP): Socialist Republic of Vietnam*. Washington, DC: Forest Carbon Partnership Facility, World Bank. Retrieved from <http://www.forestcarbonpartnership.org/fcp/sites/forestcarbonpartnership.org/files/Documents/PDF/Oct2010/Viet%20Nam%20draft%20R-PP%20Oct%202010.pdf>
- Ferraro, P. (2002). The local costs of establishing protected areas in low income nations: Ranomafana National Park, Madagascar, *Ecological Economics*, 43(2), 261–275.
- Figueroa, F., & Sánchez-Cordero, V. (2008). Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. *Biodiversity Conservation*, 17, 3223–240.
- Franzel, S. (2004). Financial analysis of agroforestry practices. In J. R. R. Alavalapati & D. E. Mercer (Eds.), *Valuing Agroforestry Systems* (pp. 9–37) Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- FSC. (2009). *Forest stewardship council milestones annual report 2009*. Bonn, Germany: Forest Stewardship Council.
- FSC. (2010). *Global FSC certificates: Type and distribution*. Bonn, Germany: Forest Stewardship Council.
- Garforth, M., Landell-Mills, N., & Mayers, J. (2005). Plantations, livelihoods and poverty. In M. Garforth & Mayers J. (Eds.), *Plantations, privatization, poverty and power: Changing ownership and management of state forests*. UK: Earthscan.
- Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *Bioscience*, 52(2).
- Gordon, E., Eba'a Atyi, R., Ham, C., Polycarp, M. M., Eilu, G., Biryahwaho, B., ...Cashore, B. (2006). Forest certification in Sub-Saharan Africa. In B. Cashore, F. Gale, E. Miedinger, & D. Newsom (Eds.), *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. (Report Number 8). New Haven, CT: Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Grieg-Gran, M. (2006). *The cost of avoiding deforestation*. (Background paper for the Stern Review of the Economics of Climate Change). London: IIED.
- Grieg-Gran, M. (2008). *Equity considerations and potential impacts on indigenous or poor forest-dependent communities*. (Background Paper No. 9 for Bond et al., 2009, *op cit.*)
- Gumbo, D. (2010). *Regional review of SFM and policy approaches to promote it – Sub-Saharan Africa*. (Background Paper for the Forests chapter, Green Economy Report).
- Gutman, P., & Davidson, S. (2007). *A review of innovative international financial mechanisms for biodiversity conservation, with a special focus on the international financing of developing countries' protected areas*. Washington, DC: WWF. Retrieved from <http://www.cbd.int/doc/meeetings/pa/wgpa-02/information/wgpa-02-inf-08-en.pdf>
- Hatfield, R., & Malleret-King, D. (2004). *The economic value of the Virunga and Bwindi Mountain Gorilla protected forests: Benefits, costs and their distribution amongst stakeholders*. (Paper presented at the People in Parks: Beyond the Debate conference, March 2004). International School of Tropical Forestry, Yale University.
- Healey, J. R., Price, C., Tay, J. (2000). The cost of carbon retention by reduced impact logging. *Forest Ecology and Management*, 139, 237–255.
- Hope, C., & Castillo-Rubio, J. (2008). *A first cost benefit analysis of action to reduce deforestation*. (Background paper for Eliasch Review, *op. cit.*)
- Hossain, M. A., Alam, M. A., Rahman, M. M., Rahaman, M. A., & Nobil, M. N. (2006). Financial variability of shifting cultivation versus agroforestry project: A case study in Chittagong Hill Tracts. *International Journal of Agriculture and Biology*, 8(1).
- HSBC. (2008). *Forest land and forest products sector policy*. HSBC. Retrieved from http://www.hsbc.com/1/PA_1_1_S5/content/assets/csr/080905forest_land_and_forest_products_sector_policy_summary.pdf
- Hyde, W. F. (2005). Limitations of sustainable forest management: In an economics perspective. In S. Kant & R. Berry, (Eds.), *Institutions, sustainability, and natural resources*, 2 (chapter 9). (Institutions for Sustainable Forest Management Series). Springer, The Netherlands.
- IEA. (2007). *Key world energy statistics 1973 & 2005*. Paris: International Energy Agency.
- ITTO. (2006). *Status of tropical forest management 2005*. (ITTO Technical Series No 24). Yokohama, Japan: International Tropical Timber Organization.
- James, A. N., Gaston, K. J., & Balmford, A. (1999). Balancing the Earth's accounts: Commentary. *Nature*, 401.
- Killmann, W., Bull, G. Q., Schwab, O., & Pulkki, R. E. (2002). Reduced impact logging: Does it cost or does it pay? In T. Enters, P. B. Durst, G. N. Applegate, P. C. S. Kho, & G. Man, (Eds.), *Applying reduced impact logging to advance sustainable forest management: International Conference Proceedings* (26 February to 1 March 2001, Kuching, Malaysia). FAO. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/AC805E/AC805E00.pdf>
- Kindermann, G., Obersteiner, M., Sohngen, B., Sathaye, J., Andrakso, K., Rametsteiner, E., ...Beach, R. (2008). Global cost estimates for reducing carbon emissions through avoided deforestation, *Proceedings of the National Academy of Science (PNAS)*, 105(30), 10302–10307.
- Kort, J. (1988). Benefits of windbreaks to field and forage crops. *Agriculture, Ecosystems and the Environment*, 22/23, 165–190.
- Kosoy, N., Martinez-Tuna, M., Muradian, R., & Martinez-Alier J. (2007). Payments for environmental services in watersheds: Insights from a comparative study of three cases in Central America. *Ecological Economics*, 61, 446–455.
- Kozak, R. (2007). *Small and medium forest enterprises: Instruments of change in the developing world*. Washington, DC: Rights and Resources Initiative.
- Kramer, R. A., Sharma, N., & Munasinghe, M. (1995). Valuing tropical forests: Methodology and case study of Madagascar. (Environment Paper No. 13). Washington, DC: The World Bank.
- Landell-Mills, N., & Porras, I. (2002). *Silver bullet or fools' gold: A global review of markets for forest environmental services and their impacts on the poor*. London: IIED.
- Lawson, S., & MacFaul, L. (Eds.). (2010). *Illegal logging and related trade: Indicators of the global response*. London: Chatham House.
- Lebedys, A. (2007). *Trends and current status of the contribution of the forestry sector to national economies*. (A paper prepared for the FAO work programme component on financing sustainable forest management. 1990–2006. Working paper: FSFM/ACC/08).
- Lee, T. M., Sodhi, N., & Prawiradilaga, D. (2007). The importance of protected areas for the forest and endemic avifauna of Sulawesi (Indonesia). *Ecological Applications*, 17(6), 1727–41.
- Mather, A. (1992). The forest transition. *Area*, 24, 367–379.
- May, P. H., Veiga, F., Denardin, V., & Loureiro, W. (2002). In S. Pagiola, J. Bishop, & N. Landell-Mills (Eds.), *Selling forest environmental services market-based mechanisms for conservation and development*. London: Earthscan.
- May, P. H., Boyd, E., Veiga, F., & Chang, M. (2004). *Local sustainable development effects of forest carbon projects in Brazil and Bolivia: A view from the field*. London: IIED.
- Miranda, M., Porras, I. T., & Moreno, M. L. (2003). *The social impacts of payments for environmental services in Costa Rica: A quantitative field*

- survey and analysis of the Virilla watershed. London: IIED.
- Miranda, M., Porras, I. T., & Moreno, M. (2004). *The social impacts of carbon markets in Costa Rica: A case study of the Huetar-Norte region*. London: IIED.
- Morris, M., & Dunne, N. (2003). Driving environmental certification: Its impact on the furniture and timber products value chain in South Africa. *Geoforum*, 35(2), 251-266.
- Mourato, S., & Smith, J. (2002). Can carbon trading reduce deforestation by slash-and-burn farmers? Evidence from the Peruvian Amazon. In D. W. Pearce, C. Pearce, & C. Palmer (Eds.), *Valuing the environment in developing countries: Case studies* (pp. 358-376). Cheltenham: Edward Elgar.
- Muñoz-Piña, C., Guevara, A., Torres, J. M., & Braña, J. (2008). Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. *Ecological Economics*, 65(4), 725-736.
- Muhtaman, D., & Prasetyo, F. (2006). Forest certification in Indonesia. In B. Cashore et al. (Eds.), *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. (Report Number 8). Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Mullan, K., & Kontoleon, A. (2008). *Benefits and costs of forest biodiversity: Economic theory and case study evidence*. (Final Report, June).
- Murniati, D., Garrity, P., & Gintings, A. N. (2001). The contribution of agroforestry systems to reducing farmers' dependence on the resources of adjacent national parks. *Agroforestry Systems*, 52, 171-184.
- Nair, C. T. S., & Rutt, R. (2009). Creating forestry jobs to boost the economy and build a green future, *Unasylva*, 60(233), 3-10. Retrieved from [ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1025e/i1025e02.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1025e/i1025e02.pdf)
- Nelson, G. C., & Hellerstein, D. (1997). Do roads cause deforestation? Using satellite images in econometric estimation of land use. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(2).
- Neßhöver, C., Aronson, J. & Blignaut, J. (2009). Investing in ecological infrastructure. In *TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers*.
- Openshaw, K. (1997a). *Malawi: Woodfuel production, transport and trade: A consolidated report*. (Report prepared for the Government of Malawi). Washington, DC: Alternative Energy Development (now part of the International Resources Group).
- Openshaw, K. (1997b). *Malawi: Biomass energy strategy study*. (Report prepared for the World Bank). Washington, DC: Alternative Energy Development.
- Openshaw, K. (2010). Can biomass power development? *Gatekeeper*, 144.
- Ortiz Malavasi, R., Sage Mora, L. F., & Borge Carvajal, C. (2003). *Impacto del programa de pago por servicios ambientales en Costa Rica como medio de reducción de pobreza en los medios rurales*. San José, Costa Rica: RUTA.
- Owari, T., Juslin, H., Rummukainen, A., & Yoshimura, T. (2006). Strategies, functions and benefits of forest certification in wood products marketing: Perspectives of Finnish suppliers, *Forest Policy and Economics*, 9(4), 380-91.
- Pagiola, S., Bishop J., & Landell-Mills, N. (2002). Market-based mechanisms for conservation and development. In S. Pagiola, J. Bishop, & N. Landell-Mills (Eds.), *Selling forest environmental services market-based mechanisms for conservation and development*. London: Earthscan.
- Pagiola, S., Ramírez, E., Gobbi, J., De Haan, C., Ibrahim, M., Murgueto, E., & Ruiz J. P. (2007). Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua, *Ecological Economics*, 64(2), 374-385.
- Paschalis-Jakubowicz, P. (2006). Forest certification in Poland. In B. Cashore, et al. (Eds.), *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. (Report Number 8). Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Pattanayak, S., & Mercer, D. E. (1998). Valuing soil conservation benefits of agroforestry: Contour hedgerows in the Eastern Visayas, Philippines. *Agricultural Economics*, 18, 31-46.
- Pearce, D. W. (2001). The economic value of forest ecosystems. *Ecosystem Health*, 7(4), 284-296.
- PEFC. (2010). *Statistical figures on PEFC certification*. (Information updated on 31 December 2010). Retrieved from <http://register.pefc.cz/statistics.asp>
- PEFC. (2011). *Forest certification progresses in China*. Retrieved from <http://www.pefc.org/news-a-media/general-sfm-news/news-detail/item/695-forest-certification-progresses-in-china>
- Perrot-Maitre, D. (2006). *The Vittel payments for ecosystem services: A "perfect" PES case?* London: IIED.
- Porras, I., Grieg-Gran, M., & Neves, N. (2008). *All that glitters: A review of payments for watershed services in developing countries*. London: IIED.
- Porras, I. (2010). *Fair and green? The social impacts of payments for environmental services in Costa Rica*. London: IIED.
- Poschen, P. (2003). Globalization and sustainability: The forestry and wood industries on the move: Social and labour implications. *European Tropical Forest Research Network News*, 39/40, Autumn/Winter.
- Potts, J., van der Meer, J., & Daitchman, J. (2010). *The state of sustainability initiatives review 2010: Sustainability and transparency*. Winnipeg, Canada: IISD.
- Putz, F. E., Sist, P., Fredericksen, T., & Dykstra, D. (2008). Reduced- impact logging: Challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management*, 256, 1427-1433.
- Rahman, S. A., Farhana, K. M., Rahman, A. H. M. M., & Imtiaj, A. (2007). An economic evaluation of the multistrata agroforestry system in Northern Bangladesh. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 2(6), 655-661.
- Rausser, G., & Small, A. (2000). Valuing research leads: Bioprospecting and the conservation of genetic resources. *Journal of Political Economy*, 108(1), 173-206.
- Rice, R. (2002). *Conservation concessions: our experience to date*. *Conservation International*. (Presented at the annual meetings of the Society for Conservation Biology). Canterbury, UK.
- Richardson, M. (2010). Indonesia moving to reduce forest loss, warming emissions. *Japan Times*, 21 June. Retrieved from <http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/ea20100621mr.html>
- Rios, A., & Pagiola, S. (2009). *Poor household participation in payments for environmental services in Nicaragua and Colombia*. (MPRA Paper No. 13727). Retrieved from <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/13727/>
- Robertson, N., & Wunder, S. (2005). *Fresh tracks in the forest: Assessing incipient payments for environmental services initiatives in Bolivia*. CIFOR.
- Robalino, J., Pfaff, A., Sánchez, F., Alpizar, C. L., & Rodríguez, C. M. (2008). *Deforestation impacts of environmental services payments: Costa Rica's PSA program 2000-2005*. (Presented at the World Bank workshop on the economics of REDD, 27 May. Discussion Paper Series). Washington, DC: Environment for Development and Resources for the Future.
- Robalino, J., Herrera, L. D., Villalobos, L., & Butron, S. (2010). *Forest management and policies in Latin America*. (Background paper for the Forests Chapter, Green Economy Report).
- Rodrigues, A. S. L., Andelman, S. J., Bakarr, M. I., Boitani, L., Brooks, T. M., Cowling, R., ...Yan, X. (2004). Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, 428(8), 640-43.
- Saigal, S. (2005). Joint management of state forest lands: Experience from India In M. Garforth & J. Mayers (Eds.), *Plantations, privatization, poverty and power: changing ownership and management of state forests*. UK: Earthscan.
- Sanchez-Azofeifa, G. A., Pfaff, A., Robalino, J. A., & Boomhower, J. P. (2007). Costa Rica's payment for environmental services program: Intention, implementation, and impact. *Conservation Biology*, 21(5), 1165-173.
- Sathirathai, S., & Barbier, E. (2001). Valuing mangrove conservation in Southern Thailand. *Contemporary Economic Policy*, 19(20), 109-122.
- Schmitt, C. B. et al. (2009). Global analysis of the protection status of the world's forests. *Biological Conservation*, 142(10), 2122-2130.
- Shahwahid, H. O., Awang Noor, A. G., Ahmad Fauzi, P., Abdul Rahim, N., & Salleh Shahwahid, M. (2006). Forest certification in Malaysia. In B. Cashore, et al. (Ed.), *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. (Report Number 8). Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Shvidenko, A., Barber, C. V., & Persson, R. (2005). Forests woodland systems, chapter 21. In R. Hassan, R. Scholes, & R. Ash (Eds.), *Ecosystems and human well-being: Current state and trends: Findings of the Condition and Trends Working Group*. Washington, DC: Island Press.
- Sierra, R., & Russman, E. (2006). On the efficiency of the environmental service payments: A forest conservation assessment in the Osa Peninsula, Costa Rica. *Ecological Economics*, 59, 131-141.
- Simpson, R. D., Sedjo, R. A., & Reid, J. W. (1996). Valuing biodiversity for use in pharmaceutical research. *Journal of Political Economy*, 104(1), 163-183.
- Smeraldi, R., & May, P. (Eds.). (2009). *A hora da conta Pecúária Amazônia e Conjuntura*. Amazônia Brasileira: Amigos da Terra.
- Stern, N. (2007). *The Stern Review: The economics of climate change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Strassburg, B., & Creed, A. (2009). *Estimating terrestrial carbon at risk of emission. Applying the terrestrial carbon group 3 filters approach*. (Policy Brief 6 Discussion Draft). Terrestrial Carbon Group.
- Sun, G., Zhou, G., Zhang, Z., Wei, X., McNulty, S. G., & Vose, J. M. (2006). Potential water yield reduction due to forestation across China. *Journal of Hydrology*, 328(3-4).
- Sun, C., Liqiao Chen, L., Chen, L., Han, L., & Bass, S. (2008). *Global forest product chains: Identifying challenges and opportunities for China through a global commodity chain sustainability analysis*. London: IISD.
- Tacconi, L., Mahanti, S., & Suich, H. (2009). *Assessing the livelihood impacts of payments for environmental services: Implications for avoided deforestation*. (Presented at the XIII World Forestry Congress. Buenos Aires, Argentina, 18-23 October).
- TEEB (2009). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers*.
- Tomaselli, I. (2006). *Brief study on funding and financing for forestry and forest-based sector*. United Nations Forum on Forests (UNFF).
- Tomich, T. P., van Noordwijk, M., Budidarsono, S., Gillison, A., Kusumanto, T., Murdiyoso, ...Fagi, A. M. (2001). Agricultural intensification, deforestation and the environment: Assessing tradeoffs in Sumatra, Indonesia. In D. R. Lee, & C. B. Barrett (Eds.), *Tradeoffs or synergies: Agricultural intensification, economic development and the environment*. Wallingford, UK: CABI.
- Uchida, E., Jintao X., & Rozelle, S. (2005). Grain for green: Cost-effectiveness and sustainability of China's conservation set-aside program. *Land Economics*, 81(2), 247-264.
- UNDP. (2000). *World Energy Assessment. Energy and the challenge of sustainability*. New York: UNDP, Department of Economic and Social Affairs and World Energy Council. Retrieved from <http://www.undp.org/energy/activities/wea/drafts-frame.html>
- UNEP, ILO, IOE & ITUC. (2008). *Green jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP).
- UNFCCC. (2010). Decision 4/CP.15. In *Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, December 7-19, 2009*. Addendum March 30, Copenhagen.
- UNFF. (2009). *Report of the Secretary-General on Finance and other means of implementation for sustainable forest management, E/CN.18/2009/9*. (United Nations Forum on Forests Eighth Session, 20 April-1 May, New York). Retrieved from <http://www.un.org/esa/forests/documents-unff.html#8>
- van Beers, C., & de Moor, S. (2001). *Public subsidies and policy failures: How subsidies distort the natural environment, equity and trade and how to reform them*. Cheltenham: Edward Elgar.
- van Kooten, G. C., & Sohngen, B. (2007). *Economics of forest ecosystem carbon sinks: A review*. (Working Papers 2007-02). University of Victoria, Department of Economics, Resource Economics and Policy Analysis Research Group.
- van Kuijk, M., Putz, F. E., & Zagt, R. (2009). *Effects of forest certification on biodiversity*. Wageningen, Netherlands: Tropenbos International.
- Vedeld, P., Angelsen, A., Sjaastad, E., & Kobugabe Berg, G. (2004). *Counting on the environment forest incomes and the rural poor*. (Environmental Economics Series, Paper No. 98). Washington, DC: World Bank Environment Department.
- Viana, V. M., May, P., Lago, L., Dubois, O., & Grieg-Gran, M. (2002). *Instrumentos para o manejo sustentável do setor florestal privado no Brasil (Instruments for Sustainable Private Sector Forestry in Brazil)*. London: IIED.
- Viana, V. M. (2009). *Financing REDD: Meshing markets with government funds*. (IIED briefing, March). London: IIED.
- Viana, V. M., Grieg-Gran, M., della Mea, R., & Ribenboim, G. (2009). *The costs of REDD: lessons from Amazonas*. (IIED briefing, November). London: IIED.
- Wairiu, M. (2006). Forest certification in Solomon Islands. In B Cashore et al. (Eds.), *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. (Report Number 8). Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- World Bank. (2004). *Sustaining forests: A development strategy*. Washington, DC.
- WRM. (2008a). *Oil palm and rubber plantations in Western and Central Africa: An overview*. (WRM Briefing, December). World Rainforest Movement.
- WRM. (2008b). *Regional perspectives on plantations, an overview on the Mekong basin*. (WRM Briefing, December). World Rainforest Movement.
- WRM. (2008c). *Regional Perspectives on Plantations, An Overview on Western and Central Africa*. (WRM Briefing, December). World Rainforest Movement.
- Wunder, S., & Albán, M. (2008). Decentralized payments for environmental services: The cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador. *Ecological Economics*, 65(4), 685-698.
- Wunder, S., Engel, S., & Pagiola, S. (2008). Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. *Ecological Economics*, 65(4), 834-852.
- Xu, Z., Bennett, M., Tao, R., & Xu, J. (2004). China's sloping land conversion program four years on: Current situation, pending issues. *The International Forestry Review*, 6(3-4), 317-326.
- Zagt, R. J., Sheil, D., & Putz, E. (2010). Biodiversity conservation in certified forests: An overview. In D. Sheil, F. E. Putz & R. J. Zagt, (Eds.), *Biodiversity conservation in certified forests*. Wageningen, Netherlands: Tropenbos International.
- Zhang, Y., Liu, S., Wei, X., Liu, J., & Zhang, G. (2008). Potential impact of afforestation on water yield in the subalpine region of Southwestern China. *Journal of the American Water Resources Association*, 44(5), 1144-1153.
- Zomer, R., Trabucco, A., Coe, R., & Place, F. (2009). *Trees on farm: Analysis of global extent and geographical patterns of agroforestry*. (ICRAF Working Paper no. 89). Nairobi: World Agroforestry Centre.



Parte II

Inversión en energía y eficiencia de recursos



istockphoto/Carmen Martínez Bandis



Energía Renovable

Inversión en energía y eficiencia de recursos



Agradecimientos

Autores-coordinadores del capítulo: **Ton van Dril, Raouf Saidi** y **Xander van Tilburg**, del Centro de Investigación Energética (ECN, por sus siglas en inglés) de los Países Bajos, y **Derek Eaton** (PNUMA).

Derek Eaton y Fatma Ben Fadhl (durante las fases iniciales del proyecto) del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) organizaron la preparación general del capítulo, incluyendo la elaboración de los escenarios de modelación, el manejo de la revisión por pares, la interacción con los autores coordinadores en las revisiones, la conducción de investigación complementaria y la consecución de la producción final de este capítulo.

Los principales autores que contribuyeron con trabajos de apoyo técnico y otros materiales para este capítulo son: Lachlan Cameron (ECN); Suani Coelho, del Centro Nacional de Referencia en Biomasa (CENBIO, Brasil); Heleen de Coninck (ECN); Amit Kumar, del Instituto de Recursos y Energía (TERI, por sus siglas en inglés), en India; Alexandra Mallet, de la Universidad de Sussex (Reino Unido); Joyce McLaren, del Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL, por sus siglas

en inglés), EE.UU.; Tom Mikunda (ECN); Jos Sijm (ECN); Raouf Saidi (ECN); Laura Würtenberger (ECN); Peter Zhou (Consultores EEGG). Material adicional fue preparado por: Andrea M. Bassi, John P. Ansah y Zhuohua Tan, del Millennium Institute; Andrew Joiner y Tilmann Liebert (PNUMA); Ana Lucía Iturriza y Yasuhiko Kamakura (OIT).

Quisiéramos extender un agradecimiento a las muchas personas que realizaron sus aportaciones a los borradores, así como valiosos consejos, incluyendo a: John Christensen, Centro del PNUMA sobre Energía, Clima y Desarrollo Sostenible en Risø (Dinamarca); Yasuhiko Kamakura (OIT); Punjanit Leagnava (PNUMA); Anil Markandya, Centro Vasco para el Cambio Climático, en España; Mohan Munasinghe, Instituto Munasinghe para el Desarrollo, en Sri Lanka; David Ockwell, Universidad de Sussex, en Reino Unido; Martina Otto (PNUMA); Ian Parry (FMI); Mark Radka (PNUMA); Serban Scriciu (PNUMA); Virginia Sonntag-O'Brien (REN21); Shannon Wang (OCDE); Peter Wooders (IISD, por sus siglas en inglés); y Dimitri Zenghelis, del Instituto Grantham de Investigación, en la Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres (LSE), en Reino Unido.

Índice

Lista de acrónimos	221
Mensajes clave	222
1 Introducción	224
1.1 El sector energético y la posición de las fuentes de energía renovable	225
2 Retos y oportunidades	226
2.1 Seguridad energética	226
2.2 Cambio climático	226
2.3 Impacto de la tecnología energética en la salud y en los ecosistemas	227
2.4 Pobreza energética	228
3 Inversión en energía renovable	231
3.1 Tendencias recientes en inversión en energía renovable	231
3.2 Avances técnicos y competitividad de costos	232
3.3 Externalidades, subsidios y competencia de costos	236
3.4 Potencial de generación de empleos en la energía renovable	240
3.5 Inversión requerida para la energía renovable	241
4 Cuantificando las implicaciones de invertir en energía renovable	244
4.1 Escenario base (BAU)	244
4.2 Escenarios de inversión verde	245
5 Superando barreras: un entorno favorable	251
5.1 Compromiso político con la energía renovable	251
5.2 Riesgos y retornos	252
5.3 Mecanismos de financiamiento	256
5.4 Regulaciones e infraestructura eléctrica	258
5.5 Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)	259
5.6 Habilidad y transferencia tecnológica	261
5.7 Estándares de sostenibilidad	261
6 Conclusiones	263
Referencias	265

Lista de figuras

Figura 1: Evolución de los precios de los combustibles fósiles.....	224
Figura 2: Participación de la energía renovable en el consumo energético final global (2009)	225
Figura 3: Nueva inversión global en energía renovable en miles de millones de dólares.....	231
Figura 4: Rango del costo nivelado reciente de la energía para tecnologías de energía renovable elegidas y comercialmente disponibles.....	235
Figura 5: Costos externos de fuentes energéticas relacionadas con la salud global y el cambio climático (escala logarítmica)	237
Figura 6: Tendencias en el consumo total de energía (eje izquierdo) y tasa de penetración renovable (eje derecho) en los escenarios base y G2	247
Figura 7: Tendencias en el consumo total de energía (eje izquierdo) y tasa de penetración en el sector eléctrico (eje derecho) en los escenarios base y G2	247
Figura 8: Empleos totales del sector energético y su desagregación en energía y combustibles y eficiencia energética bajo el escenario G2.....	248
Figura 9: Total de emisiones relacionadas con la energía y las reducciones en G2 por fuente con relación al escenario base	249
Figura 10: Políticas de apoyo a tecnologías de energía renovable	256
Figura 11: Mecanismos de financiamiento público a lo largo de las etapas de desarrollo tecnológico ...	257
Figura 12: Ejemplos de opciones de financiamiento para los pobres	257
Figura 13: Gasto per cápita del sector público en I+D de bajo carbono como función del PIB per cápita y emisiones de CO ₂	260

Lista de tablas

Tabla 1: Demanda de energía primaria por región en un escenario de Políticas Actuales de la Agencia Internacional de Energía (AIE)	224
Tabla 2: Combinación de fuentes primarias de energía mundial en el escenario de Políticas Actuales de la AIE.....	227
Tabla 3: Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y sus vínculos con el acceso a la energía	228
Tabla 4: Etapas de maduración tecnológica	232
Tabla 5: Tasas de aprendizaje de tecnologías de generación de electricidad	234
Tabla 6: Tecnologías energéticas de generación de electricidad en EE.UU. -escenario conservador del precio del combustible	238
Tabla 7: Costos del proyecto de mitigación por tonelada de CO ₂ (en dólares americanos, a precios de de 2007), atendiendo a diferentes valores para precios del gas natural	239
Tabla 8: Empleos en el sector de energía renovable por tecnología y país	240
Tabla 9: Promedio de empleo sobre la vida de las instalaciones.....	241
Tabla 10: Vida útil de determinados activos de energía y transporte.....	242
Tabla 11: Comparativo de la matriz energética en 2030 y 2050 bajo diversos escenarios del Informe de Economía Verde y la AIE.....	247
Tabla 12: Participación en la reducción de emisiones según la modelación del GER en comparación con la AIE	249

Lista de cuadros

Cuadro 1: Mercados de carbono.....	239
Cuadro 2: Plan de Energía Solar de Túnez	252
Cuadro 3: Etanol brasileño	253
Cuadro 4: Programa Grameen Shakti en Bangladesh	258

Lista de acrónimos

AEMA	Agencia Europea de Medio Ambiente	MI	Millennium Institute
AGECC	Grupo Consultivo sobre Energía y Cambio Climático	NH ₃	Amoniaco
AIE	Agencia Internacional de Energía	NO _x	Óxidos de nitrógeno
BAU	Escenario base	NRC	Consejo de Investigación Nacional
CCS	Almacenamiento y captura de carbono	NREL	Laboratorio Nacional de Energía Renovable
CENBIO	Centro Nacional de Referencia en Biomasa (Brasil)	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
CI	Cociente Intelectual	ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	OIE	Organización Internacional de Empleadores
CNUCED	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo	OIT	Organización Internacional del Trabajo
CO ₂	Dióxido de Carbono	OMC	Organización Mundial del Comercio
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano	OMM	Organización Meteorológica Mundial
CSI	Confederación Sindical Internacional	OMS	Organización Mundial de la Salud (WHO, en inglés)
DEFRA	Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (Reino Unido)	ONU DAES	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas
ECN	Centro de Investigación Energética de los Países Bajos	ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
EIA	Administración de Información Energética de Estados Unidos	OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
ELI	Instituto de Derecho Ambiental	PFM	Mecanismo de Financiamiento Público
EREC	Consejo Europeo de la Energía Renovable	PIB	Producto Interno Bruto
ESMAP	Programa de Asistencia para la Gestión del Sector de Energía	PM10	Pequeñas partículas (sólidas o líquidas) cuyo diámetro es menor que 10 µm
EU ETS	Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
GEI	Gases de efecto invernadero	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
GER	Informe de Economía Verde	PV	Panel Solar o Fotovoltaico
GNESD	Red Global de Energía para el Desarrollo Sostenible	REN	Energía renovable
GSI	Iniciativa de Subsidios Globales	RPS	Normas de Portafolio Renovable
HRS	Estrategias High Road	SEFI PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Iniciativa de Financiación de Energía Sostenible
I+D	Investigación y Desarrollo	SHS	Sistemas solares domésticos
IIASA	Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados	SO ₂	Dióxido de azufre
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático	SRREN	Informe Especial sobre Fuentes de Energía Renovables y Mitigación del Cambio Climático (IPCC)
IRENA	Agencia Internacional de las Energías Renovables	T21	Umbral 21 (Threshold 21)
ITIF	Fundación para la Información y la Tecnología	UE	Unión Europea
LCOE	Costo de energía nivelado	WEO	World Energy Outlook
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio	WWEA	Asociación Mundial de Energía Eólica

Mensajes clave

1. Las inversiones en energía renovable han crecido considerablemente, con las economías emergentes tomando la delantera a las convencionales. Se estima que para 2010, las nuevas inversiones en energías renovables alcancen un máximo histórico de 211,000 millones de dólares, frente a los 160,000 millones dólares de 2009. Con cada vez más frecuencia, el crecimiento se registra en países que no son miembros de la OCDE, particularmente en las grandes economías emergentes como Brasil, China e India.

2. La energía renovable puede contribuir de forma significativa al doble desafío de responder a una creciente demanda mundial de servicios energéticos y a reducir los impactos negativos asociados a su producción y uso. Las inversiones en energía renovable están contribuyendo de forma creciente a la mitigación del cambio climático, pero para permanecer por debajo de un aumento de 2°C en la temperatura media del planeta, las inversiones deben aumentar considerablemente. La energía renovable tiene otros beneficios sociales y ambientales, incluyendo una reducción de los problemas de salud y del impacto sobre los ecosistemas causado por la extracción, transporte, procesado y utilización de los combustibles fósiles.

3. La energía renovable puede incrementar la seguridad energética a escala mundial, nacional y local. Se espera que gran parte del crecimiento futuro en la demanda de energía se origine en países en vías de desarrollo, en un escenario de aumento en los precios de los combustibles fósiles y con la creciente limitación de recursos. Esto plantea serias preocupaciones sobre la seguridad energética. En áreas no dependientes de la red, las fuentes de energía renovable pueden garantizar un suministro energético más fiable y estable. Algunos ejemplos incluyen minirredes de suministro eléctrico, sistemas fotovoltaicos a escala en hogares o sistemas de biogás.

4. La energía renovable puede desempeñar un papel importante dentro de una estrategia mundial integral para eliminar la pobreza energética. Además de ser insostenible desde una perspectiva medioambiental, el sistema energético actual es muy desigual, dejando a 1,400 millones de personas sin acceso a la electricidad, y a 2,700 millones de personas que dependen de biomasa tradicional para cocinar. Muchos países en vías de desarrollo cuentan con una rica dotación de energía renovable que pueden ayudarles a satisfacer esta necesidad.

5. El costo de la energía renovable es cada vez más competitivo frente al de los combustibles fósiles. Esto es resultado de los rápidos avances en el campo de la I+D+I, economías de escala, los efectos de aprendizaje fruto de la acumulación de experiencias y la creciente competencia entre proveedores de estos servicios. En el contexto europeo, la energía producida por molinos de viento o aerogeneradores; o por fuentes hídricas, pueden competir con los combustibles fósiles y las tecnologías nucleares. La energía eólica marina pronto será competitiva con las tecnologías de gas natural. La energía solar para la calefacción de agua (solar térmica de baja temperatura) está comercialmente madura y ya es utilizada de forma habitual en China y en otras partes del mundo.

6. Si atendieran las externalidades negativas asociadas con las tecnologías de combustibles fósiles, los servicios de energía renovable serían aún más competitivos. Estas incluyen efectos en la salud de la población, tanto actuales como futuros, derivados de los distintos

contaminantes del aire; así como los gastos necesarios para adaptarse al cambio climático y a la acidificación de los océanos producto de las emisiones de CO₂. La evidencia existente muestra claramente que los costos externos de las tecnologías de combustibles fósiles son sustancialmente más altos que los que los utilizados para la obtención de energía renovable.

7. Aumentar considerablemente las inversiones en energía renovable puede ser parte de una estrategia integrada para enverdecer el camino del desarrollo económico global. Los estudios de modelización realizados para el Informe de Economía Verde (GER), proyectan que una inversión promedio anual de 650,000 millones de dólares en la generación de energía durante los próximos 40 años, y el uso de fuentes renovables y de segunda generación de biocombustibles para el transporte, podrían aumentar la proporción de fuentes de energía renovables en la oferta total de energía a 27 por ciento para 2050, en comparación con menos del 15 por ciento bajo un escenario base (BAU). Un mayor uso de fuentes de energía renovables podría aportar más de un tercio de la reducción total de las emisiones de GEI del 60 por ciento estimado para 2050 respecto a un escenario base (BAU).

8. Un cambio hacia fuentes de energía renovable trae consigo nuevas oportunidades de empleo, pero no sin retos transitorios. Debido a la mayor intensidad de mano de obra que requieren las diversas tecnologías de energía renovable en comparación con la generación de energía convencional, el aumento de la inversión en energía renovable aumentará el nivel de empleo, especialmente a corto plazo, de acuerdo con la modelización realizada para el GER. El impacto total sobre el empleo derivado de la inversión en fuentes de energía renovable, considerando los posibles efectos en el sector dependiente de combustibles fósiles, variará según el contexto nacional y en función de las políticas de apoyo establecidas, los recursos disponibles y los sistemas nacionales de energía.

9. Se necesitará aumentar considerablemente el apoyo político para promover una inversión acelerada en energía renovable. Estas inversiones conllevan riesgos adicionales como los asociados típicamente al desarrollo y difusión de las nuevas tecnologías, exacerbados por los altos costos de capital iniciales. Se han desarrollado una gama de mecanismos de apoyo público para mitigar riesgos y aumentar los rendimientos. La creciente competitividad de la energía renovable se ha logrado, en parte, gracias al apoyo de políticas encaminadas a superar barreras.

10. La política gubernamental para apoyar una mayor inversión en energía renovable debe ser diseñada cuidadosamente de una forma integral, ya que no existe un enfoque único aplicable para todos los casos. La gama de políticas de regulación, incentivos fiscales y mecanismos de financiamiento público para apoyar la energía renovable es amplia y se puede complementar con el apoyo a la Investigación y el Desarrollo (I+D), así como con otras medidas, como el estímulo a las inversiones en la adaptación de las redes de infraestructura eléctrica. La diversidad de circunstancias entre distintos países, entre ellas los sistemas de energía renovable existentes y el desarrollo potencial renovable, requiere que las estrategias políticas sean cuidadosamente diseñadas y adaptadas a situaciones específicas.

1 Introducción

En este capítulo se evalúan diferentes opciones para aumentar la inversión hacia el enverdecimiento del sector energético mediante el incremento de la oferta de tecnologías de energía renovable.¹ El sistema energético actual, basado en el uso intensivo de carbono, depende de un suministro finito de combustibles fósiles que son cada vez más difíciles y costosos de extraer, y que ha llevado a muchos países a mostrar su preocupación sobre la seguridad energética nacional. Los retos se ven agravados por la necesidad de proporcionar servicios de energía limpia y eficiente a los 2,700 millones de personas que, en la actualidad, carecen de acceso. Por lo tanto, esta situación no es sostenible en términos económicos, sociales ni ambientales. Además, el estado actual del sector energético deja a muchos países expuestos a grandes oscilaciones en los precios de importación del petróleo, lo que les cuesta miles de millones de dólares en subsidios públicos.

El enverdecimiento del sector energético necesitará de mejoras en la eficiencia energética y una mayor oferta de servicios a partir de fuentes renovables, los cuales conducirán a la reducción de las emisiones de GEI y otros tipos de contaminación. En la mayoría de los casos, una mejora en la eficiencia energética tiene beneficios económicos netos. Es más que probable que la demanda global de energía crezca a fin de satisfacer las necesidades de desarrollo, en un contexto de crecimiento poblacional y de niveles de ingresos.

El enverdecimiento del sector también busca terminar con la ‘pobreza energética’ para los cerca de 1,400 millones de personas que actualmente carecen de acceso a electricidad. Además, 2,700 millones de personas que dependen de la biomasa tradicional para cocinar, necesitan fuentes de energía más saludables y sostenibles (IEA, 2010a). Las energías renovables modernas tienen un potencial considerable para mejorar la seguridad energética en un ámbito mundial, nacional y local. Con el fin de asegurar todos estos beneficios, las políticas de validación están obligadas a garantizar que las inversiones sean diseñados para el enverdecimiento del sector energético.

Este capítulo está estructurado de la siguiente manera: en la Sección 1 se describen brevemente las caracte-

rísticas de la oferta mundial de energía y el papel creciente de las fuentes de energía renovable dentro de la misma. La Sección 2 trata sobre los desafíos y oportunidades relacionados con el sector energético y la

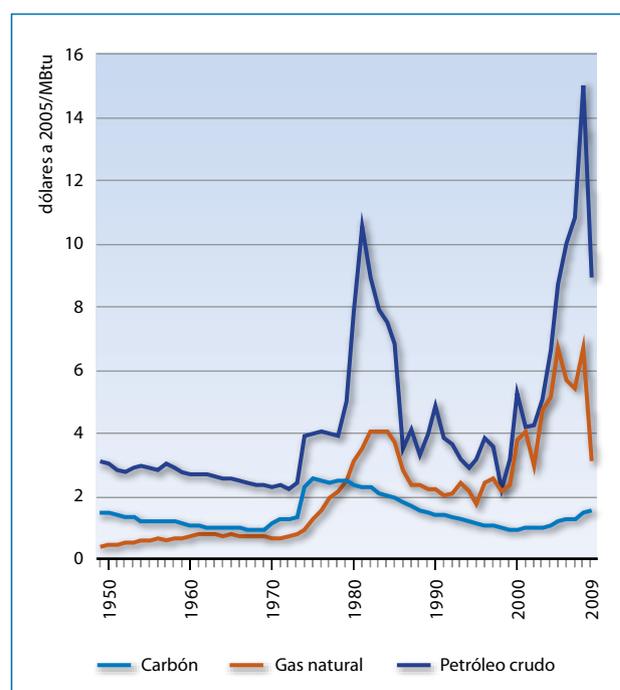


Figura 1: Evolución de los precios de los combustibles fósiles

Fuente: Centro de Investigación Energética de los Países Bajos (ECN, por sus siglas en inglés)

	Demanda total de energía [Mtoe] ^a		Tasa de crecimiento [%]	Participación en la demanda de energía total [%]	
	2008	2035	2008-2035 ^b	2008	2035
OCDE	5,421	5,877	0.3	44.2	32.6
No OCDE	6,516	11,696	2.2	53.1	64.8
Europa/Eurasia	1,151	1,470	0.9	9.4	8.1
Asia	3,545	7,240	2.7	28.9	40.1
China	2,131	4,215	2.6	17.4	23.4
India	620	1,535	3.4	5.1	8.5
Oriente Medio	596	1,124	2.4	4.9	6.2
África	655	948	1.4	5.3	5.3
Latinoamérica	569	914	1.8	4.6	5.1
Mundo^c	12,271	18,048	1.4	100.0	100.0

a. Millones de toneladas equivalente de petróleo. b. Tasa compuesta media de crecimiento anual. c. Mundial incluye bunkers y marítimo internacional de aviación (no incluido en los totales regionales), y en algunos países/regiones excluidas aquí.

Tabla 1: Demanda de energía primaria por región en un escenario de Políticas Actuales de la AIE

Fuente: IEA (2010d)

1 El tema de la eficiencia energética está ampliamente cubierto en los capítulos ‘Construcción’, ‘Transporte’ y ‘Manufactura’.

contribución potencial de la energía renovable. La Sección 3 examina las inversiones en energía renovable, cubriendo tendencias recientes, el desarrollo de los costos de competencia, la importancia de las externalidades, los efectos sobre el empleo y las necesidades esperadas de inversión. La Sección 4 presenta los resultados de escenarios de inversión verde (del capítulo 'Modelación'), en los que las inversiones en energía renovable se han ampliado considerablemente como parte de una estrategia integrada, abordando también la eficiencia energética y otros aspectos de la demanda. La Sección 5 discute las barreras al aumento de las inversiones en el sector y las políticas para hacer frente a éstos. La Sección 6 concluye el capítulo.

1.1 El sector energético² y la posición de las fuentes de energía renovable

Se espera que la demanda mundial de energía³ primaria continúe creciendo. El escenario de Políticas Públicas Actual de la Agencia Internacional de Energía (AIE), que supone un cambio casi imperceptible en las políticas hasta mediados de 2010, proyecta una tasa de crecimiento del 1.4 por ciento anual hasta 2035 (Tabla 1). El mayor crecimiento se espera en los países no pertenecientes a la OCDE, con una tasa proyectada del 2.2 por ciento anual, particularmente en China, India y otras economías emergentes de Asia y Oriente Medio. En muchos países no pertenecientes a la OCDE también se espera un incremento en las importaciones de petróleo, gas o ambos.

2 Si bien las cifras globales no existen, el sector energético comprende un poco más del cinco por ciento del PIB mundial, lo que indica su importancia para la economía en su conjunto.

3 La energía primaria se refiere a la energía contenida en una fuente energética antes de ser sometida a procesos de transformación, donde las pérdidas-a veces sustanciales-siempre tienen lugar.

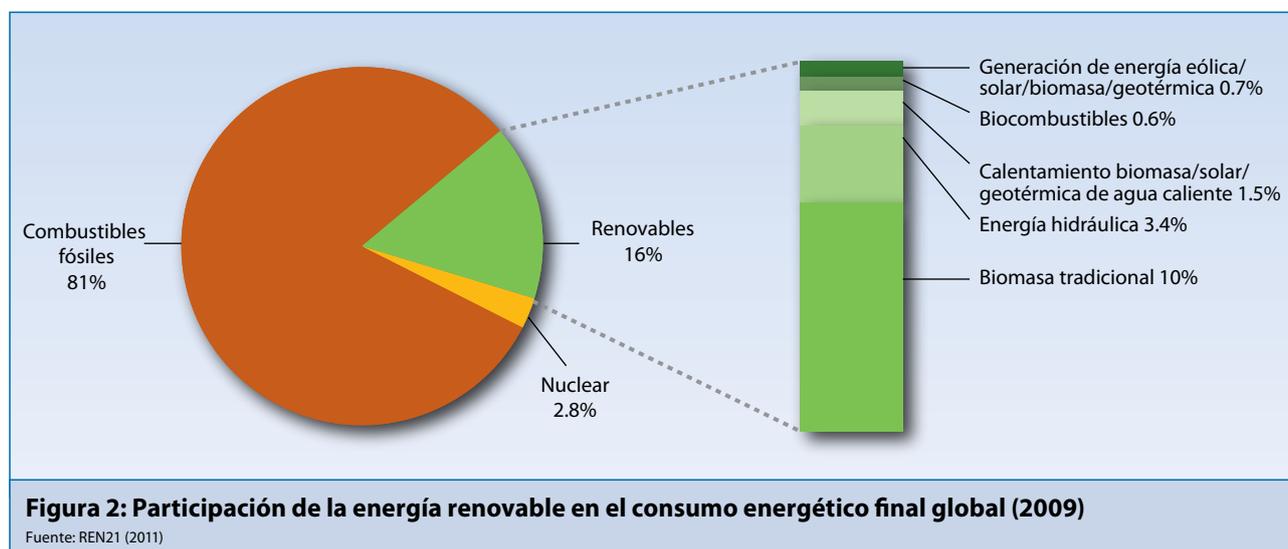
La demanda de energía está creciendo en un contexto de fluctuación, y en líneas generales, con aumentos en los precios de los combustibles fósiles (véase la Figura 1). El gasto en petróleo aumentó del uno por ciento del PIB (Producto Interno Bruto) mundial en 1998 a cerca del cuatro por ciento en su punto más alto en 2007, y se prevé que se mantengan precios altos hasta 2030 (IEA, 2008b).

Los resultados de este capítulo indican que la proporción de energía renovable en el suministro total de energía se está expandiendo y que el enverdecimiento del sector energético puede contribuir al crecimiento de los ingresos, del empleo y el acceso de los pobres a la energía a precios asequibles, que son otros objetivos del desarrollo sostenible. La inversión mundial en activos de energía renovable –sin contar grandes hidroeléctricas– se multiplicó por siete pasando de los 19,000 millones de dólares en 2004 a 133,000 millones de dólares en 2010. Para los países de la OCDE, la proporción de la energía renovable en la demanda total de energía primaria ha aumentado del 4.6 por ciento en 1973 al 7.7 en 2009 (IEA, 2010d).

En este capítulo se respeta la definición de la AIE sobre energía renovable:

La energía renovable proviene de procesos naturales que se reabastecen constantemente. En sus diversas formas, se deriva directa o indirectamente del sol o del calor generado en las profundidades de la tierra. Se incluyen en la definición, la energía solar, eólica, geotérmica, los recursos hidroeléctricos y oceánicos, la biomasa y biocombustibles y el hidrógeno obtenido a partir de recursos renovables (IEA 2008a).

La Figura 2 indica la participación de la energía renovable en el consumo energético final global en 2009: un 19 por ciento del total.



2 Retos y oportunidades

La comunidad global y los gobiernos nacionales se enfrentan a cuatro grandes retos respecto al sector energético: 1) preocupaciones acerca de la seguridad energética, 2) la lucha contra el cambio climático, 3) la reducción de la contaminación y los riesgos asociados a la salud pública, y 4) afrontar la pobreza energética.

El enverdecimiento del sector energético, incluyendo, entre otros aspectos, un aumento sustancial en la inversión en energía renovable, ofrece la oportunidad de hacer una contribución significativa para enfrentar estos desafíos.

2.1 Seguridad energética

El incremento de la demanda de energía junto al encarecimiento de los precios genera inquietudes sobre la seguridad energética, tema que abarca una serie de cuestiones que, principalmente, están asociadas a la fiabilidad y asequibilidad de la oferta energética nacional. Tales preocupaciones son particularmente relevantes para los países de bajo ingreso, pero también para economías emergentes y desarrolladas, donde una dependencia relativamente alta en un rango limitado de proveedores puede significar un mayor riesgo para la seguridad del debido a factores geopolíticos y otros desarrollos. Los riesgos para la seguridad energética nacional pueden permearse y ocasionar riesgos a escala local.

El Escenario de Referencia de la AIE, cuyas tendencias están representadas en las Tablas 1 y 2, representa un punto de referencia sobre cómo los mercados de energía mundial se desarrollarían de no existir cambios en las actuales políticas (IEA, 2009a). En este escenario, se espera que los países importadores de petróleo (en especial los países en vías de desarrollo y las economías emergentes) sean cada vez más dependientes de los países miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Mientras que el producto total fuera de la OPEP se mantendrá casi constante hasta 2030, la producción en los países de la OPEP es probable que aumente, especialmente en Oriente Medio. La participación de la OPEP en el mercado mundial del petróleo aumentará, por lo tanto, de un 44 por ciento en 2008 a un 52 por ciento en 2030, por encima de su máximo histórico de 1973. Con respecto al gas natural, se prevé un aumento de las exportaciones provenientes de Rusia, Irán y Qatar, lo que provocaría una mayor dependencia de la ener-

gía económica mundial respecto de estos países (IEA, 2009a).

El incremento de los precios del petróleo desde 2002 ha generado mayor presión sobre la balanza de pagos de los países en desarrollo (Figura 1). Con el fin de proteger a los consumidores contra el aumento de los precios de los combustibles fósiles, algunos países han incrementado sus subsidios a estos, situando una presión adicional sobre los presupuestos gubernamentales y apoyando la demanda de importaciones de los de origen fósil. El petróleo representa entre el diez y el 15 por ciento de las importaciones totales de países africanos importadores de petróleo y absorbe, en promedio, más del 30 por ciento de sus ingresos por exportaciones (CNUCED, 2006, ESMAP, 2008a). Algunos países africanos, incluyendo Kenia y Senegal, dedican más de la mitad de sus ingresos por exportaciones a importar energía, mientras que India gasta un 45 por ciento. Invertir en fuentes de energía renovable que están disponibles a escala local -en muchos casos de forma abundante- podría mejorar la seguridad energética en estos países (GNESD, 2010). La seguridad energética estaría mayormente influenciada por el acceso a tecnologías renovables, incluyendo su asequibilidad así como su capacidad de adaptarse e implementar esas tecnologías. La diversificación de la matriz energética representa un reto considerable y una gran oportunidad para los países importadores de petróleo.

2.2 Cambio climático

El cuarto informe de evaluación sobre el cambio climático del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (IPCC, 2007), subrayó la importancia de mitigar los efectos del cambio climático inducidos por el hombre en su mayoría impulsados por la combustión de combustibles fósiles y en la adaptación a los cambios resultantes. Las estimaciones de los daños del cambio climático y los costos de la mitigación y la adaptación son muy variables. Incluso con un enverdecimiento rápido del sistema energético se producirían daños considerables, pero estos serían mucho mayores si no se ponen en marcha las medidas necesarias. Los costos anuales globales de la adaptación al cambio climático han sido estimado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, 2009), cuanto menos, entre 49,000 millones y 171,000

millones de dólares para 2030.⁴ Alrededor de la mitad de estos costos serán absorbidos por países en desarrollo. Además, el cambio climático podría empeorar la desigualdad en el mundo, ya que sus impactos se distribuyen de forma desigual en el espacio y en el tiempo, afectando desproporcionadamente a los más pobres (IPCC, 2007).

Tanto el IPCC (2007) como la IEA (2008c) estiman que, con el fin de limitar el aumento de la temperatura media mundial a 2° C, la concentración de GEI no debe superar las 450 partes por millón (ppm) CO₂-eq. Esto se traduce en un máximo de emisiones globales en 2015 y, cuanto menos, un 50 por ciento de reducción en emisiones globales para 2050, en comparación con 2005. En 2009, el G8 se comprometió a reducir en un 80 por ciento sus emisiones con el fin de contribuir a una reducción global del 50 por ciento para 2050, aunque no se ha especificado un punto de referencia preciso. La reducción del 80 por ciento daría un poco de espacio para que los países en vías de desarrollo tengan una trayectoria de reducción menos severa mientras se alcanza el 50 por ciento de reducción mundial previsto. No obstante, todavía existen grandes incertidumbres sobre cómo lograr las metas de reducción de emisiones y el objetivo de los 2° C acordado por la mayoría de los países en la Conferencia de Cambio Climático de la ONU en Copenhague (COP15) en 2009. Si se implementaran las promesas formuladas después de la conferencia junto con otras opciones de políticas alternativas consideradas en las negociaciones,⁵ se esperaría que las emisiones en 2020 alcancen 49 GtCO₂-eq, lo que deja una brecha de, al menos, 5 GtCO₂-eq con respecto al nivel proyectado requerido para el objetivo de los 2°C de 39-44 GtCO₂-eq (UNEP, 2010b).

En el Escenario de Políticas Actuales de la AIE, se prevé que los combustibles fósiles sigan dominando el suministro de energía en 2030 (véase la Tabla 2). Además, varios modelos pronostican que las emisiones de GEI aumentarán más rápido en países de crecimiento acelerado como China e India (IEA, 2010b, 2010d).

4 Esta estimación es muy inexacta, aproximada y conservadora; no incluye sectores clave de la economía como la energía, la industria manufacturera, el comercio minorista, la minería y el turismo, ni los impactos sobre los ecosistemas y los bienes y servicios que proporcionan. Otros estudios que consideran el impacto, directo e indirecto, adicional del cambio climático relacionado con el agua, la salud, la infraestructura, las zonas costeras, los ecosistemas, etc., han evaluado que el costo de la adaptación sería entre dos y tres veces mayor que la presentada por la CMNUCC (IIED, 2009). En general, los costos de adaptación deben ser interpretados como un límite inferior de las estimaciones de los posibles impactos económicos del cambio climático (véase también Stern, 2006).

5 Estas opciones consideran a países que tienen mayores ambiciones, las promesas condicionales y las negociaciones sobre normas para evitar un aumento neto de las emisiones a partir de (a) un 'indulgente' informe del uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y actividades forestales y (b) el uso de la de las unidades de emisión excedentes (UNEP, 2010b).

	Uso de energía total [Mtoe]		Tasa de crecimiento 2008-2035 ^a [%]	Participación en la mezcla de energía total [%]	
	2008	2035		2008	2035
Carbón	3,315	5,281	1.7	27.0	29.3
Petróleo	4,059	5,026	0.8	33.1	27.8
Gas	2,596	4,039	1.7	21.2	22.4
Nuclear	712	1,081	1.6	5.8	6.0
Agua	276	439	1.7	2.2	2.4
Biomasa y desperdicios agrícolas/residuos ^b	1,225	1,715	1.3	10.0	9.5
Otros renovables	89	468	6.3	0.7	2.6
Total	12,271	18,048	1.4	100.0	100.0

a. Tasa media de crecimiento anual compuesta. b. Incluye los usos tradicionales y modernos.

Tabla 2: Combinación de fuentes primarias de energía en el escenario de Políticas Actuales de la AIE

Fuente: IEA (2010d)

Un cambio de combustibles fósiles a energías renovables en la oferta energética puede contribuir a alcanzar objetivos ambiciosos en la reducción de emisiones junto a mejoras significativas en la eficiencia energética. Para reducir las emisiones a un nivel que mantenga la concentración de GEI a 450 ppm en 2050, la IEA estima que la energía renovable tendría que representar el 27 por ciento de las reducciones de CO₂ requeridas, mientras que la parte restante se obtendría a partir de la eficiencia energética y de opciones de mitigación alternativas como el almacenamiento y la captura de carbono (CCS) (IEA, 2010b). La mayor parte de las reducciones de CO₂ resultantes de la promoción de energías renovables se registraría en países en desarrollo.

2.3 Impacto de la tecnología energética en la salud y en los ecosistemas

Existen altos costos indirectos asociados a la contaminación procedente de la combustión de combustibles fósiles y tradicionales. La liberación de partículas de carbón negro (resultado de la combustión incompleta de combustibles fósiles) y otras formas de contaminación del aire (como óxidos de nitrógeno y azufre, precursores fotoquímicos del smog y metales pesados) tienen un efecto perjudicial sobre la salud pública (UNEP & OMM, 2011).

La contaminación del aire en lugares cerrados por la quema de combustibles sólidos representó el 2.7 por ciento del total de enfermedades en 2000, y está considerado el mayor causante de los problemas de salud ambiental después del agua no potable y la falta de

Objetivo de Desarrollo del Milenio	¿Cómo contribuirá la energía moderna al logro de los ODM?
1 Erradicar la pobreza extrema y el hambre para reducir la proporción de personas cuyos ingresos sean inferiores a un dólar por día (en US\$ PPP).	Aumenta los ingresos familiares mediante la mejora de la productividad en términos de ahorro de tiempo, el aumento de la producción, y la adición de valor y la diversificación de la actividad económica. Energía para el riego aumenta la producción de alimentos y el acceso a la nutrición.
2, 3 Lograr la enseñanza primaria universal y promover la igualdad de género.	Provee tiempo para la educación, facilitar la enseñanza y el aprendizaje mediante la potenciación especialmente mujeres y niños para ser educados en la salud y las actividades productivas, en lugar de las actividades relacionadas con la energía tradicionales.
4, 5, 6 Reducir la mortalidad infantil y materna y reducir la morbilidad.	Mejoramiento de la salud a través del acceso al agua potable, combustibles más limpios para cocinar, calentar el agua hirviendo, y mejores rendimientos agrícolas. Los centros de salud con los combustibles modernos y electricidad pueden refrigerar vacunas, esterilización de equipos y proporcionar la iluminación.
7 Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.	Los combustibles más limpios, las tecnologías de energía renovable y la eficiencia energética pueden ayudar a mitigar los impactos ambientales a nivel local, regional y global. La productividad agrícola y uso del suelo se puede mejorar para hacer funcionar máquinas y sistemas de riego.

Tabla 3: Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y sus vínculos con el acceso a la energía

Fuente: basada en GNESD (2007) y Modi et al. (2006)

saneamiento (WHO, 2006). La quema de combustibles fósiles le cuesta a los EE.UU. alrededor de 120,000 millones de dólares al año en costos de salud, principalmente, a causa de miles de muertes prematuras por la contaminación del aire (NRC, 2010). Esta cifra refleja, principalmente, el daño a la salud por la contaminación del aire asociada con la generación de electricidad y el uso de vehículos de motor. De acuerdo con la AIE, los costos del control de la contaminación del aire en todo el mundo ascendieron a unos 155,000 millones de euros en 2005, y se estima que se triplique para 2030 (IIASA, 2009; IEA, 2009a).⁶ La energía renovable puede mitigar o evitar muchos de estos riesgos para la salud pública causados por la minería, y la producción y combustión de combustibles fósiles.

El uso de fuentes de energía fósil y tradicional, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, afecta a la biodiversidad global y a los ecosistemas a través de la deforestación, la disminución de la calidad y disponibilidad del agua, la acidificación de los cuerpos de agua y el incremento de la entrada de sustancias peligrosas a la biosfera (UNEP, 2010a). Estos impactos también reducen las capacidades naturales del planeta para responder al cambio climático.

El uso de tecnologías de energía renovable conlleva ciertos efectos y es necesaria una planificación cuidadosa para combatir los posibles impactos ambientales y sociales. La producción de biocombustibles, por

ejemplo, puede tener impactos negativos en la biodiversidad y en los ecosistemas, mientras que los efectos ambientales y sociales de las grandes centrales hidroeléctricas pueden ser significativos. La Comisión Mundial de Represas ha proveído pautas para reducir los impactos negativos que el desarrollo hidroeléctrico pudiera provocar. Los biocombustibles de primera generación también han recibido una atención considerable debido a sus impactos sobre el cambio en el uso de suelo y las prácticas agrícolas de producción, lo que ha llevado al desarrollo de estándares de sostenibilidad para biocombustibles (véase la Sección 5.7). Un mayor uso de fuentes de energía renovable que requieren de elementos terrestres poco comunes, podría provocar el aumento de la actividad minera y una mayor deforestación. Éste es un área que está obteniendo cada vez mayor atención con el objeto de reducir posibles impactos negativos tanto como sea posible (IPCC, 2011).

2.4 Pobreza energética

Ampliar el acceso a la energía es un reto fundamental para los países en vías de desarrollo. Servicios energéticos, fiables y modernos, son necesarios para facilitar la reducción de la pobreza, mejorar la educación y la salud; tal como se refleja en una serie de estudios (GNESD, 2007, 2010; Modi et al, 2006) la identificación del acceso a servicios energéticos es crucial para el logro de la mayor parte de los ODM. La Tabla 3 muestra la relación entre distintos ODM y el acceso a la energía moderna.

La magnitud del desafío es enorme, con 1,400 millones de personas que carecen actualmente de acceso a la electricidad, y 2,700 millones dependiendo de la biomasa tradicional para cocinar en los países en de-

⁶ El cálculo de la AIE incluye los costos internacionales de equipos de control de contaminación y se ha hecho utilizando una tasa de descuento real (social) del 4 por ciento. Todos los costos y precios se expresan en euros constantes de 2005 e incluyen una legislación de "política actual" sobre el control de la contaminación.

sarrollo, según cálculos de la AIE, el PNUD y la ONUDI (IEA, 2010a). En el África Subsahariana, el 80 por ciento de la población depende del uso tradicional de la biomasa para cocinar, convirtiéndose en la región con la mayor dependencia de esta fuente energética. Mientras que el 53 por ciento de la población urbana en el África Subsahariana tiene acceso a la electricidad, esta cifra para la población rural es de solo el ocho por ciento (UNDP, 2007). El desequilibrio de electrificación rural-urbano contribuye a una distribución espacial muy desigual de la actividad económica, fomentando una mayor y más rápida migración rural-urbana. En promedio, el 26 por ciento de la población tiene acceso a la electricidad en África Subsahariana, oscilando desde un tres por ciento en Burundi, Liberia y Chad; hasta un 75 por ciento en Suráfrica y un 92 por ciento en Togo, que ocupa la primera posición (PNUD y OMS, 2008). A menos que se implementen más y mejores esfuerzos, la AIE estima que para 2030 unos 1,200 millones de personas seguirán sin acceso a la electricidad, y el número de personas dependientes de la biomasa aumentaría ligeramente a 2,800 millones. En algunos países africanos incluso se podría incrementar la proporción de la población sin acceso a la electricidad. Las fuentes de energía renovable ofrecen algunas soluciones costo-efectivas para resolver la pobreza energética; una de tales oportunidades se analiza en la siguiente sección.

Soluciones para el acceso a la energía

Existen varias opciones tecnológicas para afrontar el desafío de la pobreza energética descrita anteriormente. La implementación de la mayoría de estas opciones requiere de una inversión de financiamiento público adicional, incluida la asesoría para desarrollarla, ya que es probable que el potencial comercial de mercado sea muy limitado en algunos casos. Las asociaciones público-privadas pueden ser una opción junto con mecanismos de financiación alternativos, incluyendo la recuperación de costos para los usuarios, y se discuten en la Sección 4.

Sobre las tecnologías de suministro de electricidad, existen potencialmente tres opciones para ampliar el acceso a la misma. En primer lugar, redes eléctricas centralizadas ya existentes, se pueden expandir a las regiones sin acceso al servicio, basándose en nuevas fuentes de energía renovable. En segundo lugar, las minirredes eléctricas descentralizadas se pueden instalar para unir una comunidad a una pequeña planta generadora. En tercer lugar, un acceso independiente de la red eléctrica puede ser facilitado mediante la producción de electricidad para un solo punto de demanda. La combinación óptima de estas opciones para un país determinado depende de la disponibilidad de recursos energéticos, el escenario político y normativo, la capacidad técnica e institucional, las consideraciones geográficas y los costos relativos (AGECC, 2010). Una planificación inteligente

debe permitir cierta flexibilidad para integrar estos sistemas conforme cada país se vaya desarrollando.

La expansión de la red eléctrica suele ser la opción más económica en las zonas urbanas y en las zonas rurales con mayor densidad de población. Una expansión exitosa a gran escala se ha logrado recientemente en China, Suráfrica y Vietnam. La expansión de la red eléctrica a escala regional en África podría facilitar el comercio hidroeléctrico entre países de la región, de esta manera, se suministraría energía a bajo costo, y se reduciría la vulnerabilidad del continente a las fluctuaciones de los precios del petróleo y las subsecuentes emisiones de carbono (World Bank, 2009).

En lugares remotos, las opciones de minirredes eléctricas e independientes de la red, tienden a ser más costo-efectivas que la expansión de redes eléctricas ya existentes. Soluciones renovables independientes de la red -pequeñas centrales hidroeléctricas y minieólicas, bioenergía y los cada vez más populares sistemas solares domésticos (SHS, por sus siglas en inglés)- tienen el potencial de aliviar la pobreza energética rural e incluso de desplazar la costosa generación de energía basada en diésel (GNESD, 2010; IEA, 2010a; REN21, 2011). Además, estas soluciones pueden contribuir al desacoplamiento de la oferta de energía, de las emisiones de GEI y a evitar el aumento de las importaciones de combustible para países de bajo ingreso. Los SHS suelen generar entre 30 y 60 vatios de un módulo fotovoltaico e incluyen una batería recargable para poner a funcionar, por ejemplo, de cuatro a seis lámparas fluorescentes compactas, una televisión, y posiblemente un cargador de celular. La tecnología también es útil para proporcionar agua potable. El precio en Asia para uno de estos sistemas es, en promedio, entre 360 y 480 dólares con un máximo de 40 vatios, lo que representa 8-11 dólares por vatio; en África el precio es mayor, de aproximadamente 800 dólares por 50 vatios (por ejemplo, en Ghana), es decir, 16-17 dólares por vatio (ESMAP, 2008b). La principal ventaja de las soluciones renovables independientes de la red eléctrica es que los costos de funcionamiento son muy bajos, a pesar de que las inversiones iniciales siguen siendo muy altas.⁷

La disponibilidad y la difusión de tecnologías de biomasa limpias, como estufas mejoradas y alternativas; y sistemas de biogás, que reducirían el uso insostenible e ineficiente de la leña y la generación de partículas contaminantes del aire sumamente peligrosas, pueden constituir un paso intermedio para la prestación de servicios energéticos modernos para poblaciones rurales que aún dependen de la biomasa. De hecho, se

⁷ Los posibles mecanismos de financiamiento se discuten en la sección 5.3.

ha enfatizado que las tecnologías de biomasa limpias para los hogares y las pequeñas industrias deben ser una prioridad para África, con el potencial de desarrollar industrias adecuadas para zonas rurales y dar un salto en el desarrollo de tecnologías energéticas (Karekezi et al., 2004). Las proyecciones de la AIE, el PNUD y la ONUDI (IEA, 2010a) para garantizar el acceso universal a servicios de cocina modernos en 2030 reconocen este potencial, y destinan un 51 por ciento del objetivo de inversión de 2,600 millones de dólares por año a plantas de biogás, y un 23 por ciento a estufas modernas de biomasa en zonas rurales.

Para muchas zonas rurales marginadas, y para una gran parte de los 1,400 millones de personas que carecen de acceso a energía, las fuentes renovables re-

presentan una opción cada vez más viable para hacer frente a una demanda deficitaria. La inversión estimada por parte de la AIE, el PNUD y la ONUDI (IEA, 2010a) para garantizar el acceso a la electricidad para todos en 2030 se calcula en 756,000 millones de dólares, lo que corresponde a una suma relativamente modesta de 36,000 millones de dólares al año. La mayor parte se destinaría a sistemas independientes de la red eléctrica, incluyendo varias opciones renovables, en adición a la generación convencional de diésel.⁸

⁸ Las necesidades de inversión estimada no son desagregadas por la AIE, el PNUD y la ONUDI (IEA, 2010a) por fuente de energía, pero en las oportunidades de debate sobre energías renovables, se subraya la promesa potencial de combinar diferentes fuentes de energía renovable en un sistema de suministro de energía de miniredes rurales.

3 Inversión en energía renovable

Los desafíos y las oportunidades que el sector de la energía afronta necesitan de un aumento de las inversiones en energías renovables. En esta sección se resumen las tendencias recientes de la inversión en energía renovable y la evolución asociada a la competitividad de las tecnologías mediante energía renovable. A continuación, se presenta un análisis sobre cómo esta competitividad es distorsionada por la falta de mecanismos para dar cuenta de las grandes externalidades negativas asociadas al uso de combustibles fósiles, explicadas en la Sección 2. Después se describe el potencial que ofrecen las energías renovables en términos de la generación de empleo. La sección concluye con una revisión de las estimaciones de la inversión futura necesaria para afrontar los retos de la creciente demanda energética y la mitigación del cambio climático, complementando las inversiones necesarias para mejorar la eficiencia energética en todos los sectores.

3.1 Tendencias recientes de la inversión en energía renovable

Durante los últimos diez años el crecimiento de la inversión en energías renovables ha sido muy rápido, aunque partiendo de una posición muy baja. Entre 2004 y 2010, las inversiones totales en energía renovable mostraron una tasa compuesta de crecimiento anual del 36 por ciento.⁹ A continuación, algunas razones explican esta interpretación:

■ El acceso relativamente fácil al capital para los promotores de proyectos y fabricantes de tecnología en países desarrollados y en las principales economías emergentes, y las bajas tasas de interés apoyaron el crecimiento de tecnologías basadas en energía renovable;

■ Para algunas tecnologías basadas en energía renovable, los avances tecnológicos han dado lugar a una disminución significativa de los costos y han aumentado la fiabilidad en la tecnología, lo que ha hecho que las inversiones fueran más atractivas;

■ Los altos precios del petróleo contribuyeron al interés en inversiones en energías renovables, y

■ El apoyo hacia la normatividad para las tecnologías basadas en energía renovable aumentó en los últimos diez años. Entre 2004 y principios de 2011, por ejemplo, el número de países con políticas de apoyo para la energía renovable pasó de 40 a casi 120 (REN21, 2011).

En 2010, Bloomberg New Energy Finance estimó que la inversión global en energías renovables alcanzó un nuevo récord de 211,000 millones de dólares. Esto representó un aumento de más del 30 por ciento respecto a los 160,000 millones de dólares invertidos en el mundo en 2009, y los 159,000 millones de dólares en 2008 (UNEP SEFI, 2011). La crisis financiera mundial iniciada en 2008 parece haber reducido temporalmente la inversión en energía renovable, con un crecimiento desacelerado de nuevas inversiones en 2008 y 2009 (véase la Figura 3). A pesar del acceso más difícil al capital, especialmente el financiamiento de deuda, el sector en su conjunto ha demostrado, hasta este momento, bastante fortaleza.

Esta solidez puede deberse, en parte, al estímulo proveniente de paquetes de medidas fiscales discrecionales (AEI, 2009b) introducidos por muchos países en 2008 y 2009, algunos de las cuales incluían el apoyo a energías renovables (HSBC, 2009). Por ejemplo, en

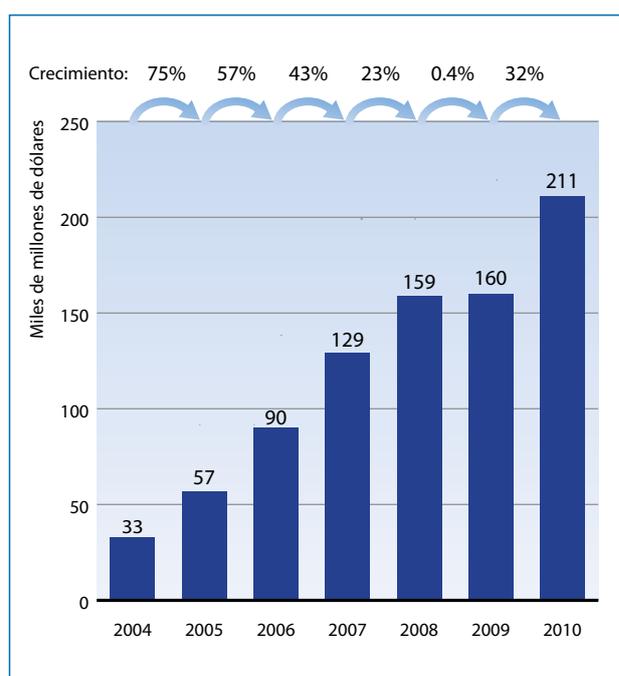


Figura 3: Nueva inversión global en energía renovable en miles de millones de dólares

Fuente: UNEP SEFI (2011)

9 La Ley de Estabilización Económica de Emergencia y la Ley estadounidense de Recuperación y Reinversión incluían la ampliación de los Créditos Tributarios de Producción para energías eólicas y el Crédito Fiscal a la Inversión para la energía solar.

EE.UU., había dos paquetes independientes con un total de 32,000 millones de dólares destinados a energía renovable.¹⁰ Corea del Sur y China también incluyeron inversiones en energía renovable en sus programas de estímulo mediante el gasto. Un estimado de 194,000 millones de dólares en fondos de estímulo verde fue asignado para apoyar el desarrollo de energía limpia en el mundo, incluyendo tecnologías basadas en energía renovable, tecnologías de redes inteligentes energéticas, la captura y el almacenamiento de carbono y el transporte (UNEP SEFI, 2011). Para finales de 2009, se había gastado menos del diez por ciento de la cifra total y poco menos de la mitad para finales de 2010. Esta demora refleja las complicaciones que los procesos administrativos suponen para la aprobación del gasto, y el hecho de que algunos proyectos fueron presentados formalmente después de que los programas fueron anunciados.

Las inversiones en energía renovable en economías emergentes han experimentado un rápido crecimiento desde 2005 (UNEP SEFI, 2011).¹¹ En ese año, los países miembros de la OCDE representaron casi el 77 por ciento de la inversión mundial en energía renovable.¹² Sin embargo, para 2007 la participación de los países no miembros de la OCDE había aumentado a un 29 por ciento y, posteriormente, se incrementó a un 40 por ciento en 2008 (base de datos de Bloomberg New Energy Finance). En 2008, por ejemplo, China fue el segundo país con más inversión en energía renovable, después de España. EE.UU. ocupó la tercera posición. Brasil fue clasificado en cuarto lugar, e India en el séptimo. En 2009, China tomó la delantera y mantuvo la primera posición en 2010 con 49,000 millones de dólares destinados a nuevas inversiones en energía renovable. En general, entre 2005 y 2008, las inversiones en activos de energía renovable crecieron más del 200 por ciento en los países miembros de la OCDE, pero crecieron más del 500 por ciento en países no miembros de la OCDE. En 2010, las nuevas inversiones financieras en energía renovable de los países en desarrollo, fueron estimadas en 72,000 millones de dólares, superando la cantidad invertida ese año por los países desarrollados con 70,500 millones de dólares (UNEP SEFI, 2011). Este crecimiento reciente y acelerado ha llevado a predecir que las economías en desarrollo podrían tener a

corto plazo mayor capacidad instalada de generación de energía renovable que los países miembros de la OCDE (ITIF, 2009; Pew Charitable Trusts, 2010).

Entre los países en desarrollo, la mayor parte de las inversiones en energía renovable se ha producido en las tres grandes economías emergentes: China, India y Brasil, que en conjunto representan casi 60,000 millones de dólares o el 90 por ciento del total invertido. A pesar de que otros países en vías de desarrollo contabilizan el restante diez por ciento del total, también están experimentando un rápido crecimiento acelerado, con América Latina (excepto Brasil) triplicando sus inversiones; Asia aumentando en un tercio; y África, quintuplicando su crecimiento (SEFI PNUMA, 2011). Estas inversiones aún tienden a concentrarse en un número limitado de países. Para que las inversiones de energía renovable puedan ampliarse a gran escala hacia otros países en vías de desarrollo, son necesarios ampliar los esfuerzos para desarrollar mejores infraestructuras, como sistemas de transmisión y distribución; mejorar el funcionamiento de los mercados financieros, y proporcionar un marco de incentivos de apoyo.

Además de instalar una capacidad significativa de energía renovable, los mercados emergentes de rápido crecimiento han acumulado grandes industrias de fabricación de equipos en el sector, tanto para la exportación al mercado mundial como para uso local. Así, China se ha convertido en el mayor productor mundial de paneles solares fotovoltaicos y calentadores de agua. El gobierno ha apoyado la inversión en capacidad de producción de energías renovables mediante el establecimiento de tarifas eléctricas preferenciales para la industria solar.

3.2 Avances técnicos y competitividad de costos

Conforme las tecnologías de energía renovable han ido madurando, sus costos han ido bajando y muchas de ellas se han vuelto cada vez más competitivas frente a otras tecnologías energéticas. Esta sección recorre brevemente esta evolución, basándose en revisiones recientes de madurez relativa y en los diferentes costos de las tecnologías energéticas (por ejemplo, IPCC, 2011; AIE, 2010b, c, d).

En general, una revisión del informe de tecnologías de energía renovable realizado por el IPCC (2011) llegó a la conclusión de que el potencial técnico, en un ámbito global, no representa una barrera para el crecimiento continuo en el uso de estas tecnologías. En su evaluación, el informe también encontró que un número creciente de estas tecnologías están técnicamente maduras y están siendo utilizadas a una escala significativa.

10 La Ley de Estabilización Económica de Emergencia y la Ley de Recuperación y Reinversión, que incluían la ampliación de los Créditos Tributarios de Producción para el viento y el Crédito Fiscal a la Inversión para la energía solar.

11 Ver también las ediciones anteriores del UNEP SEFI Sustainable Energy Investment Trends Report (UNEP SEFI, 2008a, 2009, 2010).

12 La nueva inversión financiera en energía renovable excluye a los sistemas en pequeña escala, así como la inversión a empresas y la inversión pública en I+D, que se incluyen en la Figura 5 y representaron 68,000 millones de dólares o casi un tercio del total de 211,000 millones de dólares en 2010 (UNEP SEFI, 2011).

	Desarrollo e investigación	Utilización y demostración	Difusión	Madurez comercial
Energía		Turbinas hidrocinéticas		Cabeceras de río Presas Acumulación por bombeo
Biocombustibles	Combustibles a base de plantas marinas	Biocombustibles basados en pirólisis Biocombustibles basados en azúcar lignocelulosa	Energía basada en gasificación Biocombustibles basados en gas de síntesis y lignocelulosa	Uso tradicional Estufa a leña Calefacción doméstica Calentadores de agua a pequeña/gran escala Digestión anaeróbica Energía y calor combinado Combustibles fósiles de co-combustión Energía a base de combustión Etanol a base de almidón y azúcar Biodiesel a base de aceite de plantas y semillas Biocombustibles gaseosos
Eólica	Generador de viento de mayor altura	Papalotes/Parapente	Gran turbina mar adentro	Grandes turbinas en tierra Distribución de pequeñas turbinas Turbinas para bombeo de agua
Solar	Combustibles solares	Enfriamiento solar	Cocción solar Panel solar concentrador Energía solar térmica concentrada	Fotovoltaico (PV) Energía solar térmica a baja temperatura Arquitectura solar pasiva
Geotérmica	Energía geotérmica submarina	Sistemas geotérmicos mejorados		Aplicaciones de uso directo Bombas de calor geotérmico Ciclo hidrotérmico binario Flash hidrotérmico condensado
Oceánica	Corrientes oceánicas	Olas Corrientes de marea Gradientes de salinidad Conversión de energía térmica oceánica		Rango de marea

Tabla 4: Etapas de maduración tecnológica

Fuente: Basada en la Tabla 1.3 del IPCC (2011)

La Tabla 4 muestra las etapas de madurez de las principales tecnologías de energía renovable de acuerdo con cuatro fases de maduración: Investigación y Desarrollo (I+D); implementación y demostración; difusión; y madurez comercial. La tecnología más madura es la energía hidroeléctrica, que actualmente cubre el 16 por ciento de la demanda mundial de electricidad. Muchas instalaciones hidroeléctricas se han desarrollado a gran escala, lo que significa que los impactos potenciales pueden ser significativos en los medios de vida, la biodiversidad, el abastecimiento de agua, etc. Con el fin de abordar y evitar impactos potenciales adversos, las instalaciones deben seguir las pautas de sostenibilidad elaboradas por la Comisión Mundial de Represas y siempre considerar las mejores prácticas.¹³ Los pro-

yectos de energía hidroeléctrica a pequeña escala, por el contrario, tienen un menor impacto y cuentan con un gran potencial en muchos países en vías de desarrollo. En referencia a las aplicaciones de la biomasa sostenible, como la producción de caña de azúcar para combustibles para el transporte a base de bioetanol en Brasil, es una tecnología comercialmente madura (véase el Cuadro 3 en la Sección 5). Aplicaciones terrestres de energía eólica son comercialmente maduras, mientras que la energía eólica marina se encuentra en fase de difusión y, en algunos casos, acercándose a la fase de madurez comercial.

Las tecnologías de energía solar para la calefacción (temperatura solar térmica baja), son comercialmente maduras y de uso común en muchas partes del mundo. Los paneles fotovoltaicos para la generación de electricidad a pequeña escala se acercan a la fase de madurez comercial, así como los sistemas solares en azoteas de viviendas o las linternas solares en áreas

¹³ Por ejemplo, el International Hydropower Association's Hydropower Sustainability Assessment Protocol; disponible en: <http://hydrosustainability.org/>

independientes de la red eléctrica, pero son en general aún dependientes de subsidios o mecanismos de apoyo para la reducción de precios. La concentración de la energía solar térmica ha estado en la fase de implementación y demostración durante algún tiempo y la fase de difusión ha comenzado recientemente en algunos pocos lugares. La energía geotérmica puede ser aprovechada para generar calor en casi cualquier clima templado y en algunos lugares también sirve para la generación de energía. Ésta ha alcanzado la madurez comercial en muchos países, incluyendo, entre otros, Italia, Kenia, Nueva Zelanda, Filipinas y EE.UU.; Islandia y El Salvador, por ejemplo, cubren más del 15 por ciento de sus necesidades de electricidad a través de fuentes geotérmicas (IPCC, 2008).

La difusión y la madurez comercial de muchas tecnologías basadas en energía renovable reflejan las mejoras en curso (en algunos casos de notable rapidez) de la competitividad de costos. La Figura 4 del IPCC (2011) ilustra las estimaciones de costos (por kWh) bajo un análisis de costo de energía nivelado (LCOE, por sus siglas en inglés) para las principales tecnologías de energía renovable, agrupadas según sus tres usos principales: generación de electricidad, calor y combustible para el transporte. La Figura 4 pone de relieve la amplia gama de variabilidad en las estimaciones de costos (sin subsidios) para cualquier tecnología dada. Para cada uno de los grupos de tecnologías, mencionados arriba, los costos se pueden comparar con una gama correspondiente de tecnologías de fuentes no renovables, que también dependen de los precios asumidos para los combustibles fósiles. En general, la revisión del IPCC demuestra que los costos de las tecnologías renovables son cada vez más competitivos frente a las tecnologías de combustibles fósiles, aunque esto depende de circunstancias específicas, como espacios con condiciones favorables de recursos o lugares sin otras opciones de energía de bajo costo. Sin embargo, el análisis también indica que la rapidez de la implementación de estas tecnologías es dependiente al apoyo a las políticas (lo cual será discutido más adelante en la Sección 5).

El informe de tecnologías de energía renovable del IPCC (2011) también ilustra el ritmo al que los costos se han reducido para algunas tecnologías específicas. Por ejemplo, el precio mundial promedio de los paneles fotovoltaicos (PV), se redujo de aproximadamente 22 dólares por vatio en 1980 a menos de 1.5 dólares por vatio en 2010 (IPCC, 2011).¹⁴ Las reducciones en costos son impulsadas por el I+D, economías de escala exito-

Tecnología	Inversión en reducción de costos (%)
Carbón avanzado	5-7
Gas natural ciclo combinado	10-15
Nueva energía nuclear	4-7
Células combustibles	13-19
Energía eólica	8-15
Solar PV	18-28

Tabla 5: Tasas de aprendizaje de tecnologías de generación de electricidad

Tasas de aprendizaje de las tecnologías de generación de electricidad en los modelos ascendentes de energía del sistema (por ciento)

Fuentes: Messner (1997), Seebregts et al. (1999), Kypreos & Bahn (2003), y Barreto & Klaassen (2004)

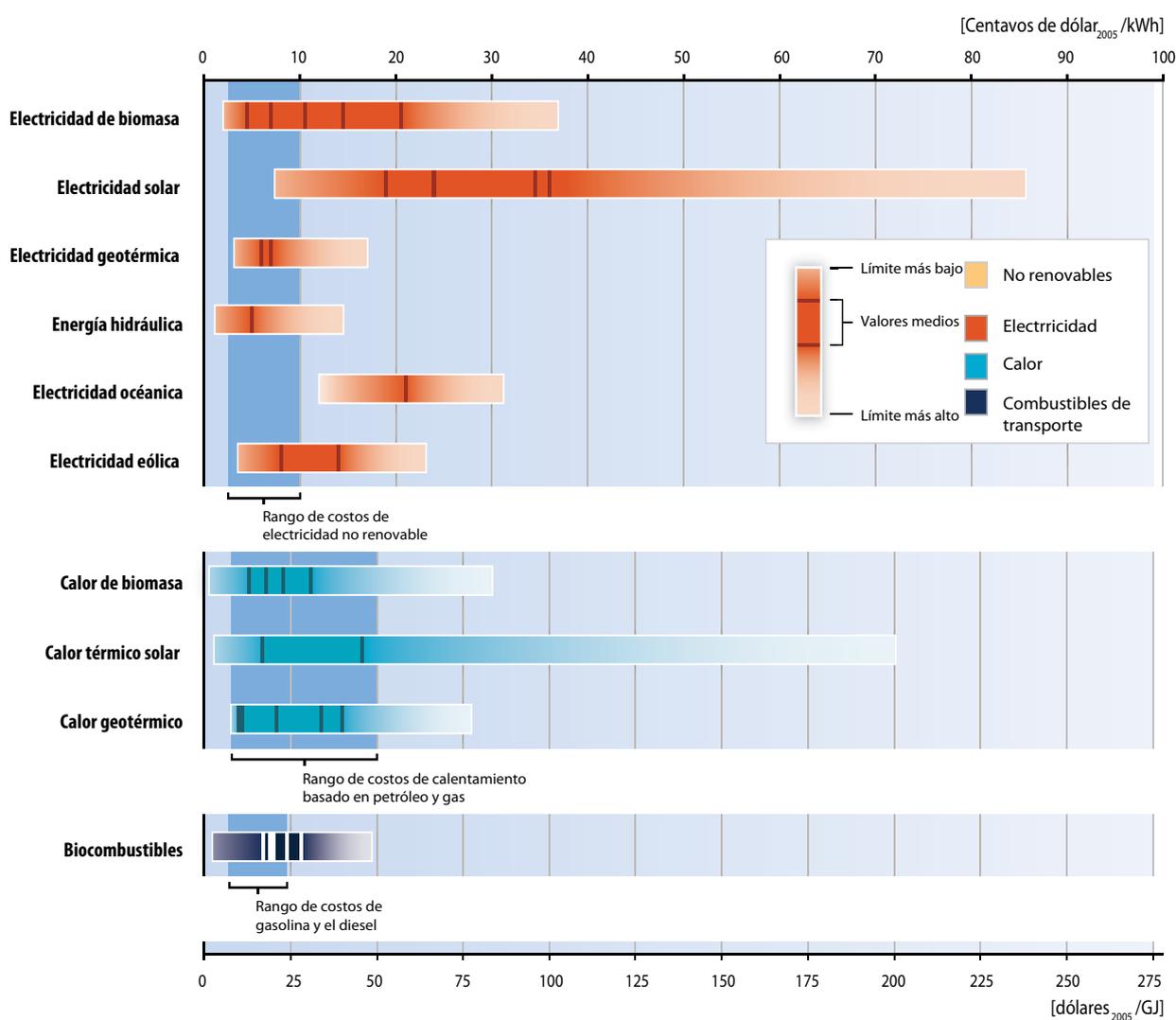
sas, los efectos de aprendizaje mediante la implementación de las tecnologías y la creciente competencia entre los proveedores, aunque en muchos casos no se alcanza a dimensionar la importancia de los factores individuales.

La Tabla 5 ilustra la importancia de los efectos de aprendizaje, los cuales se refieren a la tendencia a la baja de los costos de las nuevas tecnologías conforme se acumula mayor producción e inversión en I+D y, por lo tanto, aumenta la experiencia y el conocimiento técnico (*know-how*). Esto muestra una serie de disminuciones porcentuales en los costos de inversión de diversas tecnologías asociadas a la duplicación de las capacidades de producción acumuladas.¹⁵ Así, los costos de inversión en paneles solares disminuyen, en promedio, entre un 18 y 28 por ciento conforme la capacidad de producción se duplica, en comparación con una disminución más lenta de entre un cinco y un siete por ciento en el caso del carbón avanzado.

En general, las tasas de aprendizaje son más altas para las tecnologías energéticas menos maduras, como la eólica y la solar, cuya capacidad acumulada de producción o reserva de conocimiento suele ser mucho menor que las tecnologías convencionales. En consecuencia, los costos de inversión –y, por lo tanto, los costos totales de producción– pueden disminuir mucho más rápido en el tiempo para las tecnologías basadas en energía renovable que para las tecnologías convencionales.

14 El IPCC (2011) cita a Bloomberg New Energy Finance como la fuente de estas estimaciones de precios, las cuales son calculadas en dólares siendo 2005 el año base.

15 Estas tasas han sido asumidas o estimadas económicamente y se basan en conocimientos de expertos o en estudios empíricos. Para una revisión de la literatura sobre las curvas de aprendizaje, incluyendo 42 tasas de aprendizaje de tecnologías de energía, consulte McDonald & Schratzenholzer (2002) y Junginger et al. (2008).



Notas: Los valores medios se muestran en las siguientes subcategorías, ordenadas tal como aparecen sus respectivos rangos (de izquierda a derecha):

Electricidad	Calor	Combustibles de transporte
<p>Biomasa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Combustión combinada 2. Calor y energía combinados a pequeña escala, CHP (Motor de combustión interna y de gasificación) 3. Alimentador directo dedicado y CHP 4. CHP a pequeña escala (turbina de vapor) 5. CHP de escala pequeña (ciclo orgánico Rankine) <p>Electricidad solar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Concentración de energía solar 2. Instalaciones PV (1-eje e inclinación fija) 3. Techo comercial PV 4. Techo residencial PV 	<p>Electricidad geotérmica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Planta condensadora de rayos 2. Planta de ciclo binario <p>Energía hidráulica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Todos los tipos <p>Electricidad oceánica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Presa mareomotriz <p>Electricidad eólica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costa 2. Mar adentro <p>Calor de biomasa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Calor de biomasa: 2. CHP basada en digestión anaeróbica 3. CHP de turbina de vapor 4. Sistema doméstico de calefacción con pellets <p>Calor termal solar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sistemas domésticos de agua caliente en China 2. Calefacción de agua y espacios <p>Calor geotérmico:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Invernaderos 2. Estanques acuícolas descubiertos 3. Calefacción a nivel de distrito 4. Bombas de calor geotérmico 5. Calentamiento geotérmico de edificios 	<p>Biocombustibles:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Etanol de maíz 2. Biodiesel de soja 3. Etanol de trigo 4. Etanol de caña de azúcar 5. Biodiesel de aceite de palma

El rango inferior del costo nivelado de energía para cada tecnología de ER se basa en una combinación de los valores de entrada más favorables, mientras que el rango superior se basa en una combinación de los valores de entrada menos favorables. Los rangos de referencia en la figura de fondo para las opciones de electricidad no renovable son indicadores del costo nivelado de la generación centralizada de electricidad no renovable. Los rangos de referencia para el calor son indicadores de los costos recientes de las opciones de suministro de calor basado en petróleo y gas. Los rangos de referencia para los combustibles de transporte se basan en los precios actuales del petróleo crudo que oscilan de 40 a 130 dólares/barril y los costos correspondientes del diesel y la gasolina, sin incluir los impuestos.

Figura 4: Rango del costo nivelado reciente de la energía para tecnologías de energía renovable elegidas y comercialmente disponibles

Fuente: IPCC (2011)

Más aún, el análisis no toma en cuenta dos formas de distorsiones del mercado, las cuales son: subsidios energéticos, que favorecen en gran medida a las tecnologías de combustibles fósiles; y las diferencias en costos externos no cuantificados, que son generalmente mayores para las tecnologías de combustibles fósiles. Ambas situaciones, serán revisadas en la siguiente sección.

3.3 Externalidades, subsidios y competencia de costos

Las externalidades generadas por fuentes de energía a partir de combustibles fósiles incluyen tanto los impactos sobre la salud, actuales como futuros, derivados de la contaminación del aire y otros contaminantes; así como los costos necesarios de adaptación al cambio climático y la acidificación de los océanos resultado de las emisiones de CO₂. En muchos casos, existe falta de voluntad política para aplicar los mecanismos de fijación de precios de estas externalidades. Al no hacerlo, los costos relativos y la rentabilidad de invertir en energía renovable quedan distorsionados en comparación con las alternativas de combustibles fósiles.

Las externalidades de salud provocadas por el uso de energía procedente de combustibles fósiles se han generalizado y son difíciles de traducir en términos económicos. En un estudio reciente sobre la salud mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS) encontró que los riesgos ambientales externos representan hasta el diez por ciento del total mundial de enfermedades y muertes; más de la mitad son resultado directo del uso de combustibles fósiles (WHO, 2009). El proyecto ExternE, financiado por la Comisión Europea, hace mención del aumento en las tasas de morbilidad, la insuficiencia cardiaca congestiva y una pérdida de cociente intelectual (CI) en niños, entre las muchas externalidades que pueden ser evaluadas rápidamente debido a las partículas de aire y a subproductos derivados de la combustión de combustibles fósiles.¹⁶ Un estudio de la Escuela Médica de Harvard calculó que en EE.UU., el costo real de la energía a partir del carbón, incluyendo externalidades, es de 0.27 dólares por kWh (Epstein et al., 2011), en comparación con el costo promedio de producción de energía de 0.09 dólares por kWh producido (EIA, 2011). A modo de comparación, un estudio realizado por el Instituto de Derecho Ambiental sobre los subsidios gubernamentales a la industria energética derivados de combustibles fósiles, demostró que los subsidios al carbón

en los EE.UU. ese mismo año fueron de 0.27 dólares por kWh (ELI, 2009).

Las externalidades relacionadas con el cambio climático producidas por la quema de combustibles fósiles afectan directamente a los consumidores mediante alteraciones en los patrones climáticos, pérdida de tierras de cultivo y/o producción agrícola, incremento en la escasez de agua o el empobrecimiento de los ecosistemas (NRC, 2010). En gran parte, y como resultado de las emisiones de CO₂, estos impactos son difíciles de evaluar en términos monetarios y requieren complejos análisis costo-beneficio en comparación con el uso de energía. Un estudio sobre costos externos de la producción de electricidad en la UE elaborado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA, 2008), examinó los costos específicos de daños asociados a las emisiones de CO₂, así como los asociados a otros contaminantes (NO_x, SO₂, COVDM, MP10, NH₃). En 2008, se estimó que las externalidades por el uso de combustibles fósiles tradicionales para la generación de electricidad, alcanzaron los 25.9 céntimos de euro/kWh (en la UE-27).

La Figura 5, proveniente del Informe Especial sobre Fuentes de Energía Renovable y Mitigación del Cambio Climático (IPCC, 2011), muestra el costo adicional (en centavos de dólar) por kilovatio/hora de energía producida por fuentes renovables y fuentes fósiles más comunes sobre los ciclos de vida de las instalaciones, diferenciando entre los costos en términos de impactos a la salud y los inducidos por el cambio climático. La figura ilustra la amplia gama de estimaciones para las dos categorías y sus costos externos. En general, los costos externos de la generación de electricidad a partir del uso del carbón o centrales de gas natural producen mayores externalidades que las tecnologías alternativas a base de energías renovables, con diferencias en la gráfica siendo más grandes de lo que parecen debido a la escala logarítmica empleada. Además, la media de los costos externos por los impactos del cambio climático producto de la generación de electricidad mediante carbón o gas excede los impactos negativos en la salud en alrededor de un orden de magnitud.¹⁷ Sin embargo, hay evidencias que indican que un enfoque integrado que aborde tanto el problema de los contaminantes del aire como el de las emisiones de GEI sería considerablemente menos costoso que tratar las dos cuestiones por separado (IPCC, 2007), lo que reforzaría el argumento favorable de tomar medidas para controlar la contaminación del aire.

La magnitud de los cálculos de las externalidades indica que varias tecnologías renovables ya serían com-

¹⁶ Véase <http://externe.info/>

¹⁷ Excepto donde la captura y el almacenamiento de carbono (CCS) es potencialmente posible.

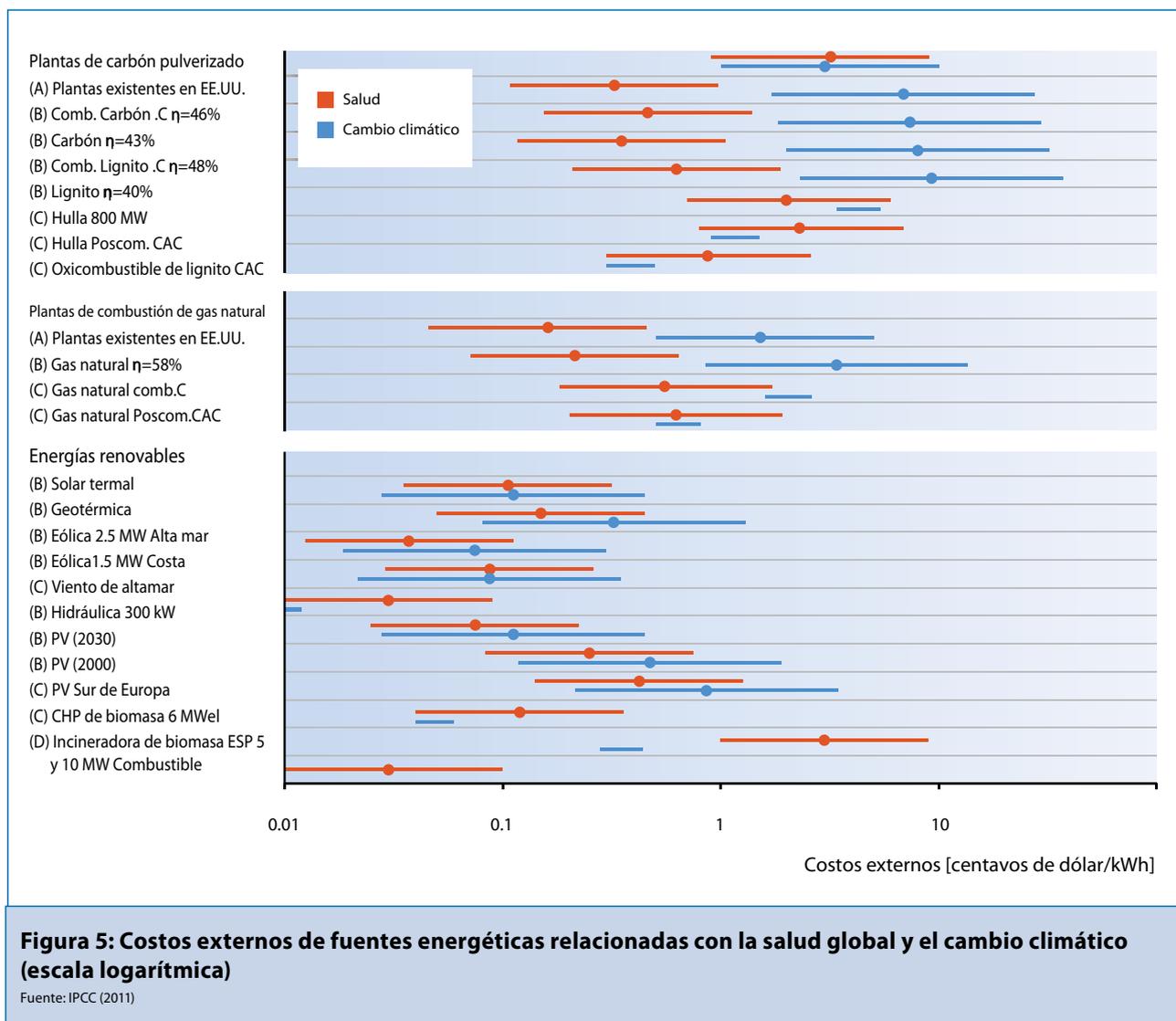


Figura 5: Costos externos de fuentes energéticas relacionadas con la salud global y el cambio climático (escala logarítmica)

Fuente: IPCC (2011)

petitivas si los costos externos más relevantes fueran internalizados por los productores y consumidores, aunque son bastante ilustrativas ya que reconocen incertidumbres en la modelización del cambio climático y en los cálculos de los costos de los daños resultantes. Debido a que los costos externos no son reflejados adecuadamente en los precios de la energía, los consumidores, los productores y los tomadores de decisiones no reciben señales claras sobre los precios, y estas son necesarias para la toma de decisiones y sobre cómo utilizar los recursos de la mejor forma.

Aunque los gobiernos deberían tener en cuenta estas externalidades en la formulación de políticas y estrategias para el sector energético. La Tabla 6, por parte de la Comisión Europea (2008), es un ejemplo de cómo la incorporación de los costos externos de las emisiones de CO₂ junto a las reducciones de costos esperados para distintas tecnologías pueden alterar la competitividad, en términos económicos, de las tecnologías de energía renovable en la UE. Esta tabla, que proporciona una gama de estimaciones para diversas tecnologías, bajo un escenario conservador

del precio del combustible moderado, ilustra cómo algunas fuentes de energía renovable -en particular las energías hidráulica y eólica- pueden competir con los combustibles fósiles y con las tecnologías nucleares en la UE. También muestra que en la UE el costo de producción de la electricidad eólica terrestre pronto podría ser competitivo con las tecnologías a base de gas natural. En relación con la biomasa en la UE, el amplio rango refleja incertidumbres en los costos de la biomasa. Los costos de otras tecnologías de energía renovable, en particular para aquellas para las que solo existen prototipos actualmente, siguen siendo significativamente más altos que para las tecnologías convencionales.¹⁸ Está previsto que el costo de la electricidad generada en la UE mediante paneles solares sufrirá un descenso de alrededor de tres veces su pre-

¹⁸ Se debe tener en cuenta que las centrales eléctricas de ciclo de vapor requieren de un suministro constante de agua que, en muchas áreas, es un bien cada vez más valioso y sujeto a los términos de competencia. De ahí que el análisis que se presenta en la Tabla 6 haga suposiciones conservadoras sobre los costos de producción de electricidad a partir de combustibles fósiles.

Fuente energética	Tecnología generación de energía	Costo de producción de energía (CPE)			Eficiencia neta 2007	Ciclo vital de las emisiones de GEI				
		Estado del arte 2007 € 2005/MWh	Proyección para 2020 € 2005/MWh	Proyección para 2030 € 2005/MWh		Emisiones directas Kg CO ₂ /MWh	Emisiones indirectas Kg CO ₂ eq/MWh	Ciclo de vida de emisiones Kg CO ₂ eq/MWh	Sensibilidad del precio de combustible	
Gas natural	Ciclo abierto de la turbina de gas (GT)	-	65-75 ^b	90-95 ^b	90-100 ^b	38%	530	110	640	Muy alta
	Ciclo combinado de turbina de gas (CCGT)	-	50-60	65-75	70-80	58%	350	70	420	Muy alta
		CCS	n/a	85-95	80-90	49% ^c	60	85	145	Muy alta
Petróleo	Motor diésel de combustión interna	-	100-125 ^b	140-165 ^b	140-160 ^b	45%	595	95	690	Muy alta
	Ciclo combinado de turbina de gasolina	-	95-105 ^b	125-135 ^b	125-135 ^b	53%	505	80	585	Muy alta
Carbón	Combustión de carbón pulverizado (PCC)	-	40-50	65-80	65-80	47%	725	95	820	Mediana
		CSS	n/a	80-105	75-100	35% ^c	145	125	270	Mediana
	Combustión en lecho fluido circulante (CFBC)	-	45-55	75-85	75-85	40%	850	110	960	Mediana
		CSS	n/a	75-90	65-85	35% ^c	145	125	270	Mediana
Nuclear	Fisión nuclear	-	50-85	45-80	45-80	35%	0	15	15	Baja
Biomasa	Biomasa sólida	-	80-195	85-200	85-205	24%-29%	6	15-36	21-42	Mediana
	Biogás	-	55-215	50-200	50-190	31%-34%	5	1-240	6-245	Mediana
Eólica	Instalaciones terrestres (<i>on-shore</i>)	-	75-110	55-90	50-85	-	0	11	11	Cero
	Instalaciones en la costa/mar (<i>off-shore</i>)	-	85-140	65-115	50-95	-	0	14	14	Cero
Hidroeléctrica	Grande	-	35-145	30-140	30-130	-	0	6	6	Cero
	Pequeña	-	60-185	55-160	50-145	-	0	6	6	Cero
Solar	Fotovoltaica	-	520-850	270-460	170-300	-	0	45	45	Cero
	Poder solar concentrado	-	170-250 ^d	110-160 ^d	100-140 ^d	-	120 ^d	15	135 ^d	Baja

a. Suponiendo los precios del combustible como en 'Energía y el Transporte Europeos: Tendencias para 2030-Actualización de 2007' (barril de petróleo 54.5 dólares (EE.UU. -2005) en 2007 y 63 dólares (EE.UU. -2005) en 2030). b. Calculada suponiendo una operación de carga base. c. Eficiencias reportadas para las plantas de captura de carbono se refieren a las instalaciones de demostración primera de una especie que comenzará a operar en 2015. d. Suponiendo el uso del gas natural para la producción de calor de respaldo.

Tabla 6: Tecnologías energéticas de generación de electricidad en EE.UU. -escenario conservador del precio de combustible

Fuente: European Commission (2008)

cio actual para 2030. No obstante, se espera que se mantenga a un precio más elevado que la generada por otras fuentes.

La Tabla 6 también ilustra el importante rol desempeñado por el precio del carbón en la evaluación de la competitividad de costos de la generación de energía renovable en comparación con la producida por combustibles fósiles. Los escenarios asumen que cada tonelada de CO₂ emitida directamente atrajo un impuesto de 0 euros/tCO₂ en 2007, y atraerá un impuesto de 41 euros/tCO₂ en 2020 y 47 euros/tCO₂ en 2030. Esto supone un aumento relativamente elevado comparado con los niveles actuales (2011) de 10-15 euros, destacando el potencial de los mercados

de carbono (véase el Cuadro 1).¹⁹ Si el rango completo de las externalidades causadas por las emisiones de carbono, como los daños a la salud provocados por partículas contaminantes en el aire, fueran incluidos en los precios del

19 Al momento de la elaboración de la presente evaluación, el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007) examinó las estimaciones de expertos en literatura especializada sobre los costos de daños (hasta 2005), registrando un promedio de 12 dólares por tonelada de CO₂, y un límite superior en 95 dólares por tonelada de CO₂. Como veremos más adelante, la revisión más reciente del Centro Aeroespacial Alemán y el Instituto Fraunhofer para la Investigación y la Innovación de Sistemas (DLR/ISI, 2006) propone una gama mucho mayor de 15-280 euros por tonelada de CO₂, basada principalmente en un informe de modelización para el Departamento para el Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Reino Unido (DEFRA, por sus siglas en inglés).

Proyecto típico	Precio del gas natural		
	US\$ 2.00/MMBtu	US\$ 4.00/MMBtu	US\$ 8.00/MMBtu
Captura de metano en mina de carbón	US\$ 5.77	US\$ 0.79	Negativo
Energía eólica a gran escala	US\$ 47.08	US\$ 8.50	Negativo
Cambio de carbón a gas natural*	US\$ 15.12	US\$ 72.44	US\$ 187.07
Captura de carbono pulverizado CO ₂ **	US\$ 279.99	US\$ 220.86	US\$ 102.59

* Supone que los precios del carbón se mantienen constantes. ** Las pérdidas por la venta de electricidad se asumen debido a la penalización energética asociada con la captura de CO₂.

Tabla 7: Costos del proyecto de mitigación por tonelada de CO₂ (en dólares americanos, a precios de de 2007), atendiendo a diferentes valores para precios del gas natural

Fuente: Ecorescurities Consulting (2009)

Cuadro 1: Mercados de carbono

Los mercados de carbono son un instrumento para reducir las emisiones de carbono y para focalizar las externalidades resultantes por los GEI producidos por el uso de combustibles fósiles. Esencialmente son una obligación colectiva que buscan limitar las emisiones totales de fuentes específicas. Una cantidad limitada de derechos de emisión negociables se venden o entregan gratuitamente creando así un mercado artificial desde el que un precio del carbono puede emerger. Este precio artificial impone costos extra al uso de combustibles fósiles, haciendo que las alternativas no basadas en combustibles fósiles sean más competitivas. Estas alternativas pueden incluir no solo energías renovables, sino también medidas de eficiencia energética, generación de energía nuclear, sistema de CCS y reducción de GEI distintos del CO₂. A partir de 2010, los dos esquemas más importantes para el desarrollo de mercados de emisiones de carbono han sido el Esquema de Comercio de Emisiones de la Unión Europea (EU-ETS, por sus siglas en inglés) y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Estos proyectos

están interrelacionados, pues los créditos del MDL se negocian principalmente en el ETS. Sin embargo, debido a los bajos precios del carbono en la actualidad, y a la incertidumbre acerca de sus niveles futuros, los mecanismos de fijación de precios de carbono aún no han llevado a una utilización a gran escala de energías renovables.

El retorno de la inversión para proyectos de energía renovable, en relación a las alternativas a base de combustibles fósiles, es sensible tanto al precio del carbono como a los precios del mercado de energía, además de las medidas específicas de apoyo a las energías renovables. El precio del carbono es, a su vez, sensible a las decisiones políticas. La Tabla 7 ilustra, por ejemplo, que la energía eólica –suponiendo capital fijo y costos de operación– puede pasar de ser una opción de mitigación de carbono cara, si los precios del gas natural se mantienen bajos, a ser una tecnología rentable por sí misma si los precios del gas natural son más altos.

carbón, la posición relativa de la energía renovable se fortalecería considerablemente. La existencia de estándares mínimos en centrales de combustibles fósiles, los cuales elevarían los costos de producción de los combustibles fósiles, también aumentaría la competitividad de la energía renovable.

La posición competitiva de la energía renovable se vería reforzada si los subsidios a los combustibles fósiles quedarían obsoletos. En muchos países en vías de desarrollo, el apoyo gubernamental al sector de la energía se utiliza mediante la disminución del precio del consumo de energía por debajo de los niveles de mercado, entendiendo que de este modo se reducirá los niveles de pobreza y se estimulará el crecimiento económico. Desde el punto de vista económico, el método más eficiente para hacer que la

energía renovable resulte atractiva para una penetración en el mercado a gran escala es eliminar todos los subsidios a los combustibles fósiles e imponer un precio para el carbono (por ejemplo, mediante impuestos a los combustibles fósiles), y luego utilizar las ganancias para subsidiar la energía renovable por una duración determinada y proporcionar subsidios dirigidos a los hogares más pobres. Eliminar los subsidios a los combustibles fósiles resultaría muy complicado ya que hacerlo tiene consecuencias en toda la economía y afectaría intereses determinados. Por lo tanto, cualquier reforma políticamente viable tendría que estar muy bien planteada y probablemente tendría que desarrollarse de forma gradual.

Utilizando una metodología de diferencia de precios, la AIE estimó que los subsidios al consumo asociados

a combustibles fósiles ascendieron a 342,000 millones dólares en 2007 (AIE, 2010d), y a 557,000 millones en 2008 (AIE, OPEP, OCDE y World Bank, 2010), cuando los precios de combustibles fósiles alcanzaron niveles particularmente altos; y de 312,000 millones de dólares en 2009 (AIE, 2010d). Los subsidios a los productores de combustibles fósiles se han estimado en el orden de los 100,000 millones de dólares al año (GSI, 2009). Este apoyo destinado a la energía convencional, que ronda aproximadamente entre los 500,000 y los 700,000 millones de dólares al año, (principalmente a combustibles fósiles,) propicia un terreno desigual para la adopción de fuentes de energía renovable. En comparación, la AIE (2010d) estimó que el apoyo gubernamental para la electricidad procedente de fuentes renovables y de biocombustibles fue de 57,000 millones de dólares en 2009.

La forma más evidente de modificar la ventaja comparativa en el mercado en favor de la producción de energía sostenible, es mediante la reordenación de estos subsidios, tal como lo reconoció el G20 en 2009, cuando se comprometió a eliminar ‘subsidios ineficientes y poco económicos’ a los combustibles fósiles (Víctor, 2009; GSI, 2009, 2010). La AIE ha calculado que una eliminación completa de los subsidios al consumo reduciría las emisiones de CO₂ en un 5.8 por ciento o 2 Gt para 2020 (AIE, 2010d).

3.4 Potencial de generación de empleos en la energía renovable

El nivel de empleo en el sector de la energía renovable es sustancialmente alto. Se estima que en 2010 más de 3.5 millones de personas en el mundo trabajaban, directa o indirectamente, en este sector. Actualmente, un pequeño grupo de países genera la mayoría de estos puestos de trabajo: Brasil, China, Japón, Alemania y los EE.UU. (véase la Tabla 8). China representa el mayor número de empleos con una cifra total de trabajadores en el sector de energía renovable estimado en más de 1.1 millones en 2010 (Instituto de Estudios Laborales et al., 2010). En Alemania esta industria empleó a 278,000 personas en 2008, con 117,500 nuevos puestos de trabajo creados desde 2004 (PNUMA, OIT, OIE y CSI, 2008). Estos cinco países son los que registran el mayor número de inversiones en activos de energía renovable, I+D y en la producción.

Entre las tecnologías desarrolladas, la generación de energía eólica ha experimentado un crecimiento particularmente rápido. Los empleos se han duplicado pasando de 235,000 en 2005 a 550,000 en 2009 (WWEA, por sus siglas en inglés, 2010). El crecimiento más dinámico tuvo lugar en Asia, donde el nivel de empleo creció un 14 por ciento entre 2007 y 2009, seguido de América del Norte.

Tecnología	Estimación del empleo mundial	Estimados nacionales selectos								
		Dinamarca	Alemania	Italia	Japón	España	EE.UU.	Brasil	China	India
Biocombustibles	> 1,500,000							730,000		
Energía eólica	~ 630,000	24,000	100,000	28,000		40,000	85,000	14,000	150,000	10,000
Agua calentada solarmente	~ 300,000					7,000			250,000	
Paneles solares	~ 350,000		120,000		26,000	14,000	17,000		120,000	
Energía biomasa	-		120,000			5,000	66,000			
Energía hidráulica	-					7,000	8,000			
Geotérmico	-		13,000				9,000			
Biogás	-		20,000							
Energía solar térmica	~ 15,000					1,000	1,000			
Total	> 3,500,000									

Notas:

> : cuando menos

~: aproximadamente

Las estimaciones se redondean a 1,000 ó 10,000 ya que todas las cifras son cálculos aproximados y no exactos. Las estimaciones provienen de diferentes fuentes, las cuales se detallan en REN21 (2011), algunas de los cuales han sido calculados sobre la base de la capacidad instalada. Hay incertidumbres significativas asociadas con la mayoría de las cifras presentadas en la tabla, en relación con cuestiones tales como los métodos de contabilidad, la definición y el alcance de la industria, el empleo directo vs indirecto y trabajos desplazadas de otras industrias. A pesar de la existencia de algunas estimaciones nacionales para el empleo en la energía de biomasa, la energía hidroeléctrica y geotérmica, no hay estimaciones fiables sobre el empleo en el mundo.

Tabla 8: Empleos en el sector de energía renovable por tecnología y país

Fuente: REN21 (2011)

Promedio de empleo sobre la vida de las instalaciones (Trabajos por mega watt de capacidad promedio)			
	Instalación de manufactura y construcción	Mantenimiento y operación/ procesamiento de combustible	Total
Paneles solares	5.76-6.21	1.20-4.80	6.96-11.01
Energía eólica	0.43-2.51	0.27	0.70-2.78
Biomasa	0.40	0.38-2.44	0.78-2.84
Alimentado por carbón	0.27	0.74	1.01
Alimentado por gas natural	0.25	0.70	0.95

Nota: Sobre la base de los resultados de una serie de estudios publicados entre 2001-2004. Factor supuesto de capacidad: 21% para paneles solares, 35% para energía eólica, 80% para carbón y 85% para la biomasa y gas natural.

Tabla 9: Promedio de empleo sobre la vida de las instalaciones
Fuente: UNEP, ILO, IOE and ITUC (2008)

Entre las opciones de generación de energía, los paneles solares (PV) ofrecieron la mayor tasa de empleo, aunque es probable que esta situación se reduzca a la par con una disminución de costos de los paneles fotovoltaicos (véase la Tabla 9 que no incorpora la disminución de costos más actual de los últimos cinco años).²⁰

Un mayor crecimiento del nivel de empleo en el sector de la energía renovable dependerá de factores como el tamaño de la inversión, la elección de las tecnologías disponibles para invertir, el desarrollo de la maduración de las tecnologías, el progreso general del desarrollo económico, el tamaño del mercado, la regulación nacional y la calidad y costo de la fuerza laboral. *El Informe sobre Empleo Verde* (The Green Jobs Report, PNUMA; OIT, OIE y CSI, 2008) estima que, con un apoyo político sólido, se podrían generar empleos hasta para 2.1 millones de personas en el sector de la energía eólica, y para 6.3 millones más en el sector de los paneles solares para 2030.

En 2009, Bloomberg New Energy Finance realizó un análisis de empleos verdes en el sector eólico y solar. Los resultados indicaron que el sector solar podría esperar un importante incremento neto en la generación de empleos entre 2008 y 2025 (de 173,000 a 764,000), aunque el eólico tendría un incremento más modesto (de 309,000 a 337,000). Las cifras más moderadas del sector eólico reflejan en parte el ambiente de las políticas actuales, así como los desarrollos tecnológicos en curso, en particular

importantes aumentos de la productividad y, por lo tanto, una menor demanda de mano de obra. Los empleos creados en el sector de la energía renovable pueden ser más seguros en términos de riesgos potenciales para la salud, en comparación con los empleos en el sector energético a partir de combustibles fósiles, asegurando no solo períodos de empleo más largos sino un nivel de capital humano mayor (IPCC, 2011).

Las tecnologías de electricidad a gran escala que conllevan inversiones iniciales muy altas son intensivas en el uso del capital, ya se trate de tecnologías renovables o convencionales (véase la Tabla 9). La producción de carbón y biomasa, así como el transporte, son, por el contrario, actividades de uso intensivo de mano de obra. Las tecnologías a pequeña escala tienden a ser de uso intensivo en mano de obra tanto en la manufactura como en el proceso de instalación. En general, para la mayoría de las tecnologías a base de energía renovable, las fases de manufacturación, construcción e instalación son las que ofrecen el mayor potencial de creación de empleo. Lo contrario ocurre para las tecnologías a partir de combustibles fósiles como el carbón y el gas natural.

En algunos casos, el crecimiento del nivel de empleo en el sector de la energía renovable puede compensar por la pérdida de empleos en el resto del sector energético. Si bien no lo compensa en términos de trabajadores individuales, sí lo hace en términos agregados. Por ejemplo, un estudio reciente realizado en Aragón (España) encontró que la industria de la energía renovable genera entre 1.8 y cuatro veces más puestos de trabajo por megavatio (MW) instalado que el sector energético de fuentes convencionales (Llera Sastresa et al., 2010). En China, la creciente fuerza laboral empleada en la generación de energía renovable podría ser parcialmente compensada por la pérdida de empleos, que han sido estimados en más de medio millón por la Academia China de Ciencias Sociales, como resultado del cierre de más de 500 micro-plantas eléctricas ineficientes entre 2003 y 2020 (Instituto de Estudios Laborales et al., 2010). Presumiblemente, la reducción del personal empleado se hará de tal forma que no será necesario reemplazar a los trabajadores que se jubilen. En otros casos, se necesitará la redistribución de los trabajadores hacia otros sectores, acompañada de programas específicos de capacitación.

3.5 Inversión requerida para la energía renovable

Los pronósticos sobre las necesidades futuras de inversión se basan en los costos estimados por lograr el cumplimiento de los objetivos de mitigación del cambio climático, sin dejar de lado la necesidad de satisfacer la creciente demanda de energía. Para alcanzar un escenario de 450 partes por millón (ppm), el World

²⁰ Estudios más recientes (por ejemplo, Wei et al., 2010), no utilizados para la elaboración de la Tabla 9, muestran la disminución de costos continua para las tecnologías de energías renovables, incluyendo factores de empleo más bajos

Energy Outlook de la AIE (AIE, 2010d), ha proyectado que se necesitaría una inversión total adicional en tecnologías bajas en carbono y en eficiencia energética (no solo en energía renovable) de 18 millones de billones de dólares en el periodo de 2010 a 2035.²¹ Sólo 2.2 millones de billones de dólares (o el 12 por ciento del total) se utilizarían en la primera década de estos 25 años, y más de la mitad en la segunda década, es decir: entre 2020 y 2030. El *World Energy Outlook* de 2010 no especifica el porcentaje o la cantidad de este total que se destinaría únicamente a la energía renovable, pero un análisis de años anteriores estimarían las inversiones necesarias en energía renovable para el año 2020 en 1.7 millones de billones bajo un escenario de 450 ppm (AIE, 2009a).

Existen otros análisis con diversas estimaciones respecto a las inversiones necesarias en materia de energía renovable. El Foro Económico Mundial (2010) sugiere que, con el propósito de limitar el aumento de la temperatura media global a 2°C, la inversión mundial en energía limpia tiene que llegar a los 500,000 millones de dólares anuales para 2020, mientras que con las políticas actuales suponen que solo se llegaría a los 350,000 millones de dólares anuales para ese mismo año. Tanto Greenpeace como el Consejo Europeo de Energía Renovable (Greenpeace & EREC, 2010) estiman en nueve millones de billones de dólares (un promedio de 390,000 millones de dólares al año) el total de la inversión adicional necesaria en energía renovable, entre 2007 y 2030, para alcanzar el Escenario de Revolución de Energía Avanzada.²² El objetivo principal de este escenario es la reducción de emisiones de CO₂ hasta un nivel de aproximadamente 10 Gt anuales para 2050, mientras que el objetivo secundario es en eliminar gradualmente el uso de energía nuclear.²³

New Energy Finance ha estimado que para que las emisiones de CO₂ alcancen su nivel máximo antes de 2020, las inversiones anuales en energía renovable, eficiencia energética, y captura y almacenamiento de carbono necesitarían alcanzar los 500,000 millones de dólares

Infraestructura	Esperanza de vida (años)
Estación hídrica	75++
Edificio	45+++
Estación carbonífera	45+
Estación nuclear	30-60
Turbina de gas	25
Avión	25-35
Vehículo a motor	12-20

Tabla 10: Vida útil de determinados activos de energía y transporte

Fuente: Stern (2006)

para 2020, incrementándose a 590,000 millones para 2030.²⁴ Esto representa una inversión anual promedio de 0.44 por ciento del PIB entre 2006 y 2030. En resumen, varias fuentes han estimado que las inversiones principales en energía renovable necesarias para la mitigación del cambio climático es de unos 500,000 millones de dólares anuales hasta 2020.

Sin embargo, para la mitigación del cambio climático no solo es crucial la magnitud de las inversiones en la capacidad de la energía renovable, sino también lo oportuno de estas inversiones. Esto se debe al riesgo de bloqueo en una infraestructura de energía con alto contenido de carbón, puesto que el sector energético se caracteriza por la larga duración de las plantas de energía y de la infraestructura de distribución (véase la Tabla 10). Las emisiones de carbono en décadas venideras, por lo tanto, estarán determinadas por las decisiones de inversión que se adopten en la actualidad. La retirada anticipada o la modernización de los activos de energía, por ejemplo, tienden a ser muy caras y, en consecuencia, se requieren de estrategias de transición muy bien elaboradas (Blyth, 2010).

Algunos estudios también muestran que cualquier retraso significativo en la acción gubernamental y del sector privado para redirigir al sector energético hacia una senda de crecimiento bajo en carbono conduciría a costos significativamente más altos para alcanzar un objetivo dado de mitigación. Por ejemplo, la AIE (2009a) estima que por cada año de retraso en el redirigir el sector energético hacia una trayectoria de 450 ppm equivaldría a 500,000 millones de dólares en costos globales para mitigar el cambio climático. Dicho modelo es sensible a supuestos sobre los costos marginales de abatimiento en diferentes puntos en el tiempo, pero los resultados son ampliamente consistentes con otros estudios. Otro estudio (Edmonds et al., 2008) es-

21 Estas estimaciones son adicionales a los costos de inversión proyectados bajo el Escenario de Políticas Actuales.

22 La inversión total proyectada para el período 2007-2030 en materia de energía renovable para el escenario de Referencia es de 5.1 billones de dólares y para el Escenario de (R)evolución de Energía Avanzada es de 14.1 billones. El IPCC (2011) eligió este escenario como uno de los cuatro escenarios ilustrativos entre una revisión de 164 casos de 16 diferentes modelos a gran escala. El Escenario de (R)evolución de Energía Avanzada representa un escenario en el que se realizan importantes inversiones para lograr una reducción del crecimiento de la demanda energética sin el uso de la CCS para reducir las emisiones de GEI.

23 El Escenario de (R)evolución tiene un objetivo similar, pero asume una vida técnica de 40 años para las centrales eléctricas de carbón, en lugar de 20 años; la inversión adicional necesaria estimada para este escenario, es de 229,000 millones de dólares al año por encima del Escenario de Referencia.

24 Como se cita en UNEP SEFI (2009).

tima que el retraso en medidas de mitigación en países en vías de desarrollo posteriores a 2012, podrían duplicar los costos totales descontados para la sociedad para 2020, con aumentos aún mayores de los costos para 2035 y 2050, respectivamente.

En abril de 2010, el Grupo Consultivo sobre Energía y Cambio Climático de Naciones Unidas (AGECC, por sus siglas en inglés, 2010) publicó un informe en el que estima que la principal inversión requerida para el acceso universal a energía moderna para satisfacer las necesidades básicas es de 35,000 a 40,000 millones de dólares al año hasta 2030. Para mejorar la eficiencia energética

en países de bajo ingreso, el mismo informe propone una inversión promedio de 30,000 a 35,000 millones por año. Una proporción de estos costos podría explicarse por las tecnologías de energía renovable (como se avanzó en la Sección 2). Aunque un mayor impulso a la inversión en energía renovable no necesita ocurrir a expensas de los costos relativamente modestos de asegurar el acceso universal a energía moderna.

25 La energía requerida para cocinar, calefacción, iluminación, comunicaciones, salud y educación.

4 Cuantificar las implicaciones de invertir en energía renovable

Para evaluar las implicaciones de un aumento de las inversiones en el enverdecimiento de la economía mundial, incluido el sector de la energía, el Millennium Institute (MI) realizó un análisis cuantitativo basado en el modelo Threshold 21 (T21), o Umbral 21, adaptado para los propósitos del *Informe sobre Economía Verde* (T21-Global). Descrito con más detalle en un capítulo posterior titulado 'Modelación', el T21-Global es un sistema de modelación dinámico de la economía global en donde las esferas económicas, sociales, y ambientales interactúan entre sí.

Este ejercicio de modelación cubre tanto la oferta como la demanda de energía. La oferta de energía esta desagregada en las categorías electricidad y no electricidad e incluye una variedad de fuentes de combustibles fósiles y nucleares, así como fuentes de biomasa, hidroeléctricas y otras renovables. La producción de combustibles fósiles está basada en reservas y flujos, incluyendo procesos de descubrimiento y recuperación. Los precios de combustibles fósiles son endógenos en el modelo, y por ejemplo, están determinados como resultado de las interacciones entre las fuerzas de la oferta y la demanda consideradas en el modelo. La demanda de energía está determinada por el PIB, los precios de la energía y la tecnología (por ejemplo, el nivel de eficiencia energética) y está desagregada por fuente, según la clasificación de la AIE. En el modelo, el PIB es dependiente de la demanda de energía, lo cual implica un mecanismo de retroalimentación que juega un rol importante en los diversos escenarios.

Los escenarios modelados para las próximas décadas hasta 2030 y 2050 son: 1) Escenario base (BAU), basado en trayectorias históricas y no supone algún cambio importante en la política y en las condiciones externas; 2) la asignación del uno o dos por ciento del PIB mundial como inversiones adicionales en el escenario base (BAU), BAU1 y BAU2 respectivamente; y 3) la asignación del uno ó dos por ciento del PIB mundial como inversiones adicionales para el enverdecimiento de diez sectores de la economía, G1 y G2, respectivamente. Bajo el escenario G2, el sector energético recibe una asignación mayor, acercando el análisis a los objetivos de política para la reducción de las emisiones de GEI a los niveles necesarios para mantener las concentraciones atmosféricas de CO₂ a 450 ppm.

La siguiente sección se centra en el escenario G2 y en su comparación con el escenario BAU.²⁶

4.1 Escenario base (BAU)

El escenario base (BAU) en el análisis de modelación del Informe de Economía Verde es similar al Escenario de Referencia del *World Economic Outlook*²⁷ de 2009 (AEI, 2009a), en el que los recursos energéticos mundiales son generalmente adecuados para satisfacer la demanda en el futuro previsible. Sin embargo, con respecto al petróleo, el panorama a largo plazo es preocupante, incluso cuando se pronostica un máximo del petróleo convencional posterior a 2035.

El escenario base (BAU) se debería interpretar como una representación de cómo el uso de la energía se desarrollaría en los próximos 40 años si las tendencias actuales simplemente se extrapolaran. Sin embargo, este supuesto no toma en cuenta importantes consecuencias potenciales del cambio climático sobre la actividad económica u otros aspectos del bienestar humano, y es, por lo tanto, optimista en cuanto a las posibles implicaciones de seguir el sendero de un modelo BAU.

En el escenario base (BAU), el crecimiento actual (2.4 por ciento anual) de la demanda de energía primaria en el mundo disminuye entre 2010 y 2050 a un incremento promedio anual del 1.2 por ciento, debido a una desaceleración de la explosión demográfica y del crecimiento económico. Sin embargo, a pesar de un crecimiento más lento la demanda energética mundial sigue aumentando en alrededor de un tercio, pasando de, aproximadamente, 13,000 Mtoe en la actualidad a casi 17,100 Mtoe en 2050. Similarmente, la demanda electricidad mundial seguirá creciendo, pero a un ritmo mucho más lento (de un poco más del tres por ciento actual a un 1.1 por ciento anual para 2050).

Bajo el escenario base (BAU), los combustibles fósiles seguirán siendo la fuente dominante de energía, con

26. Más detalles sobre los escenarios, incluyendo G1, se presentan en el capítulo de 'Modelación'.

27. A escala de agregado mundial, es razonablemente similar al WEO 2010 (IEA 2010d) Current Policies Scenario.

una participación constante de alrededor del 80 por ciento hasta 2050. En la actualidad, la energía renovable suministra cerca del 13 por ciento de la demanda energética mundial, la mayoría en la forma de biomasa tradicional y de energía hidroeléctrica a gran escala. Bajo este escenario, la energía procedente de fuentes renovables modernas (sin contar la hidráulica, la biomasa tradicional y los desechos y residuos agrícolas) continuará registrando las más fuertes, aunque reduciéndose gradualmente, tasas de crecimiento (de alrededor del tres por ciento anual actual al 1.1 por ciento en el período 2030-2050).²⁸ Entre otras fuentes, dentro de la matriz energética disponible, el uso de la energía nuclear continúa expandiéndose, pero la tasa de crecimiento anual de la oferta de energía nuclear se reduce del 1.3 por ciento a corto plazo al 0.6 por ciento a largo plazo. El crecimiento constante del carbón y del gas natural (1.3 y 1.5 por ciento anual, respectivamente) y la disminución prevista del petróleo a mediano y largo plazo, permite que tanto el carbón como el gas natural abarquen la mayor proporción de la demanda energética: 24 por ciento para el gas natural, 33 por ciento para el carbón y el 24 por ciento para el petróleo en 2050. La participación de otras fuentes de energía se mantiene casi constante a lo largo del tiempo hasta 2050.

Respecto a los usos finales de la energía, el sector del transporte supera al de la industria bajo un escenario base (BAU), convirtiéndose en el mayor consumidor de energía (29 por ciento) para 2050. Las tasas de crecimiento anual para el transporte y la industria son de un 1.4 y uno por ciento respectivamente. El sector residencial, el más influido por el crecimiento demográfico, se prevé que muestre el crecimiento más rápido en todo el período de simulación (1.7 por ciento anual) para llegar a un 28.9 por ciento de la demanda total de energía para 2050. Todas estas tendencias significan que, bajo un escenario base (BAU), las emisiones energéticas de CO₂ crecerán de 28 Gt en 2007, a 41 Gt en 2030 y a 50 Gt en 2050.

4.2 Escenarios de inversión verde

El subsector de la energía renovable recibe un 0.52 por ciento adicional del PIB mundial en el escenario G2, además de una inversión actual y de las tendencias de desarrollo de capacidad en el sector.²⁹ Estas inversiones se dirigen sobre todo a la oferta de energía renovable. Una parte considerable del resto de las carteras

de inversión también está invertida en eficiencia energética, en particular en el transporte, los edificios y los sectores industriales. Estas inversiones por el lado de la demanda interactúan con las inversiones por el lado de la oferta, en particular, a través del precio internacionalizado de los combustibles fósiles. Los efectos de las inversiones en frenar el crecimiento de la demanda se tratan en otros capítulos; sin embargo, se resumen en esta sección.

A continuación, se discuten los diferentes resultados de un escenario G2 y un escenario base (BAU), centrándose en el ahorro de energía por parte de la demanda, la tasa de penetración de las energías renovables en el lado de la oferta, el empleo y las emisiones de GEI. Los efectos sobre el PIB agregado a escala mundial se tratan en el capítulo 'Modelación' de este informe, ya que es difícil aislar estos efectos por sectores interrelacionados entre sí como la energía y la manufactura. Como se mencionó antes, en comparación con un escenario G1, la asignación de inversiones adicionales en un escenario G2, con una fuerte concentración de la oferta y utilización de energía, está diseñada para lograr la máxima reducción de las emisiones, atendiendo a las suposiciones y conocimientos existentes.

Efectos sobre la demanda de energía-obteniendo ahorros de energía

Bajo el escenario G2, inversiones verdes adicionales, equivalentes a los 651,000 millones de dólares (en dólares constantes de 2010), son asignadas durante los próximos 40 años para mejorar la eficiencia de la demanda de energía de uso final.³⁰

Estas inversiones se concentran en el uso de energía (entre distintos sectores) y en el uso de combustible tanto en la industria (véase también HRS-MI, 2009) como en el transporte (las inversiones en transporte se analizan a detalle en el capítulo 'Transporte', ya que los fondos son en su mayoría asignados a la expansión de la red de transporte público en vez de a mejorar la eficiencia del servicio).

Bajo el escenario G2, los esfuerzos de ahorro de energía pondrán freno a la demanda total de energía primaria en un 15 por ciento para 2030 y de un 34 por ciento para 2050, comparado con el escenario BAU, con una demanda que alcanza los 14,269 Mtoe en 2030 y de 13,051 Mtoe en 2050. La demanda total de combustibles fósiles sería un 41 por ciento más baja

28. Los aumentos en el suministro de energía a partir de energías renovables modernas son más moderados que el crecimiento de las inversiones totales revisados en la Sección 3.1, ya que en esta última se incluye el total de inversiones financieras.

29. Según lo publicado y proyectado por IEA (2010b, 2010d).

30. Se trata de inversiones en el resto de la cartera de inversiones en G2, como se ha descrito anteriormente, es decir, en G2 se destina 0.52 por ciento del PIB de las inversiones para la oferta de energía renovable y una porción adicional del 2 por ciento de la cartera del PIB a la eficiencia energética en los sectores descritos.

que en un escenario base (BAU) en 2050.³¹ Un menor consumo de energía genera ahorros considerables en el gasto energético. Por ejemplo, eludir los costos de capital y de combustible en el sector energético, daría como resultado un ahorro promedio de 760,000 millones de dólares por año entre 2010 y 2050. Como se explicó anteriormente y en otros capítulos del informe, estos resultados son impulsados por la expansión de la red de transporte público (trenes y autobuses), por las mejoras en la eficiencia energética (por ejemplo, en el sector industrial y de la construcción), y por el incremento en el uso de energía renovable y energía a base de residuos.

Efectos sobre la oferta de energía-incrementando la tasa de penetración de la energía renovable

En el escenario G2, el sector de la oferta de energía recibe inversiones adicionales por 656,000 millones de dólares por año -entre 2010 y 2050- para ampliar la producción de biocombustibles y la generación de energía a través de fuentes renovables. Los costos unitarios de las inversiones utilizadas en las simulaciones se basan en estimaciones de la AIE en Perspectivas de Tecnología de Energía 2010 (AIE, 2010b) y una amplia gama de fuentes publicadas (las cuales se detallan en el capítulo 'Modelación' y en su anexo técnico).³²

Las inversiones adicionales en la oferta de energía se destinan tanto al uso de fuentes renovables para la generación de energía como a la producción de biocombustibles. El 50 por ciento de la inversión adicional (327,000 millones de dólares (en G2) por año durante un período de 40 años) se asigna a la generación de energía.³³ La inversión en generación de energía está dividida en nueve áreas: ocho opciones de generación de energía más una de CCS. Sobresalen dos opciones de generación de energía:

■ **Generación de energía solar:** equivale a un 35 por ciento de la inversión (63,000 millones de dólares adicionales en 2011 bajo un escenario G2) con una inversión promedio adicional de 114,000 millones de dólares por año durante un período de 40 años.

■ **Generación de energía eólica:** equivale al 35 por ciento de las inversiones en el año 2011, disminuyendo a un 15 por ciento en 2050 (63,000 millones de dólares adicionales en 2011 bajo un escenario G2), con una inversión promedio adicional de 76,000 millones de dólares anuales por un período de 40 años.

El otro 50 por ciento de la inversión en energía se destina a la producción de biocombustibles, con una inversión promedio adicional de 327,000 millones de dólares por año durante un período de 40 años en un escenario G2. Se supone que el incremento en la producción de biocombustibles transitaría de combustibles de primera generación a combustibles de segunda generación, mediante el uso de residuos agrícolas. En general, los biocombustibles de segunda generación reducen de forma considerable la presión sobre la re-locación de tierras agrícolas a la producción de alimentos en las simulaciones.³⁴

La producción de biocombustibles de segunda generación, a partir de residuos agrícolas y forestales, se esperaría que alcance los 490,000 millones de litros de gasolina equivalente (lge) en 2025 y unos 844,000 millones de lge en 2050, alcanzando un 16.6 por ciento del consumo mundial de combustibles líquidos para 2050 (un 21.6 por ciento cuando los biocombustibles de primera generación son considerados). Alrededor del 37 por ciento de los residuos agrícolas y forestales se necesitarían bajo el escenario G2. En caso de no tener disponibilidad o acceso al uso de residuos en una cantidad superior al 25 por ciento (como lo indica la AIE, 2010b), se asume el uso de tierras marginales para el cultivos como biocombustibles.

La sustitución de inversiones en fuentes de energía de uso intensivo de carbón por la inversión en energía limpia incrementará la tasa de penetración de las energías renovables al 27 por ciento de la demanda total de energía primaria para 2050 bajo un escenario G2, en comparación con el 13 por ciento bajo un escenario base (BAU). En el sector energético, las renovables (incluyendo la hidroeléctrica, de residuos, eólica, geotérmica, solar, olamotriz y maremotriz) representarán el 45 por ciento de la generación total de electricidad para 2050, un porcentaje sustancialmente mayor que el 24 por ciento estimado bajo un escenario base (BAU).

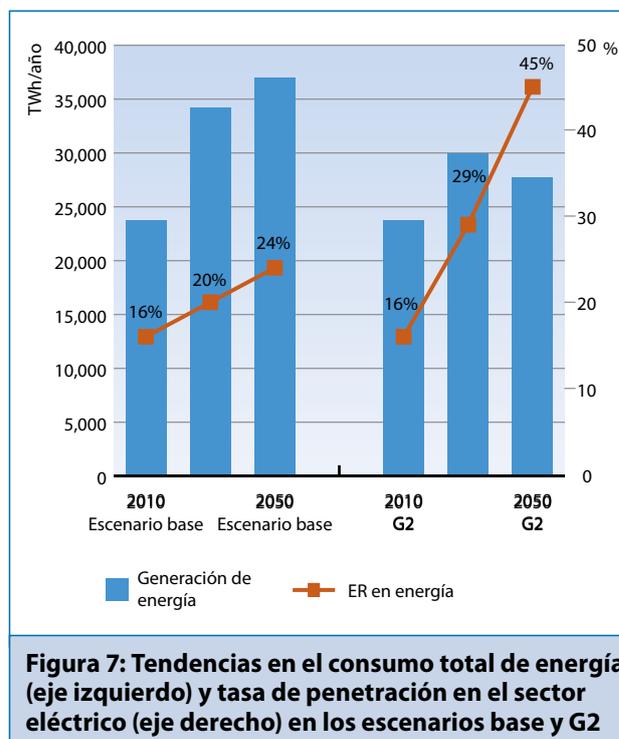
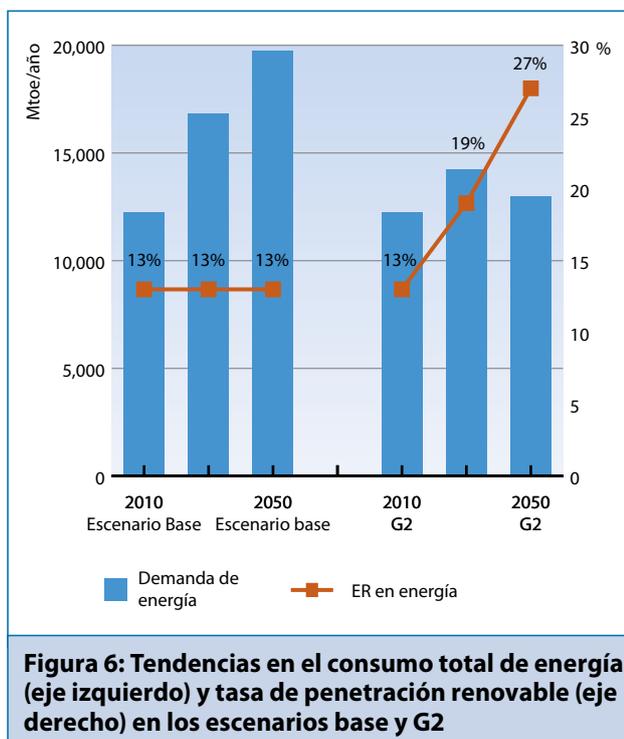
La participación de los combustibles fósiles, particularmente del carbón, se reducirá a un 34 por ciento en 2050, comparado con un 64 por ciento en el escenario

31 De una forma similar, la demanda de combustible fósil es 48 por ciento menor en bajo el escenario G2 en comparación con el escenario BAU2.

32 Hay que advertir que las inversiones en el sector agrícola, en el marco de los escenarios de las inversiones verdes, también están aumentando la productividad de la tierra, así como también reducen el conflicto potencial entre los biocombustibles y la producción de alimentos.

33 Es importante señalar que los montos de inversión modelado en el escenario G2 (y también en G1) se son adicionales a las tendencias de inversión existentes en el sector de la energía, incluidas las fuentes de energía renovable. Las cifras señaladas aquí para el escenario de inversión, por lo tanto, son sustancialmente menores que las cifras de la inversión total, por ejemplo, en materia de energía renovable, según lo ha publicado Bloomberg New Energy Finance, UNEP SEFI et al., lo cual no sucede en otras partes de este capítulo.

34 Hay que advertir que las inversiones en el sector agrícola, en el marco de los escenarios de las inversiones verdes, también están aumentando la productividad de la tierra, así como también reducen el conflicto potencial entre los biocombustibles y la producción de alimentos.



rio BAU debido, principalmente, a la expansión de las energías renovables (Figura 6, Figura 7 y Tabla 11). La Tabla 11 compara la matriz energética resultante bajo un escenario G2 con el escenario BLUE Map 450 de la AIE, tal como se publicó en Perspectivas de la Tecnología Energética 2010 (ETP, por sus siglas en inglés) (IEA, 2010b). Los resultados son similares en términos de la tasa de penetración en el mercado de las energías renovables pero difieren principalmente en cuanto a una menor participación de la energía nuclear en el esce-

nario G2, ya que esta tecnología no figura dentro de las inversiones adicionales. Como veremos más adelante, esta situación explica, en parte, el hecho de que el escenario G2 no reciba la misma cantidad en la reducción de emisiones que en el escenario BLUE Map 450.

En términos generales, G2 puede ser visto como un escenario conservador si se le compara con otros escenarios modelados en otros estudios. Sin embargo, los resultados del escenario G2 son bastante cercanos a la mediana encontrada por el IPCC (2011) en su revisión de 164 escenarios globales de 16 diferentes modelos integrados a gran escala.³⁵ Estas variables abarcan una amplia gama de tasas de penetración de energías renovables, con la más alta alcanzando aproximadamente un 43 por ciento de la oferta de energía primaria en 2030, y un 77 por ciento en 2050.

Más de la mitad de los escenarios revisados mostraron que una participación de la energía renovable en la oferta de energía primaria de cuando menos un 17 por ciento para 2030, y un mínimo de 27 por ciento para 2050, en comparación con el 19 y 27 por ciento, respectivamente, bajo un escenario G2. Por otro lado, la mayoría de los escenarios base revisados por el IPCC muestran una utilización moderadamente más fuerte de energías renovables en comparación con BAU de la modelación del *Informe de Economía Verde*.

%	2030				2050	
	*WEO Políticas actuales	GER BAU	*WEO 450	GER G2	*ETP BLUE Map	GER G2
Carbón	29	31	19	25	15	15
Petróleo	30	28	27	24	19	21
Gas	21	23	21	23	21	25
Nuclear	6	6	10	8	17	12
Hidro	2	2	3	3	29	4
Residuos y biomasa	10	8	14	12		16
Otras Energías Renovables	2	3	5	5		8
Total	100	100	100	100	100	100

*Fuentes adicionales: AIE (2010b, 2010d)

Tabla 11: Comparativo de la matriz energética en 2030 y 2050 bajo diversos escenarios del Informe de Economía Verde y la AIE

³⁵ La revisión del IPCC (2011) se realizó antes de que los resultados de los modelos del GER fueran publicados. Para obtener más detalles sobre la revisión del IPCC ver Krey & Clarke (2011), que cubre los estudios publicados durante o después de 2006. De los 164 casos analizados, 26 (15 por ciento) constituyen escenarios de referencia.

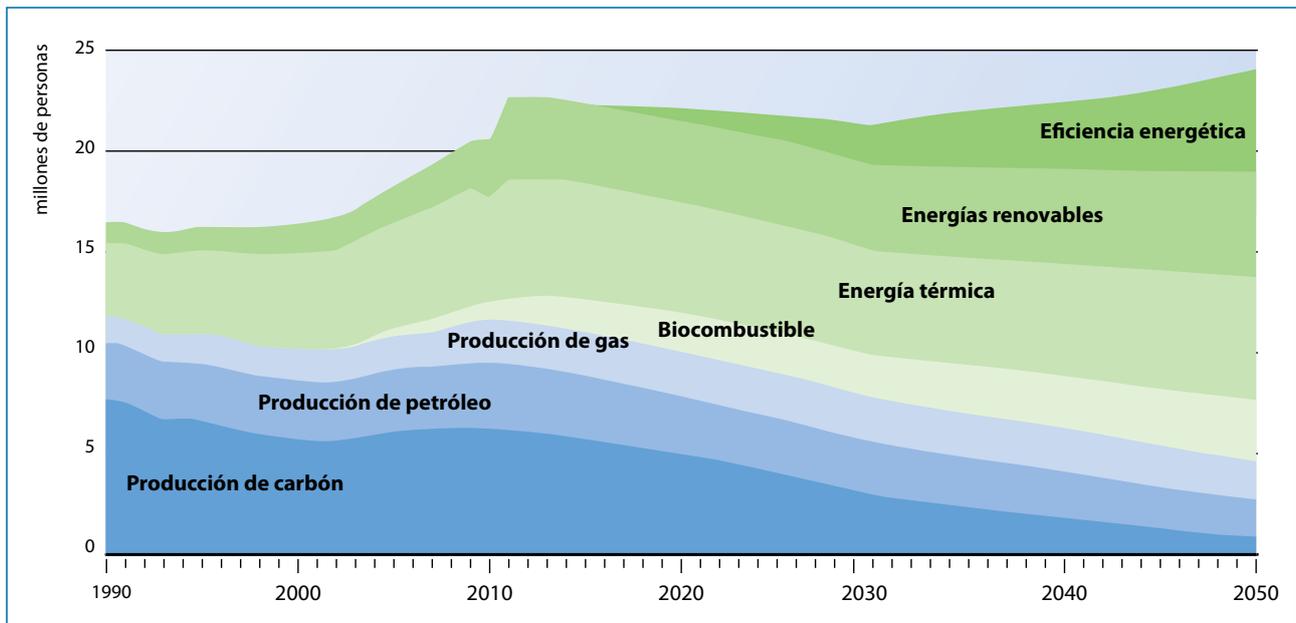


Figura 8: Empleos totales del sector energético y su desagregación en energía y combustibles y eficiencia energética bajo el escenario G2

Efectos sobre el empleo-incremento de puestos de trabajo por enverdecimiento del sector energético

Se prevé que el nivel de empleo total en el sector de la oferta de energía decrezca a lo largo del tiempo en el escenario base (BAU), pasando de 19 millones en 2010 a 18.6 millones en 2050, debido al aumento de la productividad del trabajo en la extracción y procesado de combustibles fósiles. En los escenarios de inversión verde, existe una red de creación de empleos netos a corto plazo, debido a una mayor intensidad de mano de obra en la generación de energía renovable en comparación con la generación de energía térmica.

A largo plazo, el incremento de la productividad también conduce a una disminución más o menos comparable, alcanzando los 18.3 millones de empleos en 2050 en el escenario G2. Entre 330,000 y un millón de empleos se crearían en la producción y elaboración de biocombustibles y residuos agrícolas, lo que podría elevarse a tres millones si se utilizara una combinación de residuos agrícolas y materia prima convencional. Sin embargo, existe un cambio primordial en el empleo, con un crecimiento en la generación de energía renovable y en la producción de biocombustibles acompañada de una disminución considerable en la extracción y procesamiento de carbón, y en cierta medida en la producción de gas (véase la Figura 8). La inversión adicional en la eficiencia energética en el sector de la construcción³⁶, la cual es también incluida

en el escenario G2, resulta en un incremento adicional de 5.1 millones de empleos en 2050. El efecto neto es un aumento proyectado en el empleo del sector energético de aproximadamente 21 por ciento en contraste con un escenario comparable en BAU.³⁷

Cabe señalar que la modelación de las inversiones en energía renovable incluye solo los ‘empleos directos’ que sustituirían nuevos puestos de trabajo de no expandirse la generación de energía por otras fuentes (en el caso de un aumento en la demanda) o incluso sustituirían puestos de trabajo existentes en otras tecnologías energéticas. No incluye ‘empleos indirectos’ –creado o desplazadas– en sectores que suministran a las industrias energéticas. Estos son los efectos sectoriales, mientras que los efectos más amplios sobre la producción y el empleo en el resto de la economía³⁸ (cubiertos en el capítulo ‘Modelación’) dependen de cómo la disponibilidad y el precio relativo del capital, mano de obra y energía, se ven afectados como resultado del aumento de la inversión en energía renovable. También debería señalarse que aumentar considerablemente el nivel neto de empleo puede conllevar a un mayor costo de la energía, pudiendo ser un límite para el crecimiento y desarrollo económico. Por último, el análisis global no refleja por efectos en países específicos. Algunos de estos, como los países exportadores de petróleo, podrían ver efectos

36 Estas son esencialmente para el sector de la construcción, pues no ha sido posible contabilizar las posibles implicaciones de empleo en las inversiones en eficiencia energética en los sectores industrial y de transporte.

37 El punto de comparación para la generación de empleo son los efectos simulados de una inversión adicional del 2 por ciento del PIB en los patrones actuales de inversión (véase el capítulo ‘Modelación’ para más detalles).

38 A veces referidos como “trabajos inducidos” (NREL, 1997).

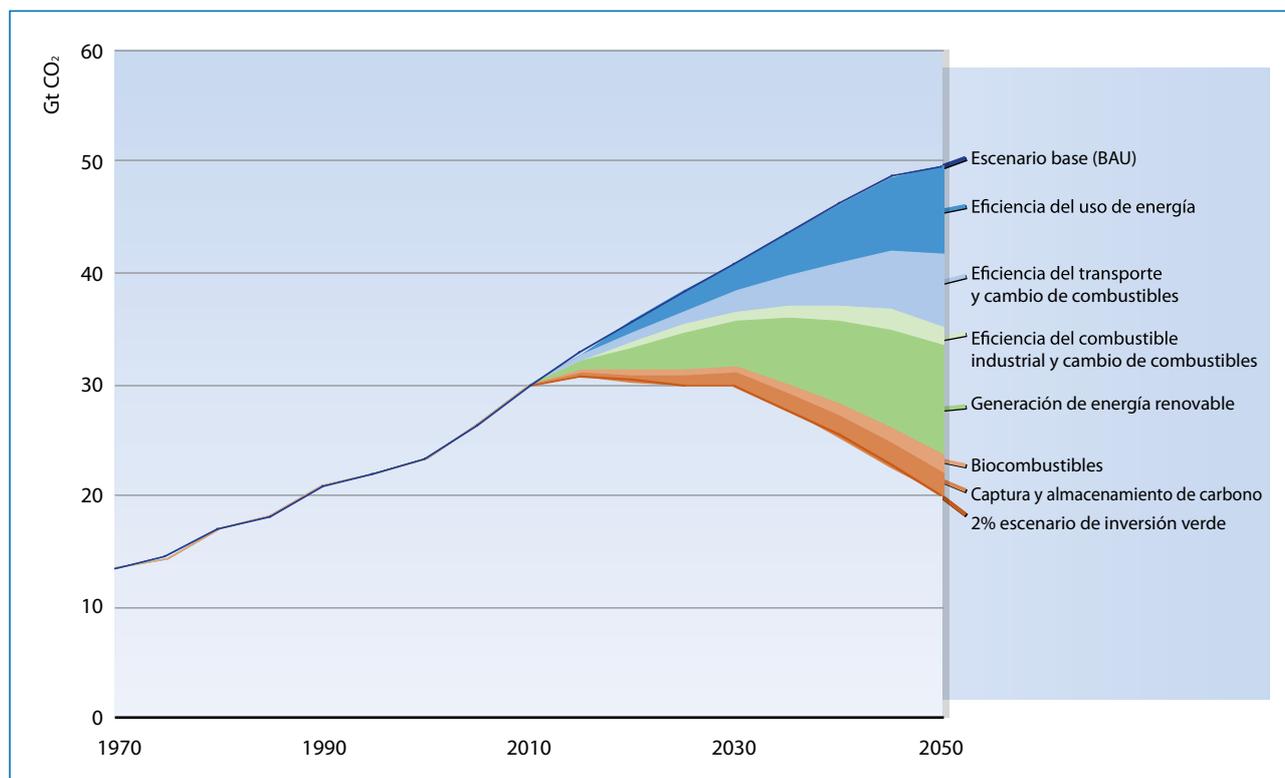


Figura 9: Total de emisiones relacionadas con la energía y las reducciones en G2 por fuente con relación al escenario base

negativos sobre el nivel de empleo en el sector energético.

Efectos de las emisiones de GEI

Bajo los escenarios de inversión verde, la intensidad de energía global (en términos de Mtoe/PIB en miles de millones de dólares) disminuye en un 36 por ciento en

2030, y las emisiones de energía acumulada a escala global y relacionada con CO₂, serían mitigadas casi en su totalidad para 2050 (véase la Figura 9).

Bajo el escenario G2, las emisiones serían un 60 por ciento menores en 2050 en comparación con el escenario base (BAU). En cifras absolutas, esto correspondería a una disminución de 30.6 Gt de emisiones energéticas de CO₂ para 2010 y de 20 Gt en 2050 (véase la Figura 9).

	*WEO 450 Escenario	*ETP BLUE Map	G2	G2
	2030	2050	2030	2050
Eficiencia de la electricidad de uso final	49%	19%	22%	27%
Eficiencia del combustible		35%	23%	28%
Industria			7%	6%
Transporte		8%	16%	22%
Reducción por el lado de la oferta	50%	46%	54%	46%
Generación de energía a partir de fuentes bajas en carbono (RE y Nuclear)	30%	27%	39%	33%
Biocombustibles	3%		6%	5%
CCS	17%	19%	9%	7%

NB: Las columnas pueden no sumar 100% debido al redondeo. * Fuentes Adicionales: IEA (2010b, 2010d)

Tabla 12: Participación en la reducción de emisiones según la modelación del GER en comparación con la AIE

La Tabla 12 compara la contribución a la reducción de emisiones bajo un escenario G2 tanto en las inversiones por el lado de la demanda como por el lado de la oferta con las de un escenario BLUE Map 450 de la AIE. Ambos modelos proyectan una contribución a la reducción de emisiones del 46 por ciento por parte de las inversiones del lado de la oferta. Sin embargo, el escenario G2 de inversión verde no logra reducir completamente las emisiones proyectadas por la AIE con el fin de limitar las concentraciones atmosféricas a 450 ppm.³⁹ Parte de esta diferencia se debe al efecto positivo que las diversas inversiones verdes tienen en el PIB que, a su vez, resulta en una mayor demanda energética, a manera de un efecto

³⁹ Sin embargo, como se explica en el capítulo 'Modelación', con el potencial de captura de carbono de las medidas a verde el sector agrícola, se espera que el G2 reduzca la concentración de CO₂ a 450 ppm en 2050.

de rebote. Adicionalmente, los escenarios de inversión verde no incluyen el sustancial incremento de las inversiones en energía nuclear, ni en CCS, siendo ambos componentes principales en el escenario BLUE Map 450 de la AIE (véase la Tabla 11 y Tabla 12). Hay que tener en cuenta que solo una cuarta parte de los escenarios analizados para el Informe Especial sobre Fuentes de Energía Renovables y Mitigación del Cambio Climático del IPCC

(2011), resultan en una concentración de CO₂ inferior o igual a las 440 ppm para 2100, y más de la mitad resultan en concentraciones para final del siglo en el rango de las 440 a 600 ppm. Por lo tanto, el escenario de inversión G2 constituye un camino relativamente conservador en cuanto a la reducción de emisiones se refiere, pero es un camino más factible que lo que otros proyectos más ambiciosos proponen.

5 Superando barreras: un entorno favorable

El análisis precedente ha examinado los resultados del aumento de las inversiones en energía renovable en términos de ahorro de energía, la tasa de penetración en el mercado por parte de las energías renovables, el aumento del empleo y la reducción de las emisiones de GEI. Sin embargo, como se señaló en la Sección 3, los niveles actuales de inversión en energías renovables siguen siendo inferiores a los que se necesitan para hacer frente a los desafíos que enfrenta el sector energético, los cuales han sido señalados anteriormente en este capítulo. Esta sección analiza las barreras para aumentar las inversiones en energía renovable y las medidas que se deben abordar para superarlos.

Las principales barreras y las respuestas respectivas pueden ser agrupadas bajo los siguientes encabezamientos: 1) estrategia política energética; 2) beneficios y riesgos asociados con las inversiones en energía renovable, incluidos los instrumentos de política fiscal; 3) limitaciones de financiamiento para proyectos de energía renovable; 4) infraestructura eléctrica y reglamentos; 5) fallas de mercado relacionadas con las inversiones en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I); 6) habilidades y transferencia de tecnología; y 7) estándares de sostenibilidad.

5.1 Compromiso político con la energía renovable

En términos generales, el crecimiento en la inversión y en la utilización de tecnologías a partir de energía renovable, descrito en páginas anteriores, ha sido impulsado por un aumento en el número y la variedad de las políticas (IPCC, 2011). Estas son analizadas en las siguientes subsecciones. Las políticas individuales encaminadas a superar barreras para el desarrollo de la energía renovable y su implementación son más eficaces cuando forman parte de estrategias políticas más amplias, las cuales promueven la complementariedad entre una serie de medidas operando en varias etapas de la cadena: desde la investigación y el desarrollo hasta la utilización y difusión. Una estrategia política favorable a la energía renovable debe incluir compromisos claros y a largo plazo con el propósito de desarrollar el sector. Estos compromisos pueden manifestarse por medio de objetivos de inversión en capacidad adicional y de tasas de penetración en la matriz energética.

Cuando estos compromisos son apoyados por otras políticas favorables, el establecimiento de objetivos claros para alcanzar estas metas puede ser visto como una señal positiva que podría atraer a inversores potenciales.

En el plano internacional se han anunciado importantes objetivos para contribuir al acceso a la energía. El Grupo Consultivo sobre Energía y Cambio Climático (AGECC, por sus siglas en inglés, 2010) hizo un llamamiento a las Naciones Unidas y a sus Estados miembros para comprometerse con dos objetivos finales: el acceso universal a los servicios de energía modernos y a una reducción de la intensidad energética global del 40 por ciento para 2030.

El informe destaca que: *“El cumplimiento de estos dos objetivos es clave para lograr los ODM, la mejora de la calidad y la sostenibilidad del crecimiento macroeconómico, y para ayudar a reducir las emisiones de carbono en los próximos 20 años”.*

Muchos países ya han adoptado objetivos para las energías renovables. Para principios de 2011 había objetivos de política nacional en 98 países, incluidos los 27 Estados miembros de la UE (REN21, 2011).⁴⁰ Un gran número de estos objetivos tienen que ver con las participaciones de energías renovables en la producción de electricidad y, generalmente, se encuentran en un rango de 10-30 por ciento dentro de las próximas dos décadas. Los objetivos también se establecen en referencia a la participación de la energía renovable en la oferta total de energía primaria o de uso final, las capacidades instaladas en diversas tecnologías específicas, las cantidades totales de producción de energía a partir de fuentes renovables o en la combinación de biocombustibles para el transporte de combustibles fósiles. Mientras que muchos de los objetivos originales se establecieron para el periodo de 2010 a 2012, los objetivos establecidos más recientemente buscan cubrir un período que abarca desde el momento actual hasta la década a partir de 2020 o incluso más allá en el tiempo. Por ejemplo, los países de la UE se han

⁴⁰ La siguiente descripción y ejemplos de objetivos de política aquí enunciados se basan en la información del Informe de Estado Global 2011 del REN21 (REN21, 2011).

Cuadro 2: Plan de Energía Solar de Túnez

Con el propósito de reducir la dependencia del país hacia las importaciones de energía y con el fin de evitar la volatilidad de los precios del petróleo y el gas natural, el Gobierno de Túnez decidió desarrollar su potencial para la generación de energía renovable. La Ley de 2004 sobre el ordenamiento energético proporcionó el marco legal. En 2005, mecanismos de financiación como el Fondo Nacional para el Ordenamiento de la Energía estaban disponibles para aumentar la utilización de tecnologías de energía renovable y para incrementar la eficiencia energética. Entre 2005 y 2008, los planes de energía limpia permitieron al Gobierno ahorrar cerca de 900 millones de euros en gastos de energía (equivalente al diez por ciento del consumo de energía primaria), con una inversión inicial en infraestructura de tan solo 260 millones euros. Se espera que a través de los suministros de energía renovable y los nuevos niveles de eficiencia energética, se haya reducido el con-

sumo total de energía de fuentes convencionales en un 20 por ciento para 2011. En diciembre de 2009, el Gobierno presentó el primer Plan Nacional de Energía Solar junto con otros planes complementarios con el objetivo de incrementar la participación de las fuentes de energía renovable hasta en un 4.3 por ciento de la generación total de energía para 2014, por encima del nivel actual del 0.8 por ciento. El objetivo es transformar a Túnez en un centro internacional clave de energía limpia. El Plan de Energía Solar está basado en tres tecnologías principales: paneles solares, concentración de energía solar y sistemas solares de calentamiento de agua, y comprende 40 proyectos de energías renovables. El presupuesto del plan hasta 2016 es de 2,000 millones de euros, mientras que se espera que los ahorros en importaciones de energía alcancen más del 20 por ciento por año para finales de 2016.

Fuente: Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie (2009)

fijado un objetivo de un 20 por ciento de su oferta de energía de uso final basada en fuentes renovables para 2020.

Los objetivos políticos para la energía renovable también se han establecido en muchos países en vías de desarrollo. De hecho, más de la mitad de los objetivos nacionales han sido establecidos por países en vías de desarrollo. Entre 1997 y 2010, el número de países en vías de desarrollo con objetivos nacionales se duplicó, pasando de 22 a 45. Los países en vías de desarrollo con metas para 2020 o años posteriores incluyen, entre otros, a Brasil, China, Egipto, India, Kenia, Filipinas y Tailandia. El Cuadro 2 ilustra el ejemplo de Túnez, que ha estado motivando el uso de energías renovables desde 2004. Además de estos objetivos nacionales, hay muchos países con objetivos a escala estatal o provincial.

El Informe de Estado Mundial de 2011 (REN21, 2011) puso de manifiesto que un buen número de países ya había alcanzado sus objetivos fijados para 2011, o estaban a punto de hacerlo. Finlandia y Suecia ya habían alcanzado sus objetivos fijados para 2020. El informe también indicó que algunos países aún no han alcanzado sus objetivos o los han redefinido a la baja. Por ejemplo, India no cumplió su objetivo de 2 GW de energía eólica extra en 2010. EE.UU. redujo su objetivo de 950 millones de litros de biocombustibles de celulosa avanzados para 2011 (tal como se había previsto en la Ley de Independencia Ener-

gética y Seguridad de 2007) a solo 25 millones de litros, debido a serias dificultades para financiar su producción comercial. La gama de experiencias previas pone de relieve la necesidad de ajustar los objetivos según las condiciones que se vayan desarrollando en el tiempo. El cumplimiento de objetivos requiere una estrategia de políticas diseñada a la medida, lo cual se analizará en las secciones subsecuentes.

5.2 Riesgos y retornos

Al igual que sucede en otros sectores, la naturaleza de los riesgos, en relación con los rendimientos esperados, influye en los incentivos para invertir en energía renovable. Si un proyecto o compañía tiene una tasa esperada de rendimiento de la inversión ajustada al riesgo lo suficientemente alta, considerará el financiamiento como una oportunidad interesante. Considerando, en primer lugar, los riesgos de inversión en proyectos de energía renovable, estos se pueden clasificar de la siguiente manera (UNEP SEFI, New Energy Finance y Chatham House, 2009):

■ **Riesgos técnicos y específicos al proyecto**, incluyendo los riesgos asociados con los tiempos de elaboración, costos de construcción, mejoras tecnológicas, combustible y recursos, y las operaciones y administración. Las nuevas tecnologías conllevan riesgos más

Cuadro 3: Etanol brasileño

El Programa de Alcohol Brasileño (PróAlcool, por sus siglas en portugués) se creó en 1975 con el propósito de reducir las importaciones de petróleo mediante la producción de etanol a partir de la caña de azúcar. Los incentivos destinados a la producción y el consumo de etanol, incluyendo avances en tecnología vehicular mediante el desarrollo de motores flexible a combustibles, han logrado que los sustitutos del petróleo sean competitivos en el mercado energético brasileño (Naciones Unidas, 2011). Los costos del etanol se redujeron a lo largo de una 'curva de aprendizaje', ya que la producción creció a una tasa promedio del seis por ciento anual, pasando de 900,000 millones de galones en 1980 a 3,000 millones en 1990 y a más de 15,000 millones en 2005 (AIE, 2006). El costo no nivelado del etanol en 1980 superó aproximadamente en tres veces el costo del petróleo, pero el sistema de subsidios cruzados compensaba por la diferencia de precios en las gasolineras. Los subsidios provenían principalmente de los impuestos sobre la gasolina y, por lo tanto, fueron pagados

por los conductores de vehículos. La democratización de Brasil resultó en un mercado de etanol cada vez más liberalizado etanol, que culminó con el final de PróAlcool y la eliminación de todos los subsidios al etanol restantes en 1999. Se estima que los subsidios acumulados al etanol ascendieron a casi 50,000 millones de dólares a través de un período de 20 años que concluyó en 1995, pero fueron más que compensados con una reducción en las importaciones de petróleo con un valor de 100,000 millones de dólares para finales de 2006 (IEA, 2006). A partir de 2006, Brasil representó más de 50 por ciento de las exportaciones de etanol en el mundo (EIA, 2006). Otras medidas, tales como la exigencia de que los fabricantes de automóviles proporcionaran vehículos de combustible flexible, que pueden funcionar a base de etanol o petróleo, también han fomentado el mercado de los biocombustibles. Estas medidas se introdujeron en 2003 para dar cabida al alto y fluctuante nivel de precios del azúcar que había reducido los incentivos para producir etanol.

altos que las tecnologías tradicionales. Si los inversionistas no están familiarizados con la tecnología y existe poca pericia dentro del país, el riesgo que perciben por su inversión será alto. La disponibilidad de recursos también puede ser un problema para tecnologías específicas como la geotérmica, en la cual determinar una buena ubicación es costoso y está sujeta a un nivel alto de incertidumbre. Cierto nivel de dependencia de recursos se presenta en tecnologías hidráulicas, eólicas y de biomasa. Por lo tanto, el nivel de riesgos diferirá según se trate de una escala regional o nacional.

■ **Riesgos institucionales específicos de cada país**, tales como la estabilidad del gobierno, la fiabilidad del sistema legal, la transparencia de las relaciones comerciales, riesgos cambiarios y la inestabilidad general debido a la presencia de guerras, hambrunas y huelgas. Para lograr inversiones exitosas a gran escala en un país específico, es necesario un régimen con estabilidad política de largo plazo y con una base jurídica sólida;

■ **Riesgo político y riesgos normativos**, tales como cambios inesperados en la política o incertidumbre sobre la dirección futura de la misma. Considerando los largos periodos de amortización, las contribuciones que las políticas tengan sobre la previsibilidad, clari-

dad y estabilidad del clima de inversión a largo plazo, son consideradas críticas en por su capacidad de estimular más inversiones,⁴¹ y

■ **Riesgos de mercado y negocios**, incluyendo: 1) riesgos financieros relacionados con la estructura básica del proyecto, tales como la alta intensidad de capital inicial y la capacidad del proyecto para generar suficiente flujo de efectivo; 2) riesgos económicos relacionados con las tasas de interés, tipos de cambio, la inflación, los precios de mercancías (commodities), riesgos de crédito de la contraparte; y 3) riesgos de mercado asociados con, por ejemplo, los precios futuros de la electricidad y del carbón (que también pueden estar influidos por riesgos políticos y normativos). La mayoría de las tecnologías de energía renovable es menos vulnerable a los precios y a la disponibilidad de combustible durante la operación del proyecto. Las tecnologías dependientes de la biomasa se enfrentan, sin embargo a riesgos potenciales de precio de mercado, si el costo de oportunidad de la producción de biomasa está relacionada con los precios de las mercancías agrícolas; y también porque la reducción de los

41 Esto incluye la capacidad de anticiparse o de adaptarse a efectos adversos no anticipados del desarrollo de nuevos proyectos de energía renovable. Un ejemplo destacado es la producción de biocombustibles, en la que la UE y EE.UU. han ajustado su respectiva política de apoyo.

precios de los combustibles fósiles puede convertir a la opción de la energía renovable menos competitiva en los mercados de combustible y de energía. Estos riesgos podrían reducirse con biocombustibles de segunda generación, en relación con los de primera generación.

Varias iniciativas gubernamentales, incluyendo políticas normativas, incentivos fiscales y mecanismos de financiamiento público, pueden reducir muchos de estos riesgos y aumentar de esta manera la rentabilidad esperada (Ecofys, 2008). Estas medidas incluyen un compromiso político a largo plazo para incrementar el desarrollo de inversiones en energía renovable, ayudando a mitigar los riesgos políticos y normativos. El compromiso político a corto plazo es igualmente importante. Debido a los largos períodos de elaboración para el desarrollo del proyecto, la claridad sobre el desarrollo de la regulación en favor del mantenimiento de la energía renovable en un horizonte de cinco años es altamente deseable. Los riesgos políticos y normativos, así como algunos riesgos específicos de cada país, se pueden reducir mediante iniciativas patrocinadas por el gobierno con el fin de compartir riesgos, incluyendo garantías de préstamos (que se examinan en la Sección 5.3), o la participación pública en el proyecto o inversiones relacionadas con la infraestructura. Los problemas técnicos y los riesgos específicos del proyecto pueden ser afrontados a través de una acción para mejorar los procedimientos de autorización, así como los procedimientos de conexión a la red eléctrica en el caso de proyectos de generación de energía. Se ha estimado que, en un contexto europeo, la existencia de medidas bien diseñadas para reducir los riesgos anteriormente mencionados podrían disminuir los costos de producción hasta en un 30 por ciento (Ecofys, 2008).

Una fórmula de nuevos mecanismos de apoyo público también puede mejorar la rentabilidad de las inversiones en energía renovable, ya sea ayudando a reducir los costos o aumentar los ingresos. Medidas para reducir costos incluyen subsidios y medidas fiscales como la deducción fiscal a la inversión, a la producción, y esquemas fiscales preferenciales de depreciación. Mecanismos públicos de financiación, como préstamos, también conllevan menores riesgos para los inversionistas. Este tipo de soporte determinado se analizará con más detalle en la siguiente sección.

Se han utilizado subsidios directos para la energía renovable para proporcionar ayuda en las primeras etapas de difusión comercial. Por ejemplo, en China en julio de 2009, dio inicio la Política del Sol de Oro, la cual otorgó subsidios para proyectos de 500 MW o paneles solares hasta 2012 con el propósito de apoyar temporalmente la industria solar doméstica en respuesta a la disminución de la demanda de paneles fotovoltaicos o solares en Alemania y España. Esta política respalda paneles solares a gran escala, lo que complementa al Programa de Techos

Solares ya existente desde marzo de 2009 (REN21, 2010). Tales subsidios pueden materializarse en la forma de apoyo a la inversión y en garantías para reducir los costos del capital o en la forma de apoyo operativo. Los subsidios se han estimado en 27,000 millones de dólares en 2007 para energías renovables (excluyendo la energía hidroeléctrica), y en 20,000 millones de dólares para los biocombustibles a escala global, cantidad claramente menor a los subsidios destinados a combustibles fósiles.

No obstante, los subsidios requieren de un diseño juicioso. Es muy probable que los subsidios deban de cambiar o ajustarse con el tiempo para resultar más eficientes; sin embargo, tales cambios pueden generar oposición entre los propietarios de negocios o consumidores que se benefician de ellos. Este apoyo no puede obviar los requisitos resultantes de acuerdos internacionales, en particular las normas y reglamentos de la Organización Mundial de Comercio (OMC). El Cuadro 3 ejemplifica el caso de Brasil, que utilizó un sistema de subsidios cruzados, de tal forma que los impuestos sobre la gasolina subvencionaron la producción de etanol a partir de la caña de azúcar.

Los impuestos pueden ser una medida fiscal alternativa a los subsidios (o complementaria) con el fin de moldear la estructura de incentivos que enfrentan los productores y los consumidores en mercados energéticos. Un impuesto es una de las medidas más eficaces para hacer frente a las externalidades de las emisiones de carbono, y en la producción y uso de energía. Dada la extensión del consumo de energía y, por lo tanto, su amplia base tributaria, puede ser deseable –en aras de la eficiencia y la equidad– integrar las medidas fiscales en un paquete más amplio de reformas con el fin de compensar un impuesto al carbono con reducciones en otros impuestos, especialmente sobre aquellos que distorsionan los mercados, lo que produciría una situación en la que todos ganan para la sociedad en su conjunto.

Por ejemplo, los productores de energía renovable podrían obtener exenciones sobre ciertos impuestos aplicados a la energía en general. Tales medidas son potencialmente más eficaces en contextos en donde los impuestos generales a la energía son muy altos, como en los países nórdicos (AEI, 2008e). EE.UU. y Suecia, por ejemplo, ofrecen un crédito fiscal del 30 por ciento para la energía a base de paneles solares; Francia ofrece un crédito fiscal sobre el impuesto sobre la renta del 50 por ciento; Australia ofrece una devolución fiscal de hasta de ocho dólares australianos por vatio (REN21, 2010).

Además de las medidas encaminadas a reducir los costos de las inversiones en energía renovable, los gobiernos emplean una serie de medidas de apoyo a la producción para aumentar los beneficios netos de esas inversiones. Estos incluyen esquemas fiscales, tales como los sistemas de Renewable Portfolio Standards

(RPS) para los servicios públicos autorizados por el gobierno (que se examinan más adelante en la Sección 5.4) o en tarifas de introducción de energía renovable a la red eléctrica.

Los mecanismos de apoyo pueden estimular la inversión privada en energía renovable y, aunque el mayor apoyo se otorga en países de alto ingreso, los incentivos para estas inversiones se han vuelto más comunes en los países en vías de desarrollo. En la actualidad, 79 países tienen, al menos, algún tipo de política de reguladora, como una cuota para la energía renovable; y 80 países tienen, al menos, una forma de incentivo fiscal en funcionamiento (REN21, 2011). La inversión y el financiamiento público han sido utilizados, aunque a un ritmo más lento que otros mecanismos. En la mayoría de los esquemas de apoyo, el gobierno debe participar activamente para asegurar la seguridad de las inversiones.

Las tarifas de introducción de energía renovable a la red eléctrica, de modo muy parecido a la fijación de precios preferenciales, garantizan el pago de una cantidad fija por unidad de electricidad producida o una prima por encima de los precios de mercado eléctrico. Los esquemas de introducción de energía renovable a la red eléctrica, pueden ser flexibles y diseñados a la medida. Por ejemplo, las tarifas pueden estar basadas en costos de tecnologías específicos, los cuales disminuirían con el tiempo para en sintonía con las reducciones presentes de costos. Este instrumento es muy popular entre los diseñadores de proyectos por la seguridad que brinda a largo plazo y, en consecuencia, la considerable reducción de riesgo de mercado (AIE, 2008e). Para alcanzar los rendimientos requeridos, los mecanismos de incentivos tales como las tarifas de introducción de energía renovable a la red eléctrica deben estar garantizadas por un período de 15 a 20 años, aunque ese nivel de apoyo se esperaría que disminuyera.

Para principios de 2011, las tarifas de introducción de energía renovable a la red eléctrica se habían implementado en más de 61 países y en 26 Estados/provincias, más de la mitad de las cuales habían sido adoptadas desde 2005 (REN21, 2011). Con cada vez más frecuencia, los países en vías de desarrollo están empleando tarifas de introducción de energía renovable a la red eléctrica, incluyendo 13 países de ingreso medio-bajo; y tres países de ingreso bajo, desde principios de 2011. Por ejemplo, Ecuador adoptó un nuevo sistema de tarifas de introducción de energía renovable a principios de 2011, basándose en una política que data de principios de 2005 (REN21, 2011). Kenia, por otro lado, introdujo el sistema de tarifas de introducción de energía renovable a partir del viento, la biomasa y la energía hidroeléctrica a pequeña escala en 2008, y amplió la política en 2010 para incluir a la electricidad a base de biogás, la geotérmica y la solar (AFREPREN/FWD, 2009).

Como sucedería con cualquier tipo de apoyo positivo, un buen diseño del sistema de tarifas de introducción de energía renovable es crucial para determinar su éxito. Cuestiones importantes incluyen: niveles tarifarios, disminuciones tarifarias graduales a través del tiempo, períodos de tiempo de apoyo a la política, la fórmula para la distribución de costos entre los diferentes grupos de consumidores, los límites de capacidad mínimos o máximos, el pago por la generación neta frente a la generación bruta, las limitaciones según el tipo de régimen de propiedad y el tratamiento diferencial de las subclases de tecnología. Por ejemplo, recientemente, las tarifas de introducción de energía renovable para la energía a base de paneles solares han sido revisadas (o están en proceso de serlo) en varios países como resultado de la reducción de precios de los paneles solares, y por lo tanto, ha habido una reducción del costo de las instalaciones (REN21, 2010, 2011).

Aparte de las tarifas de introducción de energía renovable a la red eléctrica, que son básicamente financiados mediante un sistema de subsidios cruzados entre los usuarios de electricidad, el sistema de *feebates* también se ha propuesto como una medida alternativa reguladora para mejorar los incentivos a invertir en la generación de energía renovable. Los sistemas de *feebates* se han utilizado en el sector del transporte, en específico, en las emisiones vehiculares (Small, 2010). En el sector energético, los *feebates* impondrían una carga por kWh en los generadores en proporción a una diferencia entre las emisiones promedio por kWh y la industria en su conjunto, con una deducción fiscal por kWh a los generadores con emisiones por debajo del promedio por kWh. Por lo tanto, los *feebates* podrían tener un efecto total muy bajo sobre los precios de la energía, mejorando su viabilidad y aceptabilidad en términos generales, además de ser neutrales a la recaudación.

Es posible que las iniciativas que pretenden fijarle un precio a las emisiones de carbono tengan un impacto importante en los rendimientos de las inversiones en energía renovable (véase el Cuadro 1 en la Sección 3). En el contexto internacional, la iniciativa política más importante que pudiese alterar la rentabilidad relativa de las energías renovables sería un acuerdo normativo sobre las emisiones de carbono que estableciera un mecanismo de fijación de precios muy robusto para la contabilidad de costos totales por externalidades en la salud y climáticas. Con estimaciones revisadas por el IPCC (2007) oscilando hasta los 95 dólares por tonelada de CO₂, estos costos adicionales de los combustibles fósiles serían un gran atractivo para estimular una mayor inversión y adopción en energías renovables a través del tiempo. Algunas medidas de acompañamiento serían necesarias para minimizar los impactos negativos sobre la pobreza energética.

Algunas posibilidades para la selección y adaptación de las distintas medidas de apoyo para alcanzar un nivel de madurez tecnológica y desarrollo de mercado se ilustran en la Figura 10. El apoyo en las primeras etapas de I+D+I, se discute en la Sección 5.5. Las políticas, incentivos y mecanismos que influyen en los niveles de riesgos y rendimientos, como se mencionó anteriormente, contribuyen en la medida en que la fase de utilización (en nichos de mercado) ha dado inicio y cuando la competitividad ha mejorado. Las medidas destinadas a alterar el consumo y la demanda pueden ser más relevantes en etapas posteriores de difusión y desarrollo de mercado.

5.3 Mecanismos de financiamiento

Como se mencionó en la sección anterior, los mecanismos de financiamiento público representan un grupo de medidas de apoyo público que los gobiernos pueden utilizar o promover con el propósito de influir en el perfil específico de riesgo/rendimiento en las tecnologías de energía renovable. Estos Mecanismos de Financiamiento Público (PFM, por sus siglas en inglés, véase la Figura 11), se pueden clasificar según su etapa de desarrollo económico, su etapa de desarrollo tecnológico, por tipo de inversionista, por tipo de riesgo para los inversionistas privados o por abordar diversas barreras o

restricciones (UNEP SEFI, 2005; UNEP/Vivids Economics, 2009; UNEP SEFI, New Energy Finance y Chatham House, 2009). Los PFM varían desde simples subsidios hasta estructuras complejas de financiamiento condicionado. Como regla general, los PFM tienen por objetivo complementar al sector privado y no buscan sustituirlo ya que forman parte de un entorno integrado y coherente junto con regulaciones, impuestos y subsidios. En países de ingreso alto y medio, uno de los objetivos clave de los PFM es movilizar (o nivelar) tanto capital privado como sea posible a las inversiones (UNEP SEFI, 2008b). Algunas excepciones pueden ocurrir en el contexto de países en vías de desarrollo, donde la participación del sector privado es muy limitada. En estos casos, los PFM pueden formar parte de programas para crear y catalizar mercados.

Incluso cuando las tasas de riesgo-rendimiento son favorables, una de las barreras de financiamiento específico que los proyectos de energía renovable pueden enfrentar son los altos costos de capital inicial o la dimensión demasiado pequeña de los proyectos. Estos últimos proyectos, se encuentran en una situación de desventaja para atraer a inversionistas dominantes tales como los fondos de pensiones. Esto puede ser una limitación particularmente importante en los países en vías de desarrollo. Los proyectos de dimensiones pequeñas dan lu-

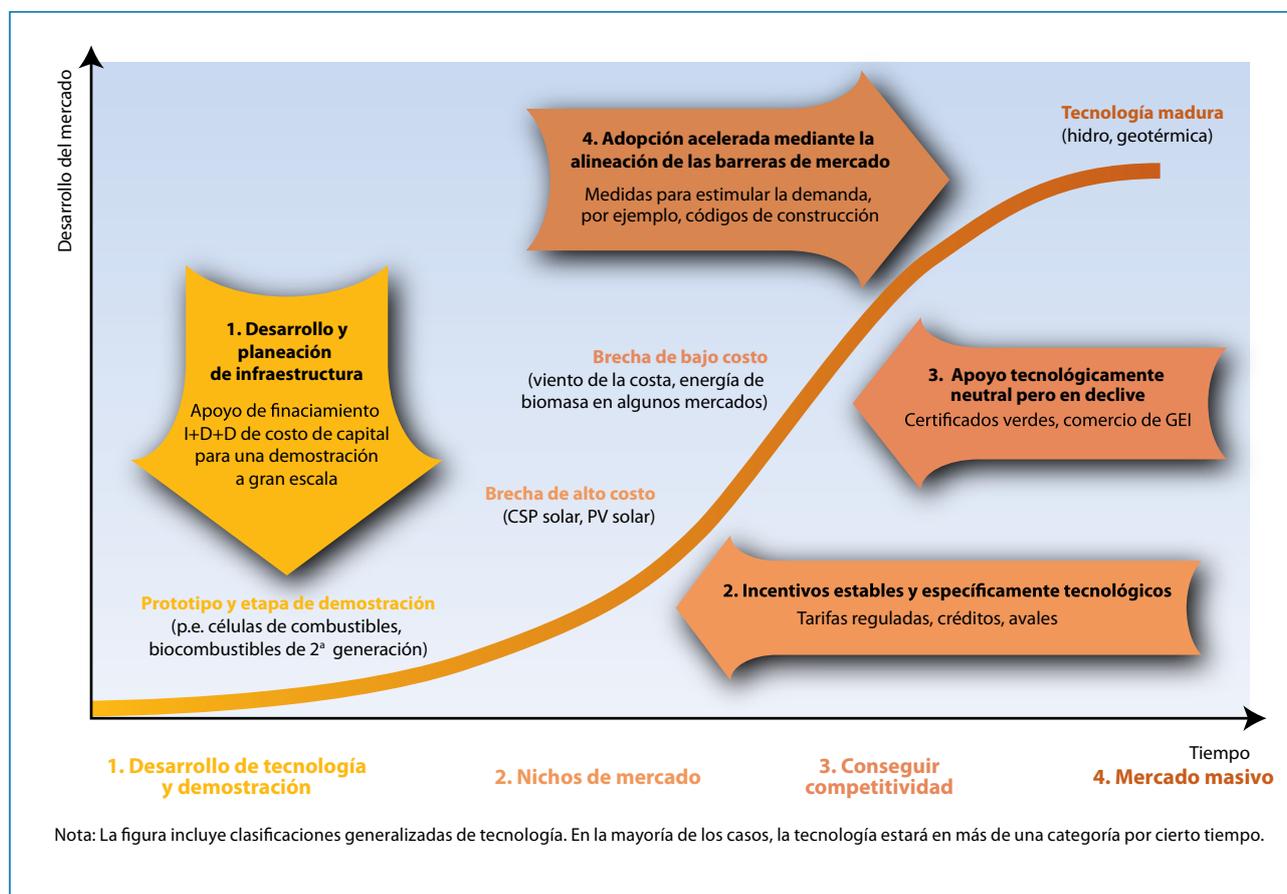


Figura 10: Políticas de apoyo a tecnologías de energía renovable

Fuente: Adaptado de IEA (2008e, 2010b)

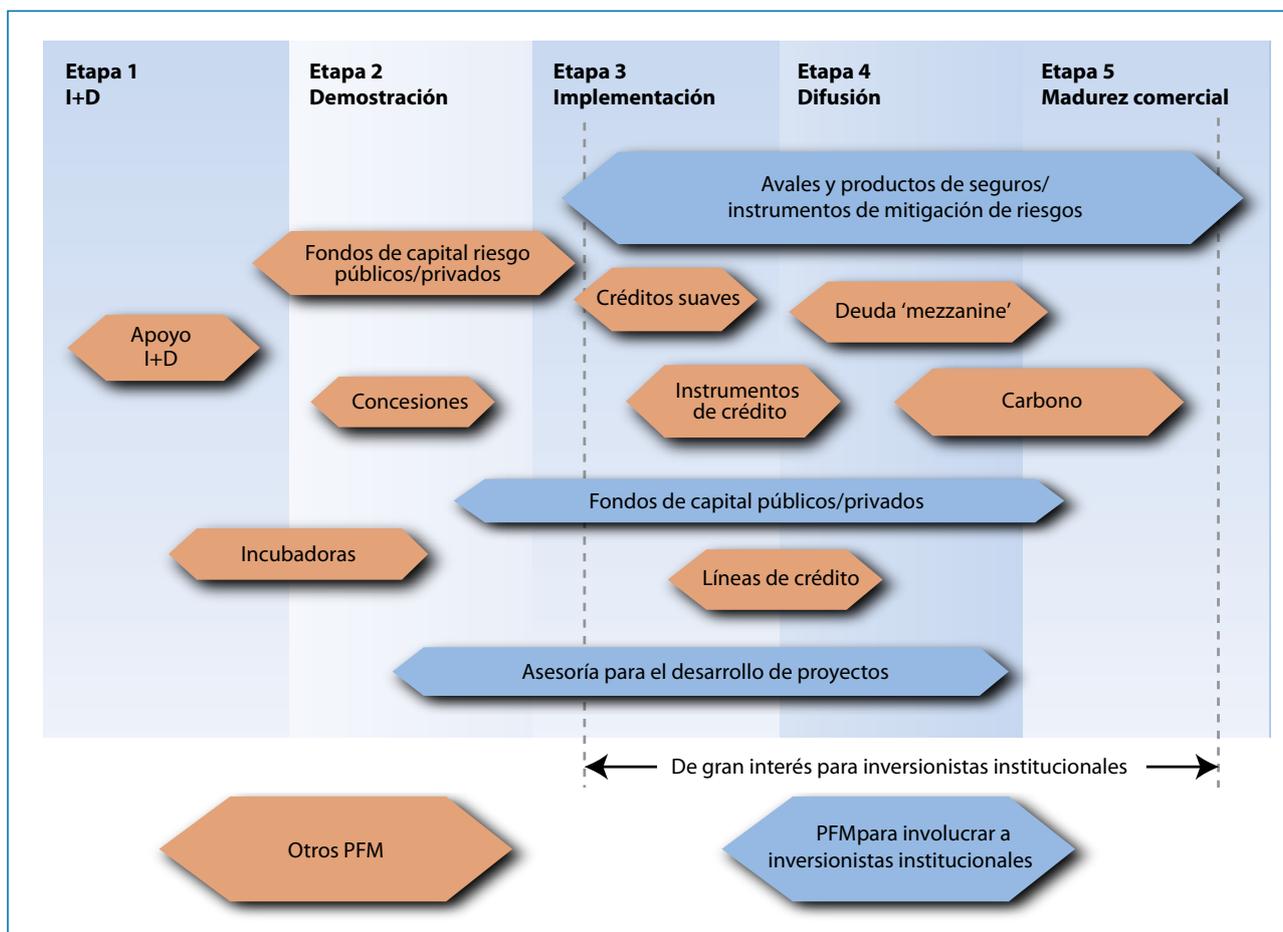


Figura 11: Mecanismos de financiamiento público a lo largo de las etapas de desarrollo tecnológico

Fuente: SEFI PNUMA (2009)



Figura 12: Ejemplos de opciones de financiamiento para los pobres

Fuente: PNUMA (2009)

gar a costos de planificación y de transacción muy altos en relación con el costo total del proyecto.

Durante la última década han surgido una serie de instituciones financieras, formales e informales, y nuevos acuerdos de financiación para facilitar productos a pequeña escala para las comunidades rurales carentes de energía.

La Figura 12 proporciona una perspectiva general de las diversas opciones disponibles para la población más pobre a distintos niveles de pobreza.⁴²

⁴² Un debate más amplio sobre el papel de los servicios financieros y el sector de inversión en el apoyo a el enverdecimiento del sector energético está incluido en el capítulo titulado 'Finanzas' en este informe.

Cuadro 4: Programa Grameen Shakti en Bangladesh

Fundado en 1996, el programa Grameen Shakti (Grameen Energy en inglés) provee electrificación a comunidades rurales en Bangladesh a través de un enfoque de mercado: el microcrédito. La experiencia del Grameen Shakti brinda un ejemplo exitoso de espíritu emprendedor combinado con una política energética efectiva. Capitalizando la red de contactos y la experiencia del Banco Grameen, el Grameen Shakti ofrece créditos blandos a través de distintos paquetes de financiamiento para volver disponibles y asequibles los sistemas solares domésticos (SHS) para las poblaciones rurales. Mediante la creación de un mercado para la energía solar y la provisión de múltiples ventajas sobre el queroseno, el Grameen Shakti logró instalar más de 320,000 SHS hasta diciembre de 2009.

Un aspecto fundamental para el éxito del programa ha sido la asociación con organizaciones indígenas, lo cual ha resultado en la reducción de los costos del programa y ha aumentado el desarrollo económico (Naciones Unidas, 2011). El apoyo financiero y político del gobierno brindó la coordinación requerida para atraer inversiones seguras en energía

renovable. A través de directrices políticas efectivas, la industria ha consolidado un mayor potencial de éxito y de crecimiento futuro (IPCC, 2011). El Grameen Shakti ha instalado numerosos quemadores de cocina mejorados y plantas de biogás, los cuales contribuyen a la reducción del uso de biomasa (a base de madera) y disminuyen la contaminación dentro de los inmuebles que la usan, mientras que la tecnología del biogás contribuye a mejorar una administración sostenible de residuos.

El Grameen Shakti tiene como objetivo instalar más de un millón de SHS para 2015 y al mismo tiempo proporcionar el mantenimiento necesario, y el entrenamiento a los técnicos y usuarios, generando así un mayor nivel de empleo local y valor social a través del involucramiento de los accionistas. El Grameen Shakti demuestra el potencial que puede ser movilizado para reducir de forma eficiente la pobreza energética, al mismo tiempo que contribuye a mitigar los efectos del cambio climático, mediante una financiación innovadora y modelos de negocio coordinados con apoyo público (Wang et al., 2011)

Los proyectos a más pequeña escala usualmente se desarrollan como soluciones de energía renovable impulsadas por el consumidor en países en vías de desarrollo, por ejemplo los sistemas solares domésticos. Los altos costos de transacción involucrados en estos proyectos, exigen mecanismos innovadores de financiación al consumidor que responden a las necesidades particulares de los consumidores rurales en países en vías de desarrollo. Estos mecanismos pueden transformar a las energías renovables en opciones atractivas y costo-efectivas para hacer frente a la pobreza energética en situaciones independientes de la red eléctrica (Cuadro 4).

Más allá de las empresas privadas y de los gobiernos, es de esperar que agencias de asistencia bilaterales y multilaterales aumenten su participación en el financiamiento al tiempo que colaboran con programas de energía y fondos ya existentes⁴³, con el propósito de administrar y distribuir recursos (IEA, 2010d). Involucrar a los países en vías de desarrollo en el desafío global de mitigación requerirá de un fuerte financiamiento internacional. Además de que el Fondo Verde de Co-

penhague para el Clima, creado en la conferencia de la CMNUCC en 2009, representa un avance potencialmente significativo en esta área. Los países productores de energía renovable también pueden beneficiarse si aumentan los ingresos por la venta de créditos de emisiones, a través del MDL, o mediante certificados verdes, además de disminuir el riesgo.

5.4 Regulaciones e infraestructura eléctrica

El incremento del uso de energía renovable para la generación energética supone barreras específicas debido a las demandas que ejerce sobre la infraestructura eléctrica existente. La generación de electricidad por medio del viento y a través de paneles solares añade variabilidad y menor previsibilidad al sistema energético, lo que resulta en una mayor atención al diseño y la regulación de los sistemas y mercados de energía (Heal, 2009; IEA, 2008d; Owen, 2006). Una mayor capacidad de reserva, de almacenamiento o un aumento del comercio entre países y regiones son imprescindibles para proporcionar la flexibilidad necesaria para ajustar la demanda con las variaciones en la oferta. Las redes eléctricas inteligentes con precios de costo varia-

⁴³ Tal como los Fondos de Inversión Climática, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y Desarrollo Energizante de la GTZ (IEA 2010d).

ble y micro medidores, son una nueva área de desarrollo con el potencial de proporcionar una mayor flexibilidad por el lado de la demanda y mejorar la eficiencia energética.

Los costos de inversión adicionales para adaptar los sistemas de distribución y transmisión, aunque son sustanciales, deberían ser manejables. Por ejemplo, el Roadmap 2050 de la Fundación Europea del Clima (ECF, por sus siglas en inglés, 2009) indica que las inversiones necesarias para expandir la red eléctrica y reducir efectivamente los desafíos de intermitencia son de alrededor del diez por ciento de la inversión global en la generación de electricidad.

En algunos casos, los intereses creados y la búsqueda de control del acceso a la red eléctrica por parte de compañías eléctricas titulares puede generar barreras para los proveedores independientes de energía a base de fuentes renovables. Similarmente, empresas petroleras pueden impedir la distribución de biocombustibles a través de redes, como los oleoductos, que están bajo su control. El sector de la construcción puede no favorecer el uso de tecnologías a partir de energía renovable para sus sistemas de calefacción y refrigeración y así como no establecerlos en sus códigos de construcción. Las autoridades tienen que estar pendientes de las señales que les envían las empresas de energía renovable para actuar con rapidez y hacer frente a esas barreras de entrada al mercado.

Por lo tanto, las regulaciones son indispensables para promover los tipos de inversiones en infraestructura necesarias con el fin de ampliar el desarrollo de la electricidad a partir de fuentes renovables. Por ejemplo, en Europa la Directiva de Energía Renovable de 2009 exigió a los países miembros de la UE que proporcionaran procedimientos de autorización más eficientes para la infraestructura de la red eléctrica, incluyendo la aprobación de la infraestructura de red coordinándola con procedimientos administrativos y de planificación.

Más allá de las regulaciones sobre la infraestructura eléctrica, los gobiernos pueden establecer obligaciones sobre el consumo o la producción de energía renovable en general (como figura en la Sección 5.2). En un sistema de obligaciones -también conocido Renewable Portfolio Standard (RPS) u objetivo de energía renovable- se prescribe una cantidad o proporción mínima de fuentes de energía renovable elegibles. La obligación se impone, por lo general, en el consumo, a menudo, mediante el suministro o empresas de distribución. Usualmente, la implementación de un sistema de obligaciones implica la aplicación de sanciones por incumplimiento de contrato con el propósito de garantizar que las partes obligadas cumplan con sus requerimientos de compra de energía renovable (Gillingham

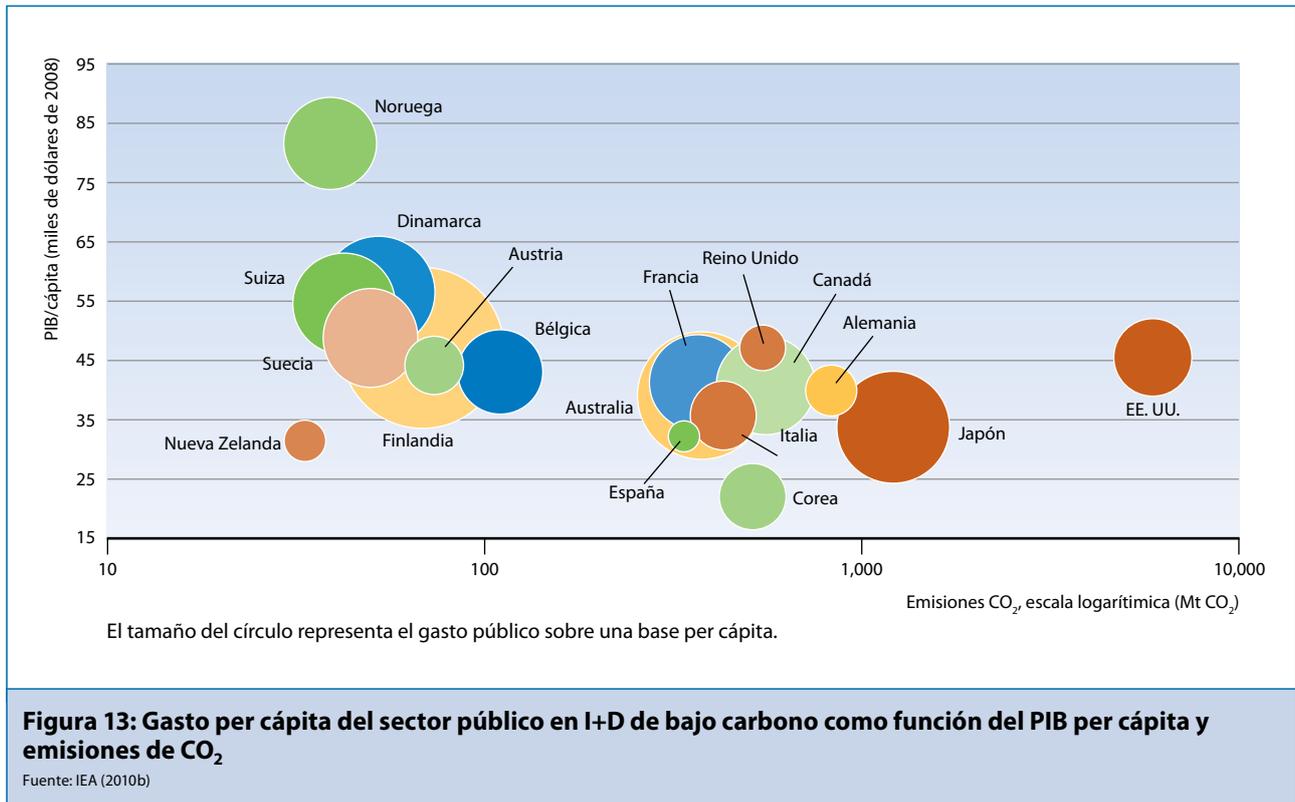
& Sweeney, 2010). Sin embargo, las obligaciones para energías renovables solo pueden ser implementadas cuando la oferta del servicio se ha desarrollado lo suficientemente para asegurar una sana competencia de precios entre los proveedores. El sistema de obligaciones se suele utilizar para tecnología madura y puede ser el sustituto de incentivos fiscales o subsidios (véase la Figura 10). Para los inversores, los riesgos políticos percibidos en un sistema de obligaciones son menores que en los subsidios, ya que el sistema de obligaciones no está sujeto a decisiones presupuestarias por parte del gobierno. Para principios de 2011, ya había diez jurisdicciones nacionales y, al menos, 30 estatales/provinciales/regionales con políticas de RPS (REN21, 2011). La mayor parte de éstas requerían participaciones de energía renovable de entre un cinco y un 20 por ciento.

5.5 Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)

El desarrollo tecnológico de la energía renovable se enfrenta a barreras debido a las fallas de mercado inherentes a la innovación. El derroche de conocimientos resultante de actividades de investigación y desarrollo para crear mejores productos a costos menores, benefician tanto a otras empresas como a los consumidores, pero si aquel innovador potencial no recibe una participación lo suficientemente alta, las inversiones no estarían claramente justificadas (Gillingham & Sweeney, 2010). Además, muchas de las nuevas tecnologías resultan ser intuitivas y relativamente fáciles de aprender, lo que contribuye a una reducción de costos, y al hecho de que otras personas puedan aplicar dichas tecnologías. Ambas situaciones resultan en un nivel subóptimo de inversión en general a lo largo de todas las etapas en la cadena de innovación.

Existe poca evidencia sistemática para cuantificar la extensión de esta falla de mercado en las energías renovables y, por lo tanto, hasta qué punto la inversión e inversión en este sector sería mayor si estas fallas de mercado fueran erradicadas. No obstante, los costos de algunas tecnologías importantes para la energía renovable han disminuido abruptamente a la par que la capacidad instalada se ha incrementado, como se mencionó anteriormente en la Sección 3.3 en la discusión de los efectos de aprendizaje para la energía a base de paneles solares (IPCC, 2011). Estos efectos de aprendizaje representan un beneficio muy valioso, ya que las reducciones de costo se generan y difunden a toda la industria relativamente 'libre de cargos' (Jamash, 2007).

Por lo tanto, para lograr una tasa socialmente óptima de innovación, es necesaria una política de apoyo (Grubb, 2004; Tomlinson et al., 2008). Particularmente, el apoyo público para la I+D es esencial para el mante-



nimiento de investigación fundamental y de alto riesgo, con una perspectiva a largo plazo, mientras que el sector privado tiende a concentrarse en tecnologías competitivas similares y proyectos de demostración a corto plazo.

El sector público puede apoyar a institutos académicos y de investigación, financiar programas de investigación cuyos objetivos son tecnologías específicas, proveer subsidios u otros medios para apoyar los esfuerzos de I+D del sector privado. Se ha encontrado que la investigación energética es más eficiente cuando se emplean programas de I+D dirigidos, por ejemplo, cuando proyectos de ‘empuje tecnológico’ se complementan sin problemas con ‘políticas de mercado’ en uso (IEA, 2010b; IPCC, 2011; United Nations, 2011).

El desarrollo y la investigación en el sector energético en los 28 países miembros de la AIE han mostrado recientemente signos de crecimiento, después de haber estado estancados durante algún tiempo. En 2006, cuando la participación de las energías renovables se encontraba ligeramente por encima del diez por ciento, el gasto en I+D, en términos reales, estuvo ligeramente por encima de los niveles registrados hace 30 años (IEA, 2008e). En 2009, el gasto en I+D, y en la utilización de energía renovable por los gobiernos y el sector empresarial, ascendió a 24,600 millones de dólares (SEFI PNUMA, 2010). El apoyo gubernamental a la I+D se incrementó en ese mismo año en un 50 por ciento, lo que representó 9,700 millones de dólares extras. El gasto corporativo,

en 14,900 millones de dólares, se redujo, reflejando la recesión económica. También hay que considerar que existen muchas diferencias entre países en términos del gasto público en I+D (véase la Figura 13).

En los países en vías de desarrollo, la I+D en energías renovables justificarían una especial atención, aunque ya existen signos positivos al respecto. En muchos casos, las capacidades técnicas locales para desarrollar o adaptar nuevas tecnologías se encuentran prácticamente ausentes. El enfoque aquí debería centrarse en la creación de capacidades para facilitar la transferencia de tecnología, adaptar tecnologías a las condiciones locales del mercado y apoyar a los agentes del sector privado que instalen, manufacturen, operen y ayuden a mantener dichas tecnologías. En 2010, en la 16.ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP16, CMNUCC), en Cancún (México), los países acordaron establecer un Mecanismo de Tecnología del Clima. Su propósito es acelerar el desarrollo y la transferencia de tecnologías amigables para el clima, especialmente a los países en vías de desarrollo, para hacer frente a la mitigación y adaptación climática (CMNUCC, 2010). Sin embargo, aún no se ha especificado el funcionamiento exacto de los dos componentes del mecanismo: el Comité Ejecutivo de Tecnología y la Red y Centro de Tecnología del Clima.

Sin atender los posibles fallos del mercado de la innovación, los países que primero generen ventajas líderes en el desarrollo de las energías renovables pueden ob-

tener considerables beneficios acumulados. Los modelos de simulación han ilustrado cómo la competitividad económica en general puede mejorar cuando un país o región, en este caso la UE, se compromete, mediante una acción unilateral a la mitigación de los efectos del cambio climático, involucrando la penetración de energías renovables a gran escala (Barker & Scriciecu, 2009).

5.6 Habilidad y transferencia tecnológica

La transferencia tecnológica es el flujo de conocimiento, experiencia y equipamiento de un área a otra. Generalmente, la transferencia tecnológica es exclusivamente entendida como la transferencia de un país industrializado a otro en vías de desarrollo, pero también puede tratarse de una transferencia entre países en vías de desarrollo o entre una zona urbana a una rural.

Al igual que con otras tecnologías nuevas, la energía renovable se enfrenta a barreras relacionadas con la transferencia tecnológica. Antes de que una tecnología pueda ser transferida exitosamente ciertas condiciones que permitan que esto suceda deben ser habilitadas, como la capacidad institucional y de adaptación, el acceso a la financiación, y el conocimiento, codificado y tácito, de la tecnología. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo, especialmente en zonas rurales, estas condiciones no siempre están presentes. Incluso cuando la viabilidad económica de opciones de energía renovable es favorable en esas áreas, estas barreras pueden impedir su aplicación.

Estudios recientes han argumentado que, con el fin de permitir a los países en vías de desarrollo adoptar tecnologías de energía renovable en el contexto local y regional, la capacidad de mantener y operar los sistemas no es condición suficiente; es indispensable también desarrollar la capacidad de innovación local (Bazilian et al., 2008; Ockwell et al., 2009; United Nations, 2011). Las capacidades requeridas para experimentar el proceso de adaptación de la innovación son considerables y dependen de una infraestructura sólida de conocimiento que usualmente abarca una I+D centralizada y requieren altos niveles de educación. Efectivamente, los flujos de tecnología y conocimiento son de vital importancia para la transferencia tecnológica a los países en vías de desarrollo (Ockwell et al., 2009).

Un tema relacionado es la escasez de habilidades. El empleo en la industria de la energía renovable requiere de algunas habilidades que no necesariamente coinciden con las de la industria energética tradicional. En Alemania, por ejemplo, la industria de la ener-

gía renovable ha experimentado recientemente una escasez de trabajadores cualificados. Lehr et al. (2008) han reportado que casi todos los sub-sectores de la energía carecen de trabajadores cualificados, siendo la escasez más grave en los sectores de energía hídrica, de biogás y tecnologías de biomasa. Empresas de energía eólica en Europa han reportado de igual forma una profunda escasez de trabajadores altamente cualificados. La escasez es más apremiante en las áreas de manufactura y desarrollo, particularmente en actividades de ingeniería, operaciones, administración y en actividades de gerencia de construcciones. El sector también requiere de trabajadores cualificados en I+D.

5.7 Estándares de sostenibilidad

La energía renovable no es sinónimo de sostenibilidad. El término renovable se refiere en gran parte a la naturaleza regenerativa de la fuente de energía, mientras que la sostenibilidad tiene un alcance más amplio, incluyendo consideraciones económicas, sociales y ambientales. Aunque las tecnologías de energía renovable son percibidas como más sostenibles en comparación con fuentes no renovables, debido a sus menores impactos ambientales, aún existe la necesidad de desarrollar normas acordadas para reducir y controlar esos impactos. Los impactos ambientales y sociales de las grandes presas hidroeléctricas son un ejemplo destacado, dado su potencial para liberar dióxido de carbono y metano a partir de la biomasa en descomposición en zonas tropicales. Las preocupaciones en torno a la minimización de los impactos han resultado en la elaboración de principios y directrices de política, bajo la coordinación de la Comisión Mundial de Represas.

Otro ejemplo son los biocombustibles, ya que su producción en algunas circunstancias se ha asociado con el uso insostenible de la tierra y con cambios del uso de suelo, con consecuencias potencialmente negativas para el equilibrio de GEI, la biodiversidad y la seguridad alimentaria; al mismo tiempo, existe un riesgo relativo al uso excesivo de agua y la contaminación (PNUMA, 2009).⁴⁴ En consecuencia, diferentes tecnologías renovables pueden tener un rango distinto según distintos criterios de sostenibilidad. Las metodologías para cuantificar los efectos y costos de oportunidad aún se encuentran en desarrollo.⁴⁵

44 A lo largo de todo el ciclo de vida, los impactos sobre los balances de los GEI varían dependiendo de la materia prima, la ubicación, las aportaciones, métodos de producción, el uso previo de la tierra y la tecnología de conversión (UNEP, 2009).

45 Véase, el trabajo de orientación en la planificación de las políticas climáticas desarrollado por el PNUMA: <http://www.MCA4climate.info>.

En el caso de los biocombustibles, el reto de la sostenibilidad se ha ido dirigiendo lentamente hacia el nivel de proyecto y políticas. Cada vez con mayor frecuencia se han ido incorporando criterios y estándares de sostenibilidad a través de la política nacional de biocombustibles, de marcos reguladores, normas internacionales y metodologías de evaluación del impacto ambiental. Por ejemplo, algunos criterios de sostenibilidad para biocombustibles y biolíquidos fueron desarrollados y adoptados por la Directiva de Recursos Energéticos Renovables de la UE para ser instrumentados por los Estados miembros (Directiva de la UE, 2009/28/CE). Esquemas de certificación pueden ser utilizados para validar el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad. Sin embargo, muchos países aún carecen de la capacidad institucional para aplicar y hacer cumplir los esquemas de certificación, inhibiendo, de este modo, el desarro-

llo y la adopción de normas de sostenibilidad para los biocombustibles.

Otro desafío importante es encontrar el equilibrio entre el rigor y la flexibilidad, como ya ha sido manifestado en la introducción de normas de sostenibilidad para los biocombustibles en la UE, lo que ha dado lugar a conflictos comerciales en la Organización Mundial del Comercio (OMC). Las normas excesivamente rígidas actuarían como un incentivo negativo para los productores para entrar al mercado y podrían limitar el nivel de inversión, particularmente en los países en vías de desarrollo (Devereaux & Lee, 2009). Por lo tanto, los formuladores de políticas necesitan equilibrar las preocupaciones de sostenibilidad a largo plazo con los intereses a corto plazo al promover la energía renovable.

6 Conclusiones

Los desafíos impuestos a la comunidad internacional y a los gobiernos nacionales en términos de seguridad energética, cambio climático, efectos en la salud y pobreza energética son apremiantes, haciendo del enverdecimiento del sector energético un imperativo urgente. Los retos presentes se han ido agudizando debido al crecimiento de la demanda de energía en el mundo, conforme la población y los ingresos han aumentado. La transformación del uso de combustibles fósiles a energía renovable desempeña un papel crítico en el enverdecimiento del sector energético, junto con otros cambios, particularmente el incremento de la eficiencia energética.

En las últimas décadas, el costo-efectividad de las tecnologías a partir de energía renovable ha evolucionado considerablemente. Muchas de las tecnologías de energía renovable están madurando a ritmos acelerados y sus costos han llegado a ser altamente competitivos con los de otros combustibles fósiles. En consecuencia, las inversiones en la distribución y uso de energías renovables han aumentado dramáticamente en la última década.

Este desarrollo ha sido impulsado por una gama de políticas. Los objetivos nacionales en torno a la energía renovable se han ido propagando. Un buen número de gobiernos han apoyado la innovación para ayudar a reducir costos, mientras que muchos otros están poniendo en práctica regulaciones, incentivos fiscales y mecanismos de financiamiento que mitiguen riesgos y aumenten los retornos de la inversión en energía renovable. En el contexto internacional, la formalización en 2011 de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA) muestra la voluntad de varios gobiernos de colaborar conjuntamente en la expansión del uso de energía renovable.

A pesar de los progresos favorables, siguen existiendo varias barreras en el camino hacia el enverdecimiento del sector energético. Más importante aún, el marco general normativo de incentivos bajo el cual opera el sector energético no ha sido reconfigurado para apoyar consistentemente el desarrollo y uso de tecnologías de energía renovable y lograr una eliminación progresiva de las emisiones de fuentes de combustible fósil. Esta situación se debe tanto a los intereses creados dentro del sector como a un sistema de energía compuesto por un *hardware*, tal como la infraestructura eléctrica; y un *software*, en la forma de organizaciones e instituciones, que se encuentran atrapados en una dinámica de apoyo a las

tecnologías de energía convencional. Aunque los países en vías de desarrollo tengan un menor nivel de inversiones acumuladas en sistemas convencionales de energía, se enfrentan a limitaciones financieras y a una escasez de capacidad institucional y capital humano para adquirir y operar nuevas tecnologías de energía renovable.

Para reducir este tipo de barreras, los formuladores de políticas deben adoptar un enfoque integrado que apoye las diversas etapas del desarrollo y la difusión de tecnologías de energía renovable dentro de una estrategia global que abarque también el resto del sistema energético, tanto por el lado de la oferta como de la demanda. De lograrse lo anterior, se amplía el margen de acción para que los gobiernos puedan trabajar con las fuerzas de mercado para generar un contexto de igualdad de condiciones que apoye el crecimiento del sector de energía renovable. La eliminación gradual de los subsidios a los combustibles fósiles y la fijación de precios a las externalidades ambientales y sanitarias –producto de la quema de combustibles fósiles– pueden acelerar la transformación del sector energético, aunque no puede dejarse de lado la atención sobre los efectos a grupos de bajo ingreso.

Incrementar el nivel de inversiones en energía renovable, como parte de una estrategia de economía verde que abarque a todos los sectores principales, puede contribuir a la reducción de los impactos ambientales y sanitarios derivados de la producción y uso de la energía, garantizando al mismo tiempo la base para un crecimiento económico a largo plazo. Tal estrategia se basa en la sustitución de combustibles fósiles por energías renovables, al igual que en ahorros como consecuencia de una mejor eficiencia energética en la producción, construcción, uso de medios de transporte, y cambios en el comportamiento humano. Una estrategia integrada puede aumentar la seguridad energética nacional y reducir las emisiones de carbono al mismo tiempo que proporciona nuevas oportunidades de empleo que podrían, en términos globales, compensar por los empleos perdidos. Sin embargo, estas expectativas no deben impedir que los formuladores de políticas reconozcan que, en determinados países, podría presentarse un descenso neto en el nivel de empleo, al menos a corto plazo.

El enfoque, entonces, debe ser dirigido en función de países específicos y en soluciones prácticas que promuevan el desarrollo de capacidades y habilidades que faciliten en el enverdecimiento de la economía.

Ciertos aspectos específicos sobre el desarrollo de la energía renovable deben ser diseñados a la medida y según circunstancias particulares de zonas rurales, donde viven la mayoría de los sectores más pobres en los países en vías de desarrollo. El objetivo es desarrollar un papel fundamental como parte de una estrategia integrada para reducir la pobreza energética. Las

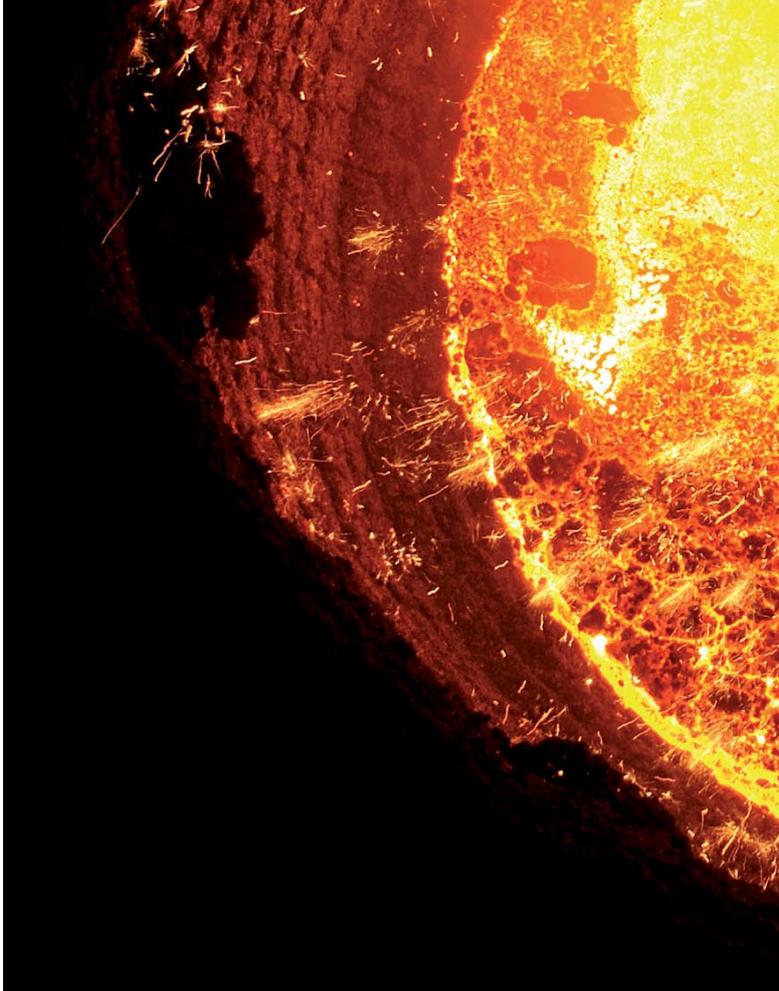
miniredes eléctricas y las redes independientes de la red eléctrica establecida, pueden constituir medios costo-efectivos para suministrar electricidad a los más pobres, al mismo tiempo que se reducen las emisiones de GEI. Esto requiere de flujos adicionales de financiamiento, así como del desarrollo continuo de nuevos modelos de financiación.

Referencias

- AFREPREN/FWD (2009). *The role of feed-in tariff policy in renewable energy development in developing countries: A Toolkit for Parliamentarians*. Energy, Environment and Development Network for Africa.
- AGECC. (2010). *Energy for a sustainable future, summary report and recommendations*. The Secretary-General's Advisory Group on Energy and Climate Change (AGECC). Retrieved from <http://www.un-energy.org/publications/558-agecc-report-energy-for-a-sustainable-future>
- Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie. (2009). *Plan solaire Tunisien*. Tunis: Ministère de l'Industrie, de l'Énergie et des PME, Government of Tunisia.
- Barker, T., & Scrieciu, S. S. (2009). Unilateral climate change mitigation, carbon leakage and competitiveness: An application to the European Union. *International Journal of Global Warming*, 1(4), 405-417.
- Barreto, L., & Klaassen, G. (2004). Emission trading and the role of learning-by-doing spillovers in the "bottom-up" energy-system ERS model. *International Journal of Energy Technology and Policy*, 2(1), 70-95.
- Bazilian, M., de Coninck, H., Radka, M., Nakhooda, S., Boyd, W., MacGill, I., ...Bradley, R. (2008). *Considering technology within the UN climate change negotiations*. (ECN-E--08-077) Petten, Netherlands: ECN.
- Blyth, W. (2010). *The economics of transition in the power sector*. (Information paper, January 2010). Paris: IEA.
- Devereaux, C. and Lee, H. (2009). *Biofuels and certification: A Workshop at Harvard Kennedy School*. (Discussion Paper 2009-07). Cambridge, MA: Belfer Center for Science and International Affairs.
- DLR-ISI. (2006). *External costs of electricity generation from renewable energies compared to electricity generation from fossil energy sources*. German Aerospace Centre (DLR).
- ECF. (2009). *Roadmap 2050, A practical guide to a prosperous low carbon Europe, Technical analysis*. The Hague, Netherlands: European Climate Foundation (ECF).
- Ecofys. (2008). *Policy instrument design to reduce financing costs in renewable energy technology projects*. (Report for the IEA Implementing Agreement on Renewable Energy Technology Deployment (RETD), October.) Utrecht, Netherlands. Retrieved from http://www.ecofys.com/com/publications/documents/RETD_PID0810_Main.pdf
- EcoSecurities Consulting. (2009). *Assigning carbon price estimates to alternative policy scenarios*. (January 30, 2009).
- Edmonds, J., Clarke, L., Lurz, J. & Wise, M. (2008). Stabilizing CO₂ concentrations with incomplete international cooperation. *Climate Policy*, 8(4), 355-76.
- EEA. (2008). *EN35: External costs of electricity production*. European Environment Agency (EEA). Retrieved from <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/en35-external-costs-of-electricity-production-1/en35>
- EIA. (2011). *Electric power monthly with data for December 2010*. (EIA report released March 11, 2011). Washington, DC: US Energy Information Administration (EIA).
- ELI. (2009). *Estimating U.S. Government subsidies to energy sources: 2002-2008*. Washington, DC: Environmental Law Institute (ELI).
- Epstein, P. R., Buonocore, J. J., Eckerle, K., Hendryx, M., Stout, B. M., Heinberg, R., ...Glustrom, L. (2011). Full cost accounting for the life cycle of coal. In R. Costanza, K. Limburg & I. Kubiszewski (Eds.), *Ecological Economics Reviews*, Ann. N.Y. Acad. Sci., 1219, 73-98.
- ESMAP. (2008a). *Coping with oil price volatility*. Washington, DC: Energy Security, Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP).
- ESMAP. (2008b). *Beyond the grid: Innovative programmes in Bangladesh and Sri Lanka*. Knowledge Exchange [Series]. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). Retrieved from http://www.esmap.org/esmap/sites/esmap.org/files/KE510_SriLanka_Electricity%20Beyond%20the%20Grid.pdf
- European Commission. (2008). *Energy sources, production costs and performance of technologies for power generation, heating and transport*. (Commission Staff Working Document accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Second Strategic Energy Review, An EU Energy Security and Solidarity Action Plan, SEC[2008]2872).
- Gillingham, K. & Sweeney, J. (2010). Market Failure and the Structure of Externalities. In M. Boaz, A. J. Padilla, & R. Schmalensee (Eds.), *Harvesting renewable energy in electric power systems: Theory, practice, policy*, (pp. 69-92). London, UK: Earthscan.
- GNESD. (2007). *Reaching the Millennium Development Goals and beyond: Access to modern forms of energy as a prerequisite*. Roskilde: Global Network on Energy for Sustainable Development.
- GNESD. (2010). *Energy, climate change and poverty alleviation*. (Policy Paper prepared by AFREPREN, ENDA-TM and Fundacion Bariloche). Global Network on Energy for Sustainable Development (GNESD).
- Greenpeace & European Renewable Energy Council (EREC). (2010). *Energy [r]evolution: A sustainable world energy outlook*. Amsterdam: European Renewable Energy Council. Retrieved from <http://www.erec.org/index.php?id=139>
- Grubb, M. (2004). Technology innovation and climate change policy: An overview of issues and options. *Keio Economic Studies*, 41(2), 103-132.
- GSI. (2009). *Building fossil-fuel subsidy reform: Have we got all the blocks?* (Policy brief). Geneva, Switzerland: Global Subsidies Initiative (GSI).
- GSI. (2010). *Relative subsidies to energy sources: GSI estimates*. Geneva, Switzerland: Global Subsidies Initiative (GSI).
- Heal, G. (2009). *The Economics of renewable energy*. (National Bureau of Economic Research Working Paper No. 15081, June 2009). Cambridge, MA: NBER.
- HRS-MI. (2009). *Climate policy and energy: Intensive manufacturing: The competitiveness impacts of American Energy and Security Act of 2009*. Arlington, VA: High Road Strategies.
- HSBC. (2009). *A climate for recovery: The colour of stimulus goes green*, (February 2009). HSBC Global Research.
- IEA. (2006) *The energy situation in Brazil: An overview*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2008a). *Renewables information: 2008 edition*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2008b). *World energy outlook 2008*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2008c). *IEA energy technology perspectives 2008*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2008d). *Empowering variable renewables: Options for variable electricity systems*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2008e). *Deploying renewables: Principles for effective policies*. Retrieved from <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/DeployingRenewables2008.pdf>
- IEA. (2009a). *World energy outlook 2009*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2009b). *The impact of the financial and economic crisis on global energy investment*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2010a). *Energy Poverty: How to make modern energy access universal?* (Special Excerpt from IEA *World Energy Outlook 2010*, by International Energy Agency [IEA], Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], United Nations Industrial Development Organization [UNIDO], and United Nations Development Programme [UNDP]). Retrieved from http://www.iea.org/speech/2010/jones/weo_poverty_chapter.pdf
- IEA. (2010b). *Energy technology perspectives 2010*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2010c). *Projected costs of generating electricity 2010*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2010d). *World energy outlook 2010*. Paris: International Energy Agency.
- IEA, OPEC, OECD & World Bank. (2010). *Analysis of the scope of energy subsidies and suggestions for the G-20 initiative*. (Joint report prepared for submission to the G20 Summit Meeting Toronto, Canada, June 26-27, 2010).
- IIASA. (2009). *Emissions of air pollutants for the world energy outlook 2009: Energy Scenarios, Final Report*. (Report prepared for the International Energy Agency using the GAINS model). Laxenberg: IIASA.

- Retrieved from www.worldenergyoutlook.org
- IIED. (2009). *Assessing the costs of adaptation to climate change: A review of the UNFCCC and other recent estimates*. London: International Institute for Environment and Development and Grantham Institute for Climate Change.
- Institute for Labor Studies and Ministry of Human Resources and Social Security, China. (2010). *Study on green employment in China*. (March 2010). ILO.
- IPCC. (2007). *Climate change 2007: Mitigation of climate change*. (Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC). Edited by B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave and L. A. Meyer, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- IPCC. (2008). *Scoping meeting on renewable energy sources* (pp.59-80). (Proceedings presented in Luebeck, Germany, January 20-25, 2008). Retrieved from http://www.iea-gia.org/documents/FridleifssonetalIPCCGeothermalpaper2008FinalRybach20May08_000.pdf
- IPCC. (2011). *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. (Working Group III – Mitigation of Climate Change). Edited by O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, and Y. Sokoma. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ITIF. (2009). *Rising tigers, sleeping giant: Asian nations set to dominate the clean energy race by outinvesting the United States*, Information Technology and Innovation Foundation (ITIF).
- Jamasb, T. (2007). Technical change theory and learning curves: patterns of progress in electricity generation technologies. *Energy Journal*, 28, 51-71.
- Junginger, M., Lako, P., Lensink, S., van Sark, W. & Weiss, M. (2008). *Technological learning in the energy sector*. (Report No. 500102 017). Utrecht University/ECN. Retrieved from <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500102017.pdf>
- Karekezi, S., Lata, K. and Coelho, S. T. (2004). *Traditional biomass energy: Improving its use and moving to modern energy use*. (Thematic background paper for the International Conference for Renewable Energies, Bonn 2004). Retrieved from <http://www.ren21.net/Portals/97/documents/Bonn%202004%20-%20TBP/Traditional%20Biomass%20Energy.pdf>
- Krey, V. & Clarke, L. (2011). Role of renewable energy in climate mitigation: A synthesis of recent scenarios. *Climate Policy*, 11, 1-28.
- Kypreos, S., & Bahn, O. (2003). A MERGE model with endogenous technological progress. *Environmental Modelling and Assessment*, 8(3), 249-259.
- Lehr, U., Nitsch, J., Kratzat, M., Lutz, C. & Edler, D. (2008): Renewable energy and employment in Germany. *Energy Policy*, 36, 108-117.
- Llera Sastresa, E., Aranda Usón, A., Zabalza Bribián, I. & Scarpellini, S. (2010). Local impact of renewable on employment: Assessment methodology and case study. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 14(2010), 689-690.
- McDonald, A. & Schratzenholzer, L. (2002). Learning curves and technology assessment. *International Journal of Technology Management*. 23 (7/8), 718-745. Retrieved from <http://www.iiasa.ac.at/cgi-bin/pubsrch?RR03002>
- Messner, S. (1997). Endogenized technological learning in an energy systems model. *Journal of Evolutionary Economics*, 7(3), 291-313.
- Modi, V., McDade, S., Lallement, D. & Saghir, J. (2006). *Energy and the Millennium Development Goals*. New York: Energy Sector Management Assistance Programme, UNEP. Available at: http://www.unmillenniumproject.org/documents/MP_Energy_Low_Res.pdf
- NRC. (2010). *Hidden costs of energy: Unpriced consequences of energy production and use*. Washington, DC: National Research Council (NRC).
- NREL. (1997). *Dollars from sense: The economic benefits of renewable energy*. National Renewable Energy Laboratory.
- Ockwell, D. G., Watson, J., Mallett, A., Haum, R., MacKerron, G. and Verbeken, A. M. (2009). *Scoping note on the difficulties developing countries face in accessing markets for eco-innovation*. Paris: OECD, Environment Directorate.
- Owen, A. D. (2006). Renewable energy: Externality costs as market barriers. *Energy Policy*, 34, 632-642.
- Pew Charitable Trusts. (2010). *Who's Winning the Clean Energy Race?* Washington D.C.
- REN21. (2009). *Renewables Global Status Report 2009 Update*. Paris: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21).
- REN21. (2010). *Renewables 2010 Global Status Report*. Paris: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21).
- REN21. (2011). *Renewables 2011: Global Status Report*. Paris: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21).
- Seebregts, A. J., Kram, T., Schaeffer, G.J. & Bos, A. J. M. (1999). *Modelling technological progress in a MARKAL model for Western Europe including clusters of technologies*. Netherlands Energy Research Foundation (ECN).
- Small, K. A. (2010). *Energy policies for passenger transportation: A comparison of costs and effectiveness*. (Discussion paper). Irvine: University of California.
- Stern, N. H. (2006). *Economics of climate change: The Stern Review*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Tomlinson, S., Zorlu, P. & Langley, C. (2008). *Innovation and technology transfer: Framework for a global climate deal*. London: E3G.
- UNCTAD. (2006). *Meeting trade and development challenges in an era of high and volatile energy prices: Oil and gas in LDCs and African countries*. Geneva: UNCTAD Secretariat.
- UNDP. (2007). *Energizing the least developed countries to achieve the Millennium Development Goals: The challenges and opportunities of globalization*. (Issues paper prepared for UN Ministerial Conference of the Least Developed Countries, "Making Globalization work for the LDCs", Istanbul July 9-11, 2007).
- UNDP & WHO. (2008). *The energy access situation in developing countries: A review focusing on the LDCs and Sub-Saharan Africa*. New York: UNDP.
- UNEP. (2009). *Towards sustainable production and use of resources: Assessing biofuels*. Paris: UNEP.
- UNEP. (2010a). *Advancing the biodiversity agenda: A UN system-wide contribution*. Nairobi: UNEP.
- UNEP. (2010b). *The Emissions Gap Report: Are the Copenhagen Accord Pledges sufficient to limit global warming to 2°C or 1.5°C? A preliminary assessment*. Nairobi: UNEP.
- UNEP, ILO, IOE & ITUC. (2008). *Green jobs: Towards decent work in a sustainable, low carbon world*. Nairobi: UNON.
- UNEP SEFI. (2005). *Public finance mechanisms to catalyze sustainable energy growth* Paris: UNEP.
- UNEP SEFI. (2008a). *Global trends in sustainable energy investment 2008*. Paris: UNEP.
- UNEP SEFI. (2008b). *Public finance mechanisms to mobilise investment in climate change mitigation*. Paris: UNEP.
- UNEP SEFI. (2009). *Global trends in sustainable energy investment 2009*. Paris: UNEP.
- UNEP SEFI. (2010). *Global trends in sustainable energy investment 2010*. Paris: UNEP.
- UNEP SEFI. (2011). *Global trends in renewable energy investment 2011*. Paris: UNEP.
- UNEP SEFI, New Energy Finance & Chatham House. (2009). *Private Financing of Renewable Energy: A Guide for Policymakers*. Paris: UNEP.
- UNEP/Vivid Economics. (2009). *Catalysing low carbon growth in developing economies: Public finance mechanisms to scale up private sector investment in climate solutions*. Paris: UNEP.
- UNEP & WMO. (2011). *Integrated assessment of black carbon and tropospheric ozone: Summary for decision makers*. Nairobi: UNEP.
- UNFCCC. (2009). *Recommendations on future financing options for enhancing the development, deployment, diffusion and transfer of technologies under the Convention*. (Report by the Chair of the Export Group on Technology Transfer, FCCC/SB/2009/2). Bonn, Germany.
- UNFCCC. (2010). *Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention*. Cancun, Mexico: UNFCCC, COP16.
- United Nations. (2011). *World economic and social survey 2011: The great green technological transformation*. New York: UN/DESA.
- Victor, D. (2009). *Untold billions: fossil-fuel subsidies, their impacts and the path to reform*. (Global Subsidies Initiative Paper). Geneva, Switzerland: GSI.
- Wang, L., Bandyopadhyay, S., Cosgrove-Davies, M. & Samad, H. (2011). *Quantifying carbon and distributional benefits of solar home system programs in Bangladesh*. (Policy Research Working Paper 5545). Washington, DC: The World Bank, Environment Department. Retrieved from http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2011/01/24/000158349_20110124114152/Rendere d/PDF/WPS5545.pdf
- Wei, M., Patadia, S. & Kammen, D. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy*, 38, 919-931.

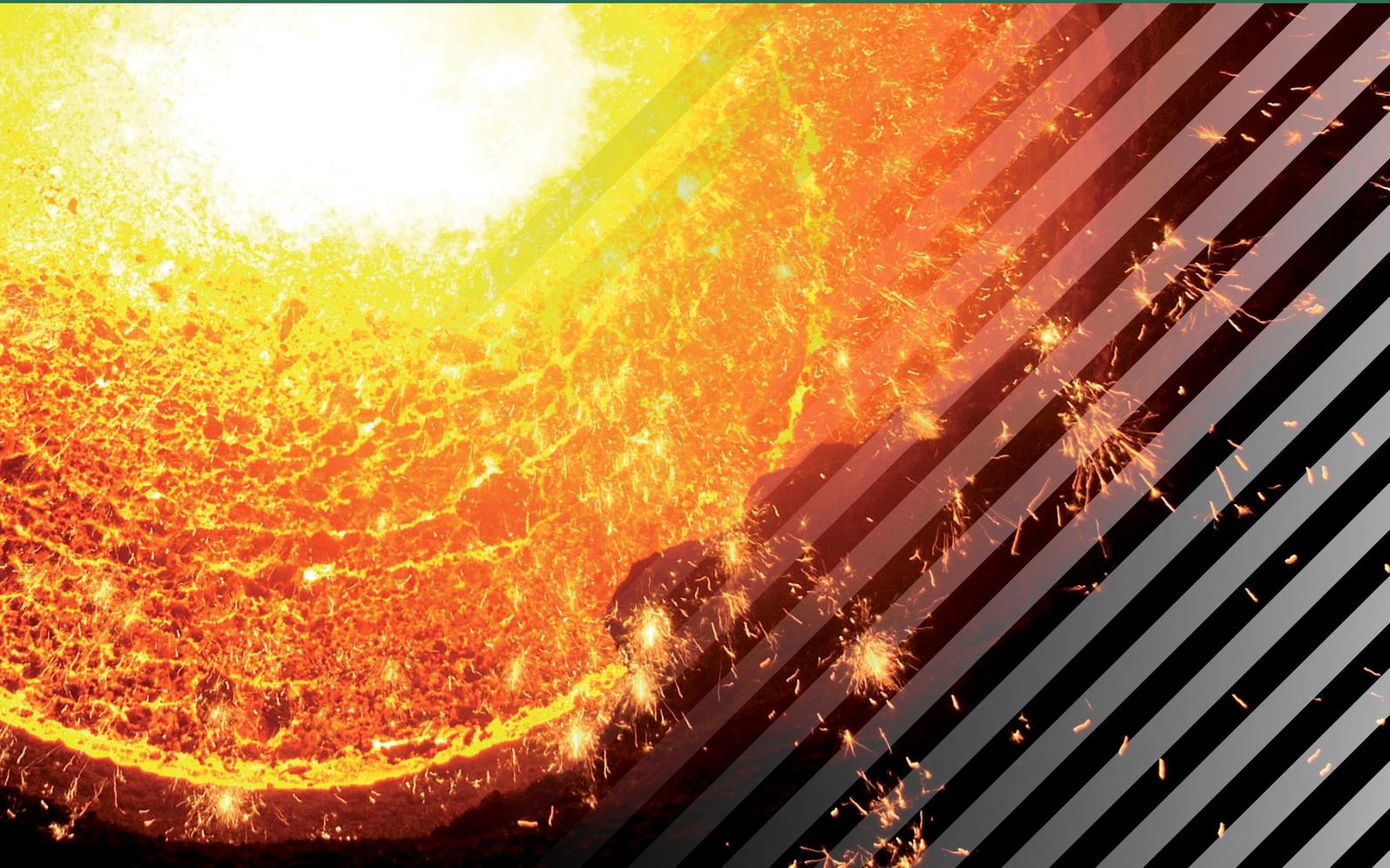
- WEF. (2010). *Green investing 2010: Policy mechanisms to bridge the public financing gap*. World Economic Forum (WEF).
- WHO. (2006). *Fuel for life: household energy and health*. Geneva: World Health Organization. Retrieved from <http://www.who.int/indoorair/publications/fuelforlife/>
- WHO. (2009). The Poor man's fuel. The continued use of paraffin for domestic energy requirements in low income households. *Bulletin of the World Health Organization*, 87(9). doi: 10.1590/S0042-96862009000900014
- World Bank. (2009). *Africa's development in a changing climate: Key policy advice from World Development Report 2010 and making development climate resilient: A World Bank Strategy for Sub-Saharan Africa*. Retrieved from <http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1252586925350/Africa-WDR-2010-booklet.pdf>
- WWEA. (2010). *World wind energy report 2009*. Bonn: World Wind Energy Association (WWEA).





Manufactura

Inversión en eficiencia energética y de recursos



Agradecimientos

Autores coordinadores del capítulo: **Robert Ayres**, profesor emérito, de INSEAD, Francia; y **Cornis van der Lugt**, coordinador de eficiencia de recursos, del PNUMA.

Fatma Ben Fadhl del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) organizó el capítulo, incluyendo el manejo de la revisión por pares, la interacción con los autores coordinadores en las revisiones, la conducción de investigación complementaria y la consecución de la producción final.

Este capítulo se benefició de la investigación previa conducida por las siguientes personas (por orden alfabético de aparición): Robert Ayres, profesor emerito en INSEAD, Francia; Andrea Bassi y Zhuohua Tan, del Millennium Institute (EE.UU); Fatma Ben Fadhl, del PNUMA; Alan Brent, de la Universidad de Stellenbosch (Suráfrica); Haifeng Huang y Xue Bing, del Centro Chino de Investigación para la Transición Económica en la Universidad Tecnológica de

Beijing (China); Sergio Pacca y André Simoes, de la Universidad de São Paulo (Brasil); Arnold Tukker y Carlos Montalvo, TNO (Países Bajos); y Jeroen van den Bergh, de la Universidad Autónoma de Barcelona (España).

En el desarrollo del capítulo, los autores coordinadores del mismo recibieron apoyo consultivo por parte de Desta Mebratu; y contribuciones de Ruth Coutto y Tomas Ferreira Marques del PNUMA; David Seligson y Ana Lucía Iturriza, de la OIT.

Por último, reconocer y extender un agradecimiento por la gestión de la revisión por pares por parte de Raimund Bleischwitz, del Instituto Wuppertal, Alemania; Donald Huisingsh, de la Universidad de Tennessee (EE.UU); Vasantt Jogoo, de la República de Mauricio; Thomas Lindqvist, Universidad de Lund (Suecia); Roy Shantanu, Centro de Ordenamiento Ambiental de Mumbai (India); y Hans Schnitzer, de la Universidad de Graz (Austria).

Índice

Lista de acrónimos	245
Mensajes clave	246
1 Introducción	248
1.1 Estructura del capítulo	248
1.2 La manufactura en la economía mundial	249
1.3 Alcance y definición	250
2 Retos: los riesgos y costos de la no actuación	252
2.1 Escasez de recursos naturales	252
2.2 Los costos externos de la contaminación industrial del aire	255
2.3 Sustancias peligrosas y residuos	256
3 Oportunidades: Opciones estratégicas para el sector manufacturero	259
3.1 Escasez de recursos naturales	259
3.2 Innovación en la oferta y la demanda	260
4 Inversión y eficiencia de recursos	264
4.1 Inversión en eficiencia energética y materiales	264
4.2 Inversión en la eficiencia del agua	265
4.3 Inversión en una transición hacia empleos verdes	266
4.4 Crecimiento y recuperación: lecciones para los mercados en vías de desarrollo	269
5 Cuantificando las implicaciones del enverdecimiento	270
5.1 Tendencias del escenario base (BAU)	270
5.2 Tendencias bajo un escenario de inversión verde	270
6 Posibilitando las condiciones para una transformación verde de la manufactura ..	273
6.1 Prioridades políticas	273
6.2 Instrumentos políticos para posibilitar la manufactura verde	274
7 Conclusiones	281
Referencias	283

Lista de figuras

Figura 1: Suministros de la producción primaria y sus productos finales	249
Figura 2: Extracción de materiales en el mundo en miles de millones de toneladas, 1900-2005. La producción industrial impulsa la mayor parte de las extracciones de minerales, así como partes significativas de la biomasa y la construcción	250
Figura 3: Demanda de agua para uso final por región	252
Figura 4: Tendencia de la tasa de descubrimiento de petróleo, 1965-2002	253
Figura 5: Figura 5: Contribución relativa por grupo de materiales a los problemas ambientales (UE-27 + Turquía)	255
Figura 6: Índice de precios de mercancías metálicas, Junio 1990-Mayo 2010 (2005 = 100), incluye los índices de precio del cobre, aluminio, hierro, estaño, níquel, zinc, plomo y uranio	256
Figura 7: Tendencias de Desacoplamiento Mundial Relativo, 1980-2007	259
Figura 8: Contribución de la industria a las reducciones de CO ₂ por tipo de medida-Modelo AIE (2009b)	271
Figura 9: Empleo por sector manufacturero para 2050 en los escenarios G2 y BAU (persona por año) ...	271
Figura 10: Emisiones de CO ₂ relacionadas con la energía por sector manufacturero para 2050 en los escenarios G2 y BAU (tCO ₂ /año)	272
Figura 11: Costos de energía por sector de manufactura para 2050 en los escenarios G2 y BAU (USD/año).....	272

Lista de tablas

Tabla 1: Extracciones globales de recursos, por grupos principales de recursos y regiones	254
Tabla 2: Expectativas de vida de las reservas mundiales de minerales metálicos seleccionados.....	254
Tabla 3: Costo de la contaminación del aire por dióxido de sulfuro, dióxido de nitrógeno, y compuestos orgánicos volátiles como porcentaje del PIB.....	256
Tabla 4: Ejemplos de los principales accidentes industriales y sus costos económicos y sociales asociados.	257
Tabla 5: Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y estructura de las principales industrias manufactureras.....	265
Tabla 6: Ejemplos de inversión y retornos ambientales derivados de las iniciativas de eficiencia energética en países en vías de desarrollo.....	276

Lista de cuadros

Cuadro 1: Producción de acero con altos componentes de materiales reciclados. Efectos directos e indirectos sobre el nivel de empleo. Estimación para la UE-27	268
Cuadro 2: Gravamen sobre las bolsas de plástico en un mercado emergente: el caso de Suráfrica	278

Lista de acrónimos

AIE	Agencia Internacional de Energía
BAU	Escenario base
BRIICS	Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Suráfrica
CAC	Captura y almacenamiento de carbono
CMD	Consumo de material doméstico
DAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
ECC	Energía y Calor combinado
ETC	Equivalente de tiempo completo
ETFP	Proceso de investigación del comercio ético
GEI	Gases de efecto invernadero
IIASA	Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados
ISEAL	Alianza Internacional de Acreditación y Etiquetado Social y Ambiental
ISIC	Clasificación Internacional Industrial Estandarizada de todas las actividades económicas
LCD	Pantalla de cristal líquido
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MTD	Mejor tecnología disponible
MTP	Mejor tecnología posible
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OIRH	Ordenamiento Integrado de recursos hídricos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PIB	Producto Interno Bruto
PMD	Países menos desarrollados
PYME	Pequeñas y Medianas Empresas
RAI	Retorno a la inversión
RAP	Responsabilidad ampliada del productor
REASQ	Registro, Evaluación y Autorización de sustancias químicas
REIE	Retorno energético sobre la inversión en energía
RSP	Restricción de Sustancias Peligrosas
SST	Seguridad y Salud en el Trabajo
UE ETS	Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea
VAP	Volumen de alta producción
WBCSD	Espacio Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible

Mensajes clave

1. Tal y como se concibe en la actualidad, la industria manufacturera tiene un impacto importante en la economía, el medio ambiente y la salud humana. La manufactura es responsable de alrededor del 35 por ciento del consumo de energía eléctrica en el mundo, de más del 20 por ciento de emisiones de CO₂ y de más de una cuarta parte de la extracción de recursos primarios. Junto con las industrias de extracción y construcción, en la actualidad, la manufactura genera el 23 por ciento del empleo en todo el mundo. También es responsable de más del 17 por ciento de los daños a la salud relacionados con la contaminación del aire. Las estimaciones de los daños totales por contaminación del aire oscilan entre el uno y el cinco por ciento del Producto Interno Bruto (PIB).

2. La escasez de recursos clave -incluyendo las reservas petroleras fácilmente recuperables, los minerales metálicos y el agua- supondrá un desafío para el sector. Conforme las industrias recurren a minerales de baja ley o concentración, se requiere de mayor energía para extraer el contenido útil de esos metales. Tanto el reciclaje como la recuperación mejorada se convertirán gradualmente en factores determinantes para el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental. Lo mismo podría decirse para el consumo industrial del agua, el cual se espera que tenga un crecimiento de más del 20 por ciento de la demanda global total en 2030.

3. Existen oportunidades ventajosas, si las industrias manufactureras persiguen enfoques basados en ciclos de vida, introducen la eficiencia de recursos y mejoras a la productividad. Esto requiere de enfoques por el lado de la oferta y la demanda, desde el rediseño de productos y sistemas hasta el uso de tecnologías más limpias y producción en ciclo cerrado. Por ejemplo, si la vida de todos los productos manufacturados se extendiera en un 10 por ciento, el volumen de los recursos extraídos podría reducirse en un porcentaje similar. Los costos de control de la contaminación al final del proceso se pueden reducir mediante enfoques de gestión de la producción más limpios, una mejor selección de materias primas, y tecnologías más ecológicas que reduzcan las emisiones e integren a los subproductos o productos no deseados en la cadena de valor de la producción. Con el uso de equipo de producción alternativa, procesos e insumos, los retornos de inversión pueden ser sustanciales y con periodos de amortización relativamente cortos.

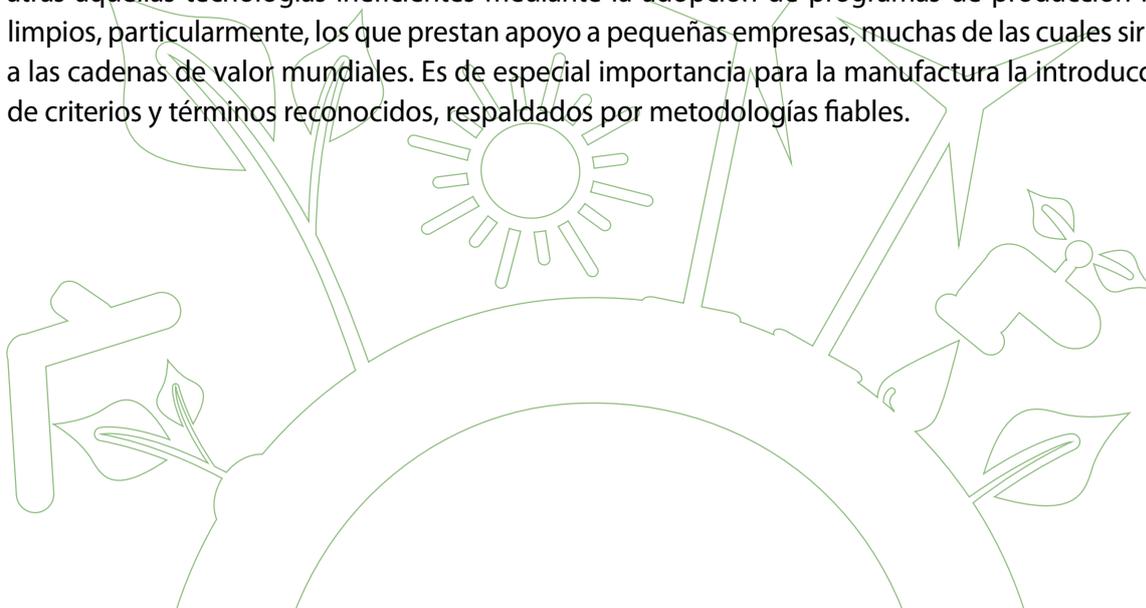
4. Los componentes clave de una estrategia por el lado de la oferta incluyen la remanufactura, por ejemplo, de componentes de vehículos; y el reciclaje de residuos de calor, mediante instalaciones de cogeneración. La producción de ciclo cerrado extiende la vida útil de los bienes manufacturados, de tal forma que los bienes renovados estén disponibles para su reutilización, con lo que se reduce la necesidad de materiales vírgenes. La reparación, el reacondicionamiento,

la remanufactura y el reciclaje son actividades de uso intensivo de mano de obra y requieren una inversión en capital relativamente pequeña. Actualmente, las operaciones de remanufactura en el mundo ahorran alrededor de 10.7 millones de barriles de petróleo cada año, o el equivalente a la cantidad de electricidad generada por cinco plantas de energía nuclear.

5. Aunque los efectos directos del enverdecimiento de la producción sobre el empleo pueden ser neutros o pequeños, los efectos indirectos son significativamente mayores. El proceso de manufactura se ha automatizado cada vez más y se ha vuelto más eficiente, lo que ha provocado pérdida de empleos. Esta situación puede ser contrarrestada por enfoques basados en ciclos de vida y producción secundaria, por ejemplo, en la forma de reciclaje, con el fin de asegurar empleos en los que la existencia de condiciones de trabajo dignas y seguras son de suma importancia.

6. La modelación de escenarios de inversión verde para la manufactura sugiere que se pueden alcanzar mejoras considerables en términos de eficiencia energética. Para 2050 las proyecciones indican que la industria podría prácticamente ‘desacoplar’ el consumo de energía del crecimiento económico, sobre todo, en aquellas industrias que emplean un uso intensivo de energía. La inversión verde aumentaría el nivel de empleo en el sector. El seguimiento de los progresos alcanzados requiere que los gobiernos recopilen mejores datos sobre la eficiencia de los recursos industriales.

7. La innovación debe estar acompañada de una reforma reglamentaria, nuevas políticas e instrumentos económicos, con el fin de ampliar las mejoras en la eficiencia de recursos y permitir el uso de la energía. Los gravámenes asociados al medio ambiente, incluyendo los impuestos sobre el carbono, serán necesarios para garantizar que los productores incluyan los costos de las externalidades en su cálculo de fijación de precios. Teniendo en cuenta que la manufactura no es una industria uniforme, los gobiernos deben considerar enfoques que contemplen la realidad de industrias específicas y de sus cadenas de valor, las cuales a menudo se extienden, a menudo, lo largo de las economías nacionales. Los gobiernos también se enfrentan al desafío de encontrar qué combinaciones de políticas y mecanismos reguladores se adaptan mejor a las circunstancias nacionales. Los países en vías de desarrollo cuentan con un fuerte potencial para dejar atrás aquellas tecnologías ineficientes mediante la adopción de programas de producción más limpios, particularmente, los que prestan apoyo a pequeñas empresas, muchas de las cuales sirven a las cadenas de valor mundiales. Es de especial importancia para la manufactura la introducción de criterios y términos reconocidos, respaldados por metodologías fiables.



1 Introducción

Los productos manufacturados son un elemento clave del consumo humano, ya sea bienes terminados o semi-terminados. Los procesos de manufactura son una etapa clave en el ciclo de vida del uso de materiales, la cual comienza con la extracción del recurso natural y concluye con su desecho final. Las industrias básicas como la del cemento, el aluminio, los productos químicos y el acero, suministran los bienes semi-terminados o intermedios, que son utilizados para construir casas, autos, y otros aparatos usados en la vida diaria. Otros sectores industriales producen bienes terminados como la ropa, pieles, productos químicos finos, productos eléctricos y electrónicos.

En *Nuestro Futuro Común* (*Our Common Future*, 1987), la Comisión Brundtland previó que las operaciones industriales que son más eficientes en el uso de recursos, y que generan menos contaminación y residuos, se basan en el uso de recursos renovables, además de que minimizan efectos irreversibles en la salud del ser humano y en el medio ambiente. Esta visión se convirtió en el punto de referencia para conceptos como Producción Más Limpia (*Cleaner Production*), que fue promovida por el PNUMA y otros organismos a partir de la década de 1980. Esto continúa siendo un reto para las industrias manufactureras en todo el mundo al poner el énfasis en la necesidad de un cambio fundamental en el que el propósito de la manufactura de productos y sus efectos colaterales se vuelvan una fuente de inspiración para el rediseño y una producción beneficiosa (Braungart & McDonough, 2008).

Con el objeto de implementar una estrategia de uso sostenible de los recursos naturales basada en un ordenamiento integrado de estos y en la eficiencia de los mismos, son necesarias las intervenciones en materia de políticas complementadas por iniciativas voluntarias en cada etapa del ciclo de vida de producción y uso. El equilibrio entre las intervenciones en las fases iniciales (*upstream*) y finales (*downstream*) es un tema de debate político. Por ejemplo, las intervenciones iniciales, en la etapa de extracción mineral o en la tala de bosques, para minimizar los efectos ambientales adversos o para cobrar el pago adecuado a los usuarios por el agotamiento o apropiación de las rentas de los recursos, tendría como resultado el incremento de los precios para empresas manufactureras.

Las políticas intervencionistas dirigidas a las empresas manufactureras con el fin de reducir la contaminación del aire y el agua, salvaguardar la salud de la exposición de químicos tóxicos, y reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), pueden conducir al aumento de los costos por el uso de recursos de entrada. Estas políticas, en conjunto

con otras medidas, pueden convertirse en extraordinarios agentes impulsores que alienten a las empresas manufactureras a volverse más eficientes en el uso de energía y los recursos naturales. Las medidas encaminadas a mejorar el rendimiento de los mercados de materias primas secundarias y a fomentar el reciclaje pueden ayudar a mejorar el desarrollo de las compañías manufactureras para reducir el uso de materias primas vírgenes. Todas estas son partes integrantes para acercarnos a la visión descrita en *Nuestro Futuro Común*.

1.1 Estructura del capítulo

El capítulo se inicia con un breve esbozo de la manufactura mundial y su importancia para las economías de los países en vías de desarrollo. A continuación, se explican las opciones de las ramas manufactureras, las cuales son el enfoque principal del capítulo; las presiones ambientales asociadas a ellas, las tendencias recientes en el desacoplamiento del crecimiento económico de esas presiones y, finalmente, una definición de manufactura verde.

La Sección 2 describe los costos asociados al fracaso de la implementación de una estrategia de enverdecimiento del sector manufacturero. Estos costos están relacionados con el agotamiento excesivamente rápido de los recursos naturales, lo que podría afectar negativamente el crecimiento económico futuro, las externalidades negativas de la contaminación industrial del aire y el uso de sustancias peligrosas.

La Sección 3 describe una serie de enfoques estratégicos para fomentar la manufactura verde, entre los que se encuentran inversiones en innovación, tecnologías de energía más limpias, eficiencia de recursos y una transición hacia empleos verdes. Esto incluye una *estrategia por el lado de la oferta*, que considera el rediseño de tecnologías y procesos empleados en los principales subsectores de uso intensivo de materiales del sector manufacturero incluyendo, cuando sea factible, la manufactura de ciclo cerrado. También incluye una *estrategia por el lado de la demanda* para cambiar la composición de la misma, tanto dentro de la misma industria como de los usuarios finales.

En la Sección 4, se argumenta que existen muchas oportunidades para inversiones que pueden disminuir los costos reduciendo el uso del agua, energía y materiales. A escala micro, esto puede traducirse en un incremento de la rentabilidad si la tasa de retorno de esa inversión

es mayor que la de una inversión alternativa. Esta sección ofrece numerosos ejemplos de inversiones verdes, destacando en particular sus efectos en el ahorro de energía, la reducción de emisiones de CO₂, el ahorro de agua y la creación de empleos. Sin embargo, el proceso de transición puede retrasarse por un problema de aprisionamiento, debido al uso intensivo de capital en parte de muchos procesos manufactureros y a los largos periodos de vida de las instalaciones.

La Sección 5 presenta los resultados del análisis cuantitativo basado en un modelo realizado para este estudio, el cual muestra cómo invirtiendo en la mejora de la eficiencia de recursos en la manufactura puede ser rentable para las empresas e incrementar el nivel de empleo al mismo tiempo que reduce la presión ambiental. A escala macro puede significar un PIB más alto y un mayor nivel de calidad en los servicios ambientales.

En la Sección 6, se discuten las condiciones que permitirían una transformación verde de la manufactura. Los diferentes tipos de medidas de política son discutidos con detalle. Dentro de éstas se incluyen mecanismos reguladores y de control; instrumentos de mercado o económicos; instrumentos e incentivos fiscales; la acción voluntaria, y la información y construcción de capacidades.

1.2 La manufactura en la economía mundial

A lo largo del siglo XX el crecimiento del sector manufacturero fue extraordinario. Por ejemplo, la producción mundial de acero se incrementó por un factor de seis, entre 1950 y 2000, alcanzando más de 1,200 millones de toneladas métricas (World Steel Association, 2009). La producción de aluminio se duplicó entre 1980 y 2005 (USGS, por sus siglas en inglés, 2009). El crecimiento de la producción industrial ha venido acompañado de una mayor presión sobre el medio ambiente. El sector industrial es responsable de más de un tercio del uso global de electricidad, y de más de la quinta parte de las emisiones de CO₂ (AIE, 2008; WRI, por sus siglas en inglés, 2007).

El sector manufacturero ha sido un motor de crecimiento económico general para los países en vías de desarrollo desde 1995. Durante este periodo, el PIB de los países en vías de desarrollo casi se duplicó. En 2009, el Valor Agregado Manufacturero (MVA, por sus siglas en inglés) creció en un 2.5 por ciento, mientras que en algunos de los principales países industrializados cayó en más del 10 por ciento (UNIDO por sus siglas en inglés, 2010). Tras el inicio de la crisis financiera mundial de 2008, la producción industrial cayó drásticamente en 2009 en muchos países dependientes de las exportaciones manufactureras. Un artículo publicado en la portada de *The Economist* (2009) titulado El colapso de la Producción, apuntó

los desafíos a los que los gobiernos se enfrentan al ocuparse de los, variados y siempre cambiantes, problemas en las industrias manufactureras del mundo. Por lo general, los gobiernos se muestran lentos en el diseño y modificación de los programas del sector.

En cualquier caso, la crisis financiera reciente enfatizó un cambio amplio en el posicionamiento de los centros de manufactura que abastecen a las cadenas de valor en el mundo. La contribución del sector manufacturero al PIB en los países en vías de desarrollo se incrementó casi en un 22 por ciento en 2009, en comparación con el 18 por ciento de 1990 (UNIDO, 2010). En términos generales, la industria (excluyendo la agricultura y el sector de servicios, pero incluyendo a las industrias manufacturera, extractiva y de construcción) representó aproximadamente el 23 por ciento del empleo en el mundo, lo que equivale a más de 660 millones de empleos en 2009, y un crecimiento de más de 130 millones de puestos de trabajo a partir de 1999 (ILO, 2011). Las industrias de productos químicos, hierro y acero, papel y celulosa, generan los ingresos más altos dentro del sector manufacturero. Sin embargo, en términos del nivel de empleo, el sector textil (de gran importancia en los países menos desarrollados y en vías de desarrollo); y el sector de metales básicos, de gran importancia para países en transición y en vías de desarrollo, son líderes representando cada uno entre el 20 por ciento y el 25 por ciento del empleo mundial en el sector manufacturero (ILO, 2010).

1.3 Alcance y definición

Este capítulo se enfoca en aquellos subsectores de la manufactura de uso intensivo de energía o alto consumo de recursos naturales. Excluye tanto la generación de energía, como los productos alimenticios y refinados del petróleo, que son tratados en los capítulos 'Energía renovable' y 'Agricultura'. En este capítulo se presta especial atención a los siguientes subsectores de la manufactura:

- Hierro y acero (ISIIC, por sus siglas en inglés 241)
- Cemento (ISIC 239)
- Químicos y productos químicos (ISIC 20)
- Pulpa y papel (ISIC17)

¹ La *Clasificación Internacional Industrial Uniforme* (CIIU), Revisión 4 (United Nations, 2008) divide a la manufactura en 24 divisiones, las cuales se encuentran a su vez divididas en numerosos grupos y clases. Las actividades discutidas en este capítulo incluyen aquellas que han sido encontradas en todas o algunas de las ocho divisiones del CIIU. Entre las industrias manufactureras no discutidas de manera explícita en este capítulo se encuentran las de productos de vidrio, cerámica, y madera, y la maquinaria. Este capítulo debe ser leído en conjunto con los capítulos 'Energía renovable', 'Construcción', 'Bosques', 'Residuos' y 'Agua' del *Informe sobre Economía Verde* (GER).

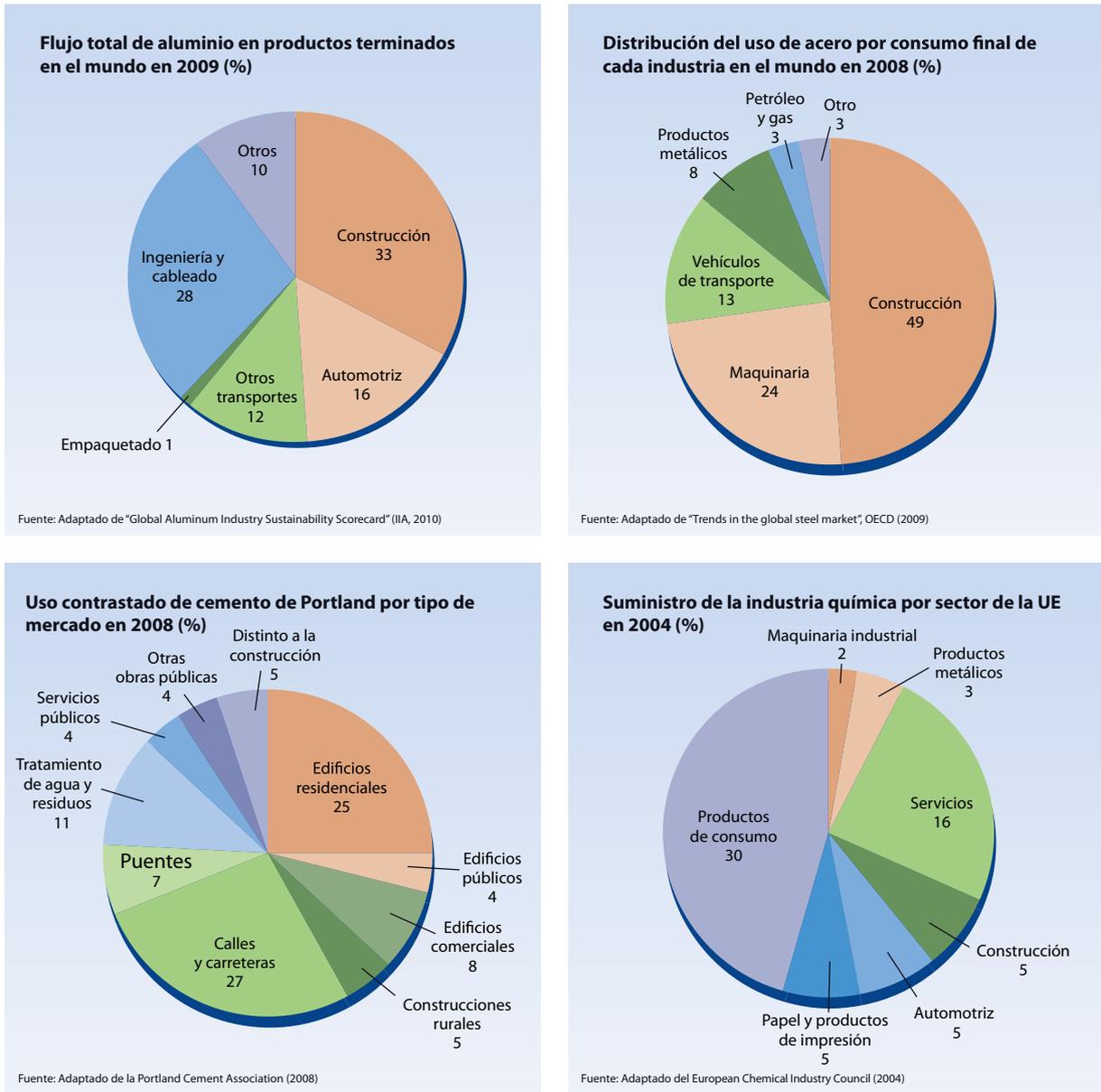


Figura 1: Suministros de la producción primaria y sus productos finales

- Aluminio (ISIC 242)
- Textil y piel (ISIC 13 + 15)
- Productos electrónicos y eléctricos (ISIC 26 + 27)

A lo largo del análisis de los subsectores arriba señalados se debe tener en cuenta que la manufactura no es un sector uniforme y que la dispersión geográfica en sus cadenas de valor es parte de la complejidad a la que se enfrenta esta industria. La Figura 1 ilustra hacia dónde se dirigen los productos de algunas de las industrias detalladas anteriormente. El desglose indica los productos finales, tales como inmuebles, vehículos y productos de consumo con los que los usuarios finales están familiarizados por el uso que les dan en sus vidas cotidianas. El

desglose también señala los grupos de consumo intensivo de recursos relacionados con la vivienda y el transporte (véanse los capítulos ‘Construcción’ y ‘Transporte’). Esto es un recordatorio de los conocimientos para seguir un enfoque de cadena de valor, considerando las innovaciones verdes iniciales y finales. Se podría argumentar que el punto de partida para la intervención verde debe ser el diseño, ya que el costo de producción de la mayoría de los negocios se determina en la fase de diseño inicial. En este capítulo serán consideradas una serie de opciones tanto iniciales como finales.

En términos de emisiones de CO₂, las secciones de la manufactura abordadas en este capítulo representan el 22 por ciento de las emisiones globales. Las industrias del acero, hierro, cemento y productos químicos son

responsables de la mayor parte de las emisiones, mientras que la industria textil y la peletería pueden generar externalidades negativas si sus aguas residuales no se tratan de la forma adecuada. Las industrias de bienes eléctricos y electrónicos juegan un papel crucial en la economía mundial con 18 millones de empleos (ILO, 2007), y representan el mayor crecimiento en la actualidad en el sector manufacturero. Estas industrias también tienen efectos dañinos sobre el medio ambiente si los metales y químicos peligrosos no son cuidadosamente gestionados durante la producción y la fase de desechos final.

Históricamente, el PIB ha tenido un crecimiento más acelerado que los insumos materiales, energéticos y de mano de obra necesarios para producirlo. Esto se ha debido a la combinación de un cambio estructural, conforme los sectores de consumo de servicios han crecido más rápido que el consumo de materiales; a la par de un cambio técnico, que ha reducido los insumos de materiales y de mano de obra (por ejemplo, la automatización) por unidad de producción; y a políticas ambientales más estrictas que han elevado el costo de utilización de algunos insumos altamente contaminantes. Esto ha resultado, entre otras cosas, en un desacoplamiento *relativo* de los recursos de entrada, y un desacoplamiento *absoluto* de algunas de las presiones ambientales asociadas. Todavía, las ganancias en la eficiencia de recursos han sido contrarrestadas por el crecimiento económico y demográfico. Las emisiones globales, el consumo energético y el uso de materiales continúan creciendo a pesar de la disminución de las emisiones, del uso energético y de materiales por unidad de producción. Sin un desacoplamiento *absoluto*, el crecimiento económico continuo implica altas demandas de energía y recursos, a niveles que ponen en riesgo la salud de nuestra base de recursos naturales.

El enverdecimiento de la manufactura es esencial ante cualquier esfuerzo por desacoplar las presiones ambientales desde el crecimiento económico. La manufactura verde difiere de la convencional porque la primera bus-

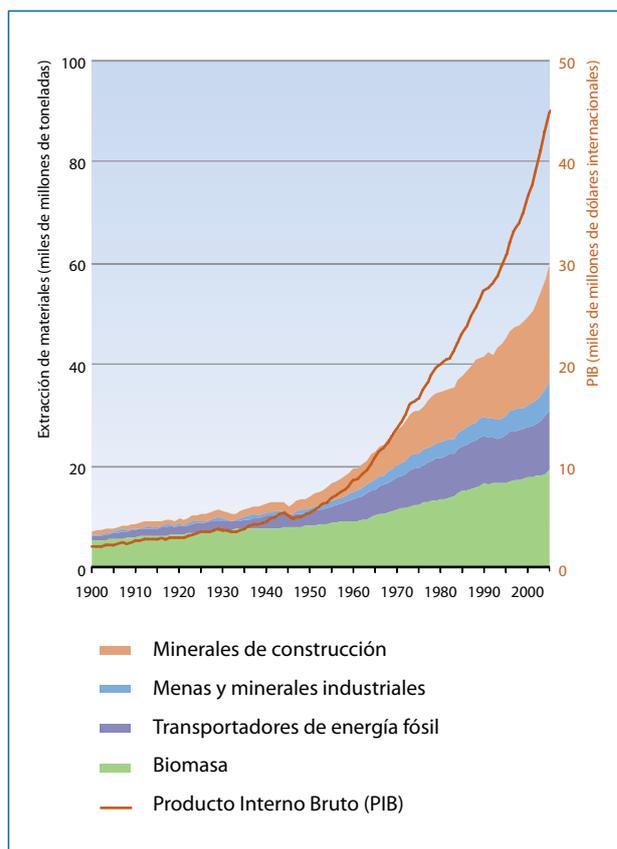


Figura 2: Extracción de materiales en el mundo en miles de millones de toneladas, 1900-2005. La producción industrial impulsa la mayor parte de las extracciones de minerales, así como partes significativas de la biomasa y la construcción.
Fuente: Krausmann et al. (2009)

ca disminuir la cantidad de recursos naturales necesarios para producir bienes finales mediante una mayor cantidad de procesos de producción de uso eficiente de energía y recursos, que a su vez reducen las externalidades negativas asociadas con los residuos y la contaminación. Esto incluye un transporte y una logística más eficientes, que a su vez pueden representar un porcentaje significativo del impacto ambiental total de los productos manufacturados.

2 Retos: los riesgos y costos de la no actuación

La nueva realidad económica de las industrias manufactureras en la actualidad incluye cambios estructurales clave, tales como una producción globalizada con oferta y demanda transnacional, un fuerte crecimiento en Asia (destacando China) y un incremento en los precios de las materias primas. El siguiente análisis se enfoca en los retos derivados por la escasez de recursos naturales, en los costos externos de la contaminación del aire, así como en los riesgos asociados con sustancias peligrosas y residuos.

2.1 Escasez de recursos naturales

La escasez de recursos es una amenaza latente para el crecimiento económico futuro y un verdadero desafío para las industrias manufactureras, especialmente la escasez de agua dulce, petróleo y gas, y algunos metales. Un abastecimiento seguro de recursos tiene que estar respaldado por ecosistemas saludables, cuya vitalidad depende de la biodiversidad. El informe TEEB para las empresas (TEEB, 2012) ha enfatizado lo que se ha llamado como 'impactos y dependencias' de la industria manufacturera en la biodiversidad y en los servicios ecosistémicos, reflejando la huella de las instalaciones industriales y la contaminación derivadas de los procesos

de producción, así como el papel de los proveedores de materias primas o bienes semi-terminados. A menudo, estas asociaciones son complejas y específicas de cada sector. En el caso del impacto directo y la dependencia en la biodiversidad, entre las industrias más implicadas se incluyen la industria de la pulpa y el papel, así como las industrias de textiles y peleterías. Si se considera una alta dependencia de servicios ecosistémicos específicos, entonces se apunta a una amplia gama de industrias. Estas se enfrentan a dependencias que plantean riesgos asociados con las operaciones, los mercados, las finanzas, las regulaciones y la reputación. Un riesgo operacional claro es el de una mayor escasez y el costo de los recursos naturales.

El uso de suelo es un problema principalmente relacionado con la agricultura y la producción alimenticia, más que con la producción industrial (PNUMA, 2010a). La excepción podría ser la producción futura de biomasa con propósitos energéticos y de suministro de materias primas en la industria. La industria enfrenta un desafío importante respecto al agua en algunos países o regiones, aunque es responsable, al menos, del diez por ciento del consumo de agua en el mundo. La agricultura domina con el 70 por ciento del gasto de agua, seguida del sector energético y el uso doméstico, con un diez por ciento cada uno (UNESCO, 2009).

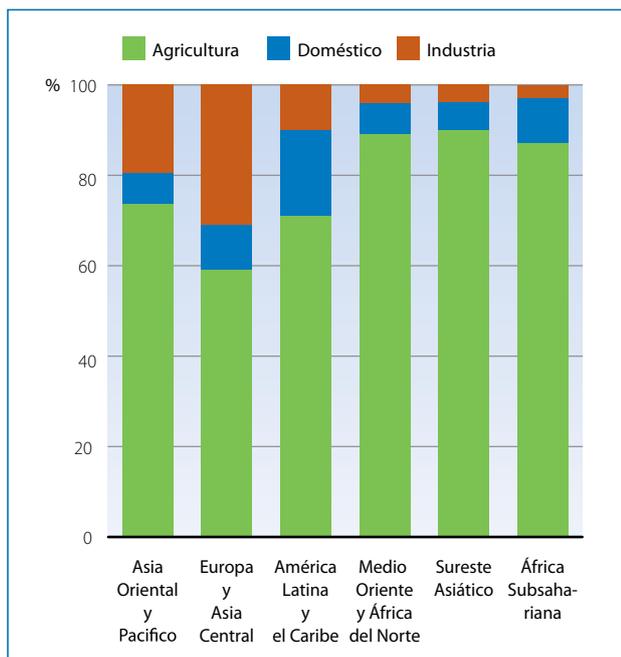


Figura 3: Demanda de agua para uso final por región

Fuente: World Bank (2008)

Debido al alto crecimiento esperado de la producción industrial se espera que el **consumo de agua** de la industria crezca a más del 20 por ciento de la demanda total mundial para 2030 (2030 Water Resources Group, 2009). Al mismo tiempo, para ese mismo año se proyecta un déficit potencial de agua en el mundo del 40 por ciento respecto a la demanda prevista, en comparación con el suministro máximo sostenible. El grado con el que la industria impulsa la demanda de agua se diferencia en gran medida según la región y el tipo de cuenca fluvial (World Bank, 2008; Figura 3). Las implicaciones de lo anterior son las siguientes: las industrias que operan en regiones con escasez de agua, o en regiones en donde la demanda industrial de agua es relativamente importante en comparación con otro tipo de demanda de agua, deben mejorar su productividad de recurso o trasladarse a lugares con mayor abundancia de agua. Esto es particularmente cierto para las industrias de alto consumo, como las del papel y la pulpa de celulosa, los textiles y peleterías, y la industria del acero.

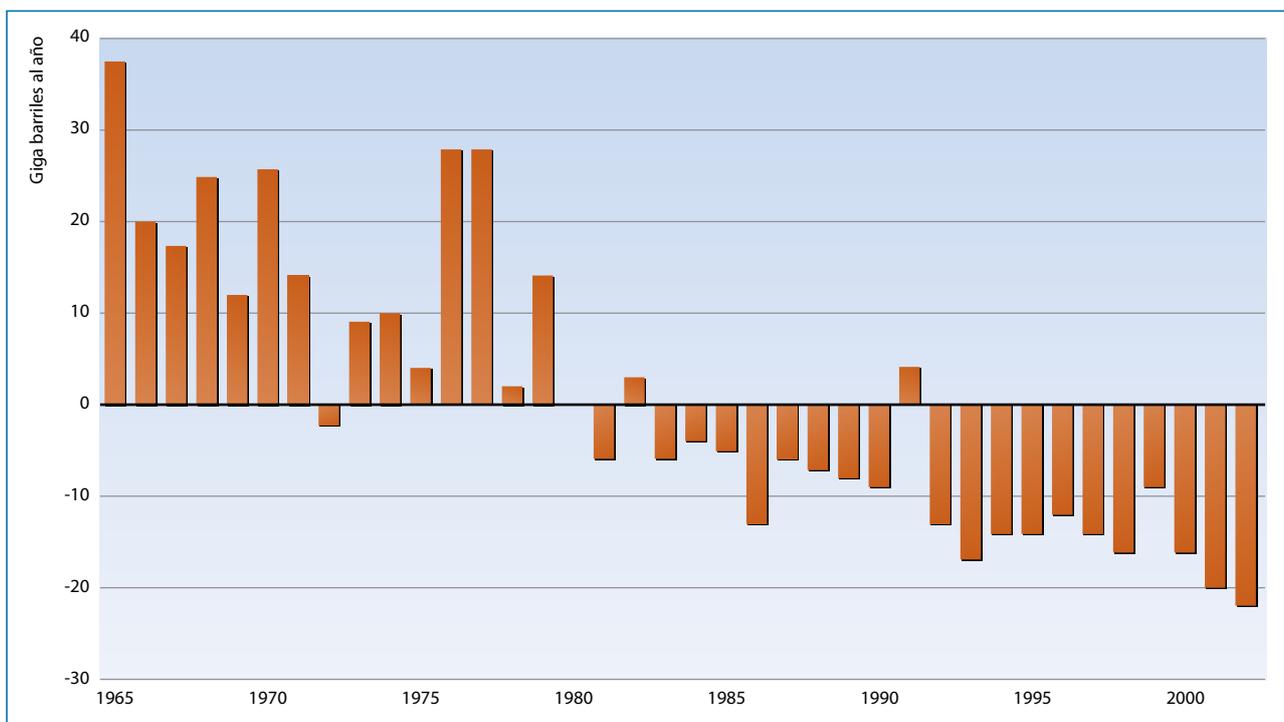


Figura 4: Tendencia de la tasa de descubrimiento de petróleo, 1965-2002

Fuente: Heinberg (2004)

La demanda de agua de la industria (y por parte del sector de la energía eléctrica) compite cada vez más con los niveles de demanda de agua de la agricultura y los consumidores urbanos. Adicionalmente, lo anterior tiene que estar equilibrado con la demanda de agua de los ecosistemas y la biodiversidad. El tratamiento de agua es un requisito previo necesario para el uso industrial (o a nivel consumidor) del agua. Cerca de la mitad del consumo industrial de agua es para propósitos de enfriamiento y, aproximadamente una quinta parte de esta agua, se pierde en forma de vapor; sin embargo, las otras cuatro quintas partes pueden ser empleadas en las fases finales de desechos para otros propósitos (aunque la descarga de agua caliente puede ser perjudicial para los ecosistemas acuáticos).

La mejor forma de reducir la pérdida de agua por el enfriamiento de las enormes instalaciones de las centrales de energía es encontrándole usos productivos al calor. Esta estrategia, llamada de cogeneración o producción de energía y calor combinada (ECC), es aplicable en las zonas urbanas, parques industriales e inmuebles en general, pero su desarrollo generalizado requiere un cambio importante en la estructura de la red de energía eléctrica.

Otros usos industriales del agua incluyen el enfriamiento de coque caliente o lingotes de acero al rojo vivo, despulpado de madera, lavado, enjuague y teñido de textiles; y curtido de la piel y acabado de superficies de metales (incluyendo la galvanoplastia), entre otros. Estos usos dejan algunas veces residuos contaminantes y

tóxicos que necesitan ser tratados (lo que requiere un uso extra de agua), y cuyos costos, en muchos casos, no se reflejan en los costos de producción.

Las reservas de petróleo fácilmente recuperable están disminuyendo, la estimulación de innovaciones tecnológicas para la extracción de crudo de yacimientos submarinos y fuentes no convencionales, como las arenas petrolíferas y de alquitrán, y el gas natural derivado del esquisto (mineral bituminoso), son sustitutos cercanos para muchos de los usos del petróleo. Desde principios de la década de los ochenta la cantidad de petróleo nuevo descubierto cada año ha sido menor que la cantidad extraída y empleada (Figura 4). El pico de producción máximo es solo una cuestión de tiempo. No obstante, las fuerzas del mercado a través del incremento de precios pueden reducir la demanda e incrementar el uso de sustitutos, lo que causaría que la demanda alcance su nivel más alto antes que la oferta. Se pronostica que el pico de producción de petróleo podría llegar en 20 años o más en el futuro. Sin embargo, hay quienes sostienen que ya se ha alcanzado dicho máximo (Campbell, 2004; Campbell & Laherrère, 1998; Heinberg, 2004; Strahan, 2007).

La energía y otros costos asociados al reemplazo de la exploración del petróleo y desarrollo van en aumento. El retorno energético a la inversión en energía (REIE) del petróleo descubierto en la década de 1930 y 1940 fue de aproximadamente 110, pero el del petróleo producido en la década de los setenta se ha estimado que fue de 23, mientras que para el nuevo petróleo descu-

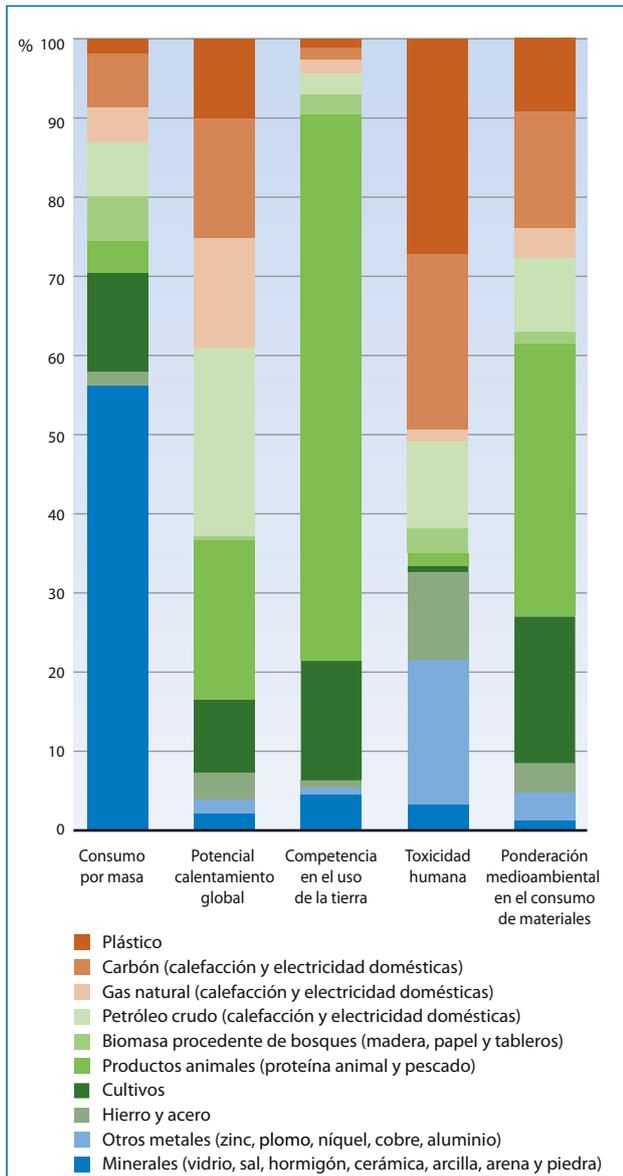


Figura 5: Contribución relativa por grupo de materiales a los problemas ambientales (UE-27 + Turquía)

Fuente: UNEP (2010b)

bierto en esa década fue de solo ocho (Cleveland et al., 1984). Hace décadas se requería solo del uno por ciento de la energía del petróleo descubierto para perforar, refinar y distribuir, pero desde entonces el REIE ha disminuido de manera drástica. En el caso del petróleo de aguas profundas, el REIE no está por encima de 10. Para el caso de las arenas de alquitrán canadienses, el REIE parece ser solamente de tres, lo que significa que una cuarta parte de la energía útil extraída es necesaria para la misma extracción. Estos costos se reflejan en el aumento de los precios del petróleo (y del gas, que es un sustituto parcial) y son un signo de la creciente escasez de petróleo.

Los minerales metálicos de alta calidad también se han ido agotando gradualmente (OECD, 2008). Si bien la escasez absoluta no se percibe aún como un problema in-

mediato para la mayoría de los metales, los indicadores sobre la expectativa de vida de las reservas (más información en las Tablas 1 y 2) indican que deben usarse más los minerales de baja concentración. Sin embargo, para esto es necesario el uso de más energía para extraer el contenido metálico útil, con lo que se contribuye marginalmente a las emisiones de GEI. Y aunque los metales parecen encontrarse en cantidades considerables en nuestras economías, un informe del Panel de Recursos del PNUMA sobre metales ha señalado la oportunidad para mejorar sustancialmente los índices de reciclaje (UNEP, 2010a). Metales como el hierro y el acero, el cobre, el aluminio, el plomo y el estaño disfrutaron de índices de reciclaje que varían entre el 25 y el 75 por ciento en el mundo, con índices mucho más bajos en algunos países en vías de desarrollo.

Tasas de recuperación y reciclaje desarrolladas también son importantes para los metales especializados de alta tecnología que son empleados en la fabricación de componentes clave para distinto tipo de productos, desde turbinas de viento y paneles fotovoltaicos hasta paquetes de baterías de vehículos híbridos, celdas de combustible y sistemas de iluminación de energía eficiente (UNEP, 2010a). Respecto a la disponibilidad de metales críticos, la UE publicó en 2010 una lista de 14 metales críticos o grupos de metales que son importantes para sus economías, donde los suministros pueden resultar negativamente afectados por la escasez o por tensiones políticas (Graedel, 2009).

Contra este escenario, los sectores de uso intensivo de recursos enfrentan una multitud de desafíos. En primer lugar, las economías en un pleno proceso de industrialización están construyendo con rapidez su propia infraestructura y requiriendo grandes cantidades de recursos. Es muy probable que la competencia por el acceso a esos recursos aumente. En segundo lugar, los minerales metálicos de alta calidad se están agotando gradualmente. Esto conduce al uso de minerales de baja concentración, que precisan mucha más energía para extraer su parte metálica útil. En tercer lugar, la extracción de recursos puede tener efectos importantes en los ecosistemas y el paisaje a escala local. Mitigar estos efectos mediante políticas ambientales o iniciativas industriales pueden incrementar el costo de extracción. En cuarto lugar, existen riesgos en la seguridad en el suministro y volatilidad de los precios.

No todos los sectores de la producción industrial resultan afectados de igual manera por estos desafíos, y no todos los materiales tienen la misma importancia en términos del impacto económico y ambiental. Esto se ilustra en la Figura 5, que combina información sobre el uso físico de los materiales en Europa con los impactos del ciclo de vida ambiental por kilogramo de material (UNEP, 2010b). Muchos minerales que predominan en

	MUNDIAL			OECD			BRIICS*			RdM**		
	Tipo de cambio			Tipo de cambio			Tipo de cambio			Tipo de cambio		
	2002	1980-2002	2002-2020	2002	1980-2002	2002-2020	2002	1980-2002	2002-2020	2002	1980-2002	2002-2020
Cantidades extraídas (miles de millones de toneladas)												
Total	55.0	36%	48%	22.9	19%	19%	17.7	67%	74%	14.4	35%	63%
Minerales metálicos	5.8	56%	92%	1.8	41%	70%	2.2	110%	100%	1.9	30%	104%
Transportistas de energía fósil ^a	10.6	30%	39%	4.1	12%	6%	3.7	58%	59%	2.9	31%	60%
Biomasa ^b	15.6	28%	31%	4.5	11%	6%	5.9	49%	33%	5.2	25%	50%
Otros minerales ^c	22.9	40%	54%	12.6	21%	21%	5.9	81%	115%	4.4	58%	63%
Per cápita (tonelada/cápita)												
Total	8.8	-4%	22%	20.0	0%	8%	6.0	19%	51%	6.7	-16%	20%
Minerales metálicos	0.9	11%	58%	1.5	19%	54%	0.7	51%	73%	0.9	-19%	51%
Transportistas de energía fósil ^a	1.7	-8%	14%	3.6	-6%	-4%	1.3	13%	38%	1.3	-18%	18%
Biomasa ^b	2.5	-9%	8%	3.9	-6%	-4%	2.0	7%	15%	2.4	-22%	11%
Otros minerales ^c	3.7	-1%	27%	11.0	2%	10%	2.0	30%	86%	2.0	-2%	21%
Por unidad de GDP (tonelada/1,000\$ US^d)												
Total	1.6	-26%	-14%	0.8	-33%	-24%	4.6	-35%	-32%	4.5	-21%	-26%
Minerales metálicos	0.2	-15%	11%	0.1	-20%	9%	0.6	-18%	-23%	0.6	-24%	-8%
Transportistas de energía fósil ^a	0.3	-29%	-19%	0.1	-37%	-32%	1.0	-38%	-38%	0.9	-24%	-28%
Biomasa ^b	0.4	-30%	-24%	0.2	-37%	-32%	1.5	-42%	-48%	1.6	-27%	-32%
Otros minerales ^c	0.6	-24%	-11%	0.4	-32%	-22%	1.5	-29%	-17%	1.4	-8%	-26%

Notas: a. Crudo, carbón, gas natural, turba. b. Cosecha agrícola y tala de bosques, capturas marinas, pastoreo. c. Minerales industriales y de construcción. d. Constantes de 1995 en dólares. * BRIICS = Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Suráfrica ** RdM = Resto del mundo

Tabla 1: Extracciones mundiales de recursos, por principales grupos de recursos y regiones

Fuente: (OECD, 2008)

Minerales metálicos ^a	1999 reservas (toneladas)	1997-99 producción promedio primaria anual (toneladas)	Expectativa de vida en años ^b , a tres tasas de crecimiento en la producción primaria ^b			Crecimiento promedio anual de producción 1975-99 (%)
			0%	2%	5%	
Aluminio	25 x 10 ⁹	123.7 x 10 ⁶	202	81	48	2.9
Cobre	340 x 10 ⁶	12.1 x 10 ⁶	28	22	18	3.4
Hierro	74 x 10 ¹²	559.5 x 10 ⁶	132	65	41	0.5
Plomo	64 x 10 ⁶	3,070.0 x 10 ³	21	17	14	-0.5
Níquel	46 x 10 ⁶	1,133-3 x 10 ³	41	30	22	1.6
Plata	280 x 10 ³	16.1 x 10 ³	17	15	13	3
Estaño	8 x 10 ⁶	207.7 x 10 ³	37	28	21	-0.5
Zinc	190 x 10 ⁶	7,753.3 x 10 ³	25	20	16	1.9

Notas: a. Para metales diferentes del aluminio, las reservas se miden en términos del contenido metálico. Para el aluminio, las reservas se miden en términos de mineral de bauxita. b. Con patrones de producción y consumo actuales, las tecnologías y reservas conocidas. c. Las cifras de la expectativa de vida se calcularon antes de que los datos de las reservas y la producción media fueran redondeadas. Como resultado, las expectativas de vida en años (columnas 4, 5, 6) pueden diferir ligeramente de aquellas derivadas de las reservas y la producción promedio (columnas 2 y 3).

Tabla 2: Expectativas de vida de reservas mundiales de minerales metálicos seleccionadas

Fuente: OECD (2008)

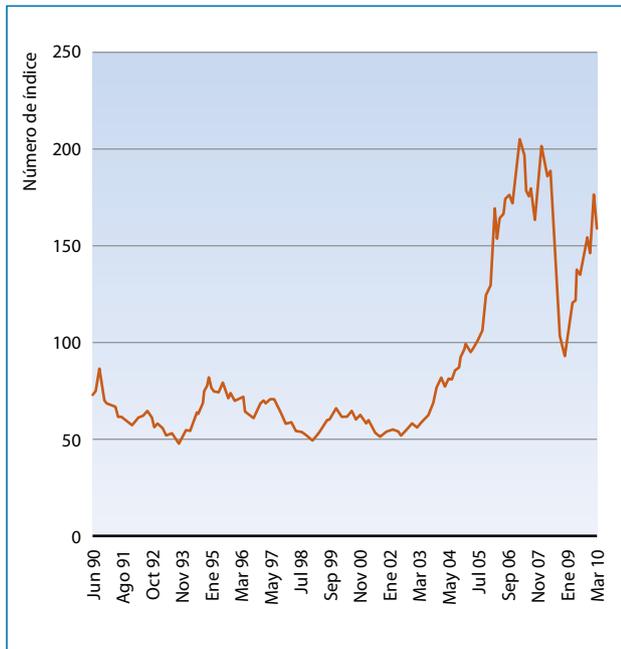


Figura 6: Índice de precios de mercancías metálicas, Junio 1990-Mayo 2010 (2005 = 100), incluye los índices de precio del cobre, aluminio, hierro, estaño, níquel, zinc, plomo y uranio

Fuente: Index Mundi (2010)

el consumo de masas son de importancia marginal para el calentamiento global, la toxicidad humana, el uso de suelo, o un índice integrado de 'Consumo de Material Ecológicamente Ponderado' (*Environmentally Weighted Material Consumption*) (van der Voet, 2005). En realidad, los efectos ambientales son inducidos por combustibles fósiles, sus derivados (como los plásticos) y los materiales bióticos (UNEP, 2010b).

La escasez de recursos -absoluta o relativa, real o percibida- afecta a los precios de las mercancías e insumos de manufactura. Desde mitad de la década a de 2000, los precios de los productos básicos han mostrado una volatilidad creciente, la cual se debe principalmente a una serie de crisis energéticas, financieras y alimentarias. La recesión económica, a su vez, reduce la demanda de petróleo y puede ser seguida por una disminución drástica en su precio, que se vería sobredimensionada por la especulación. De esta forma, la volatilidad de los precios puede inhibir gravemente cualquier inversión verde de largo plazo.

Desde principios de la primera década de 2000, los precios de otros productos básicos, en especial de los metales no ferrosos, han sido sensibles a factores a corto plazo como el crecimiento en China parejo con la recesión en los EE.UU., la depreciación del dólar americano (todas las mercancías son fijadas en dólares americanos) y a la actividad especulativa (Figura 6). En 2008, los precios de los productos básicos superaron récords anteriores de la década de los setenta. Precios más al-

tos inducen la inversión en opciones alternativas, pero la volatilidad excesiva tiende a tener efectos contrarios, debido a que impide una planificación racional.

Es importante diferenciar entre efectos y tendencias a corto y largo plazo. Cuando los precios de los recursos naturales suben debido a que las tendencias a largo plazo de la demanda comienzan a superar las tendencias a largo plazo de la oferta, o cuando los gobiernos internalizan algunos de los costos ambientales de la extracción o uso del recurso natural, la respuesta de los agentes participantes del mercado puede facilitar el proceso de ajuste. Aumentaría la probabilidad de que los manufactureros adopten tecnologías innovadoras que puedan mejorar la eficiencia de los recursos. En la medida en que esto no sea del todo suficiente para absorber el aumento en los costos, el precio de venta de sus productos se incrementará y proporcionará un incentivo para que los consumidores busquen sustitutos menos costosos en el mercado. Mientras, tendrá lugar la exploración y desarrollo de recursos adicionales y los mercados alcanzarán un nuevo equilibrio a precios más altos que estimularán la innovación.

2.2 Los costos externos de la contaminación industrial del aire

La mayor parte de los procesos de manufactura son responsables, en diferentes grados, de la contaminación del aire, el agua y el suelo, lo que generan costos para la sociedad y el medio ambiente que deben ser contabilizados o internalizados y reducidos. Esta sección el foco se encuentra en la contaminación del aire. Además de las emisiones de GEI, las instalaciones industriales liberan contaminantes como partículas en suspensión, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, plomo y otros químicos que reaccionan para formar ozono en el suelo. Estos contaminantes peligrosos del aire pueden causar problemas para la salud de la población y a la seguridad que son bien conocidos y que deterioran los ecosistemas. Algunos estudios han tratado de cuantificar la salud y otros costos de la contaminación del aire. Por ejemplo, se encontró que el costo de la contaminación del aire en China, se estimó en un 3.8 por ciento del PIB, es ocasionado por la creciente industrialización, la cual depende de plantas de energía de carbón y está justificado por el incremento de la población urbana (Wan Y. & Qi, J., 2005; World Bank, 2007). El carbón chino contiene en promedio un 27 por ciento de ceniza y hasta un cinco por ciento de azufre.

En los EE.UU., se estima que el daño derivado de la contaminación del aire, en su mayoría (95 por ciento) en forma de costos de salud, suman entre el 0.7 por ciento y 2.8 por ciento del PIB. Este estimado se basa en los supuestos sobre el valor de la vida en función de la

País	Año	PIB (porcentaje)
China	2008	1.16-3.8
UE	2005	2
Ucrania	2006	4
Rusia	2002	2-5
EE.UU.	2002	0.7-2.8

Tabla 3: Costo de la contaminación del aire por dióxido de sulfuro, dióxido de nitrógeno, y compuestos orgánicos volátiles como porcentaje del PIB

Fuente: Adaptado de Bobylev et al. (2002); Markandya & Tamborra (2005); Mendelsohn & Muller (2007); Strukova et al. (2006); World Bank (2008).

edad, y la relación entre la exposición y la mortalidad (Mendelsohn & Muller, 2007). Los datos de los EE.UU., recabados en 10,000 localidades distintas, son consistentes con los datos europeos. En Europa, los principales responsables de las emisiones de partículas suspendidas en el año 2000 provenían de los sectores de la energía y la electricidad (30 por ciento), el transporte por carretera (22 por ciento), la manufactura (17 por ciento) y la agricultura (12 por ciento) (Krzyzanowski et al., 2005).

Las estimaciones de costo presentadas en la Tabla 3 se basan en los efectos a la salud humana, incluyendo la muerte prematura, las enfermedades crónicas como la bronquitis y el asma, así como otras enfermedades agudas. Muller y Mendelsohn (2007) miden también los daños por un menor rendimiento de las cosechas y de los suministros de madera, de problemas de visibilidad, del deterioro de materiales fabricados por el hombre y de la disminución de servicios de recreación, aunque los daños relacionados con la salud constituyen el 95 por ciento del total (sin contar los GEI). Otra evaluación de 2009 realizada por el Consejo Nacional de Investigación (U.S. National Research Council, 2009), encontró que la quema de combustibles fósiles representa para los EE.UU. unos 120,000 millones de dólares al año en costos a la salud, principalmente, a causa de las muertes prematuras relacionadas con la contaminación del aire.

La Agencia Internacional de Energía (AIE) y el Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA, por sus siglas en inglés) han estimado que el costo de las políticas de control de la contaminación del aire producido por la combustión de combustibles fósiles fue de 190,000 millones de dólares en 2005, algunos de ellos pagados y algunos impagados. Se prevé que ese costo aumente tres veces en un escenario BAU para 2030, debido a niveles más altos de actividad y controles cada vez más estrictos (IEA & IIASA, 2009). Sin

embargo, los costos evitados para la salud y el medio ambiente son mayores y han dado como resultado un equilibrio de costos-beneficios positivo. Además, los costos de los controles de la contaminación hacia el final del proceso de producción pueden reducirse por enfoques de gestión en la producción más limpios, una selección más limpia de materias primas y con el uso de tecnologías más limpias que reduzcan las emisiones e integren a los subproductos en la cadena de valor de la producción.

La contaminación del aire y el cambio climático están vinculados de diversas maneras y podrían ser tratados de forma óptima mediante una política integrada (Raes, 2006). El análisis usando el modelo GAINS (Sinergias e Interacciones de los GEI y la Contaminación del Aire) de IIASA, demuestra que se pueden esperar importantes beneficios colaterales en la calidad del aire local derivados de menores emisiones de GEI, y que las medidas de mitigación del cambio climático podrían eliminar emisiones de SO₂, NO_x, y de partículas suspendidas, sin un costo extra reduciendo respectivamente los efectos negativos sobre la salud derivados de las partículas en suspensión (IIASA, 2009).

2.3 Sustancias peligrosas y residuos

Otras externalidades ambientales significativas a escala global incluyen los efectos asociados con las sustancias y residuos peligrosos. El sector de los residuos produce una presión sobre el medio ambiente a través de descargas en los vertederos sanitarios; el reciclado y tratamiento doméstico y comercial de aguas residuales y las aguas residuales industriales. Según Havranek (2009), el sector de gestión de residuos en la UE generó costos externos por 2,700 millones de euros en 2005 (asumiendo una cifra a la baja de 21 euros por tonelada de emisiones CO₂eq). Un porcentaje importante fue producto de las emisiones de metano. En ese mismo año, a modo de comparación, la industria química en la UE-27 generó 3,600 millones de euros de costos externos atribuidos a emisiones de GEI, lo que equivale a un orden de magnitud similar.

Las emisiones de sustancias tóxicas causan problemas de salud y seguridad, y la degradación de ecosistemas. Algunos países han alcanzado un progreso significativo en la aplicación de medidas de producción, de sustitución de productos y de final del proceso, más limpias. En los países desarrollados, la reducción de las emisiones tóxicas ha sido uno de los pocos casos de éxito en el que las emisiones y las exposiciones disminuyeron mientras que la producción y el PIB crecieron. Esto se debe a que la mayoría de las sustancias tóxicas se emiten en cantidades pequeñas, para las que existen medidas de sustitución o reducción de emisiones que son fácilmente

Ubicación	Fecha	Costo (USD)	Número de víctimas mortales y heridos
Industria química			
Bhopal, India	03/12/1984	320 millones de dólares en reclamaciones y compensaciones; 10 millones en rehabilitación económica, médica, social y ambiental. Sin embargo, el gobierno de la India estimó que el costo del desastre de Bhopal fue de 3,300 millones de dólares.	2,800 víctimas mortales y aproximadamente 170,000 con efectos negativos en la salud a largo plazo.
Toulouse, Francia	21/09/2001	2,000 millones de euros (costo social y ambiental).	31 víctimas mortales y 4,500 heridos.
Industria del gas y el petróleo			
Mar del Norte	06/07/1988	34,000 millones de dólares (sobre todo en costos de operación).	167 víctimas mortales.
Golfo de México	20/04/2010	6,100 millones de dólares (calculado hasta el 09/08/2010), (contención, alivio, subsidios a los Estados del Golfo de los EE.UU., indemnizaciones, y costos federales); creación de un depósito de garantía de 20,000 millones de dólares para limpieza y otras obligaciones.	11 víctimas mortales (trabajadores de la plataforma petrolera).

Tabla 4: Ejemplos de los principales accidentes industriales y sus costos económicos y sociales asociados
Fuente: Adaptado de BP (2010); Grande Paroisse-AZF (n.d.); Kuriechan (2005); Mannan (2009).

te alcanzables. Los patrones de producción han cambiado radicalmente, con las industrias arraigadas en los países avanzados enfatizando en productos químicos y farmacéuticos de alto valor. La fabricación de productos químicos de alto volumen de producción (VAP), por otro lado, ha migrado progresivamente hacia los países en vías de desarrollo, en donde los marcos normativos son a menudo inexistentes, y en donde los costos de una gestión saludable de residuos industriales (peligrosos) rara vez son internalizados.

En ausencia de una buena gestión de los residuos, las siguientes industrias podrían enfrentarse a desafíos por problema de toxicidad:

- La industria textil y del cuero y la piel, en relación con los productos teñidos y curtidos;
- La industria del papel y la pulpa de celulosa en relación con los procesos de blanqueamiento y las emisiones de agua relacionadas;
- La industria de productos químicos y plásticos, según el tipo de sustancias químicas producidas, y
- Los procesos de alta temperatura, como en la industria cementera y del acero, en las que la formación de subproductos o las emisiones de metales pueden ser un problema.

Según datos proporcionados por el Consejo Internacional de Asociaciones de Químicos (International Council of Chemical Associations) las ventas de productos químicos en el mundo fueron de 1.8 billones de euros en 2007, un incremento del 28 por ciento desde el año 2000 (Perenius, 2009). Más del 60 por ciento de estas ventas se originaron en países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Eco-

nómico (OCDE) (1.1 billones de euros). Los países del conjunto conocido como BRIICS (Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Suráfrica) aportaron otro 20 por ciento de esas ventas (400,000 millones de euros en 2007). De los cientos de miles de productos químicos en el mercado, solo una pequeña proporción se ha evaluado minuciosamente para determinar sus efectos sobre la salud humana y el medio ambiente. Hoy se tiene la sospecha de que algunas sustancias químicas que han sido empleadas en grandes cantidades durante muchos años son carcinógenas o teratogénicas. Algunos de los productos químicos más tóxicos y peligrosos (como el DDT) han sido eliminados gradualmente, al menos, en los países de la OCDE. Los efectos adversos sobre la salud humana producto de las sustancias químicas incluyen las intoxicaciones agudas y crónicas, trastornos de desarrollo neurológico, trastornos reproductivos y de desarrollo, y cáncer (WHO, 2004). La prevención de la contaminación química en sus fuentes de origen previene la generación de emisiones y residuos peligrosos, a la vez que reduce y elimina los costos de operación.

Los vacíos en la aplicación de estándares para la seguridad industrial y para prevenir accidentes proporcionan ejemplos históricos de los riesgos y costos sociales relacionados con la producción industrial, sobre todo aquellos que involucran sustancias peligrosas. Las cifras mundiales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) de 2003 indican que hubo alrededor de 358,000 accidentes laborales mortales y 337 millones de accidentes laborales no mortales en el mundo; mientras que 1.95 millones de personas más murieron a causa de enfermedades relacionadas con su empleo. El número de muertes provocado exclusivamente por sustancias químicas peligrosas se estimó en 651,000. Cuando se toma en cuenta las compensaciones, el tiempo de trabajo perdido, la interrupción de la pro-

ducción, la capacitación recurrente, los gastos médicos, la asistencia social, etc., se estima que estas pérdidas ascienden a un cinco por ciento del PIB mundial cada año. Las últimas estimaciones de la OIT indican que el número de accidentes y enfermedades laborales mortales y no mortales en el mundo no parece haber cambiado de manera importante en los últimos diez años. Una de las principales complicaciones en la manufactura y la construcción naval es la distribución de obligaciones sobre la seguridad y la salud en el trabajo (SST) dentro de la relación contratista-subcontratista (ILO, 2009).

El costo de los accidentes industriales representa una fuente de gasto público y privado, además del malestar

social generado. Una evaluación mundial de los costos aproximados grosso modo de solo algunos de los principales accidentes industriales, durante las tres últimas décadas, muestra que se han gastado al menos 40,000 millones de dólares en la atención a los daños y perjuicios causados por estos. Si se consideran los accidentes a pequeña escala, es probable que el costo económico real se duplique, y que las muertes y lesiones alcancen escalas de varios cientos de miles de personas. En la Tabla 4 se destacan algunos de los accidentes más relevantes. Es evidente que hay beneficios asociados con una producción industrial más limpia y segura tanto en la salud humana como en la medioambiental en el mundo, lo cual debe ser parte de una transición hacia una manufactura verde.

3 Oportunidades: Opciones estratégicas para el sector manufacturero

En su informe *Visión 2050*, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés, 2010) describe un escenario en el que las industrias manufactureras siguen patrones basados en ciclos de vida, que propician la desmaterialización y la ampliación de los sistemas de servicios. En un mundo sostenible con cerca de 9,000 millones de personas para 2050, se ofrece una serie de nuevos productos y servicios de longevidad alta, bajo contenido de agua, así como de escaso contenido material y energético. Esta transición no ocurrirá de la noche a la mañana y requerirá de una inversión sustancial. Un reto fundamental es la transición de la producción industrial hacia un uso menos intensivo en carbón y materiales, preservando al mismo tiempo empleos o reinvertiendo en oportunidades de trabajo completamente nuevas. Esto es particularmente relevante para las economías emergentes y en vías de desarrollo, que en la actualidad invierten fuertemente en infraestructuras de manufactura convencional. Tanto a escala nacional como sectorial, una mejor eficiencia de recursos y un desacoplamiento brindan la oportunidad de obtener ventajas competitivas y un futuro sostenible.

¿En qué medida las inversiones verdes en eficiencia obtendrán una compensación más favorable que las inversiones convencionales? Por lo general, las grandes compañías establecen su límite de retorno a la inversión (ROI) en alrededor del 25 por ciento antes de impuestos. Existe una abrumadora cantidad de evidencia sobre oportunidades significativas de inversión en eficiencia que obtienen tasas de retorno más altas, incluso bajo las condiciones económicas actuales. Las oportunidades económicas se incrementan de una forma acusada a precios más altos del carbón.

3.1 Desacoplamiento y ventaja competitiva

Como se señaló anteriormente, la evidencia histórica muestra que una disminución en la intensidad en energía de la industria y un desacoplamiento relativo ha sido por lo general contrarrestada por un aumento de la demanda de energía asociado a niveles más altos del PIB. Adicionalmente, pudo haberse dado una mayor

demanda de energía como insumo de entrada debido al descenso de su precio relativo y a un mayor crecimiento económico provocado por la misma ganancia en eficiencia de recursos; los dos efectos en conjunto son denominados efecto rebote. Las emisiones, en general, el consumo de energía y el uso de materiales se han mantenido en crecimiento a diferencia de la bajada del nivel de emisiones y un menor consumo de energía y materiales por unidad de producto, como se muestra en la Figura 7 (Krausmann et al., 2009). La extracción de recursos per cápita ha permanecido estable o en algunos casos con un ligero aumento. Algo que necesitan las economías en todo el mundo es un desacoplamiento absoluto de la presión ambiental asociada al consumo de recursos del crecimiento económico. Esto será más fácil de realizar en la medida en que el uso de recursos *per se* se vuelva más eficiente.

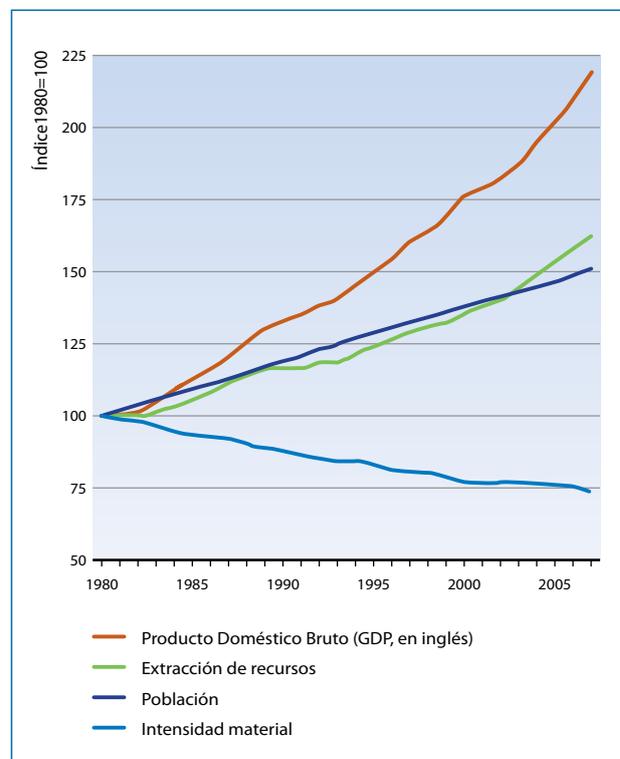


Figura 7: Tendencias de Desacoplamiento Mundial Relativo, 1980-2007

Nota: Esta figura ilustra de forma indexada las tendencias mundiales en la extracción de recursos, el PIB, la población y la intensidad de los materiales (1980 equivale a un valor de 100).

Fuente: (SERI 2010)

En décadas recientes, los países de la OCDE han disminuido su intensidad de extracción por dólar de PIB, lo que refleja cierto nivel de desacoplamiento entre la extracción de recursos primarios y el crecimiento económico. Se espera que esta tendencia continúe. Los principales impulsores son: el aumento en la aplicación de tecnologías de uso más eficiente de materiales (efecto de tecnología); cambios de los sectores primarios y secundarios hacia el sector de servicios (efecto estructural); y los incrementos asociados a las importaciones intensivas en materiales (efecto comercial) gracias a la subcontratación de distintas etapas de producción de uso intensivo de materiales en otras regiones del mundo (OECD, 2008). Por supuesto, para el mundo en su conjunto no existen efectos comerciales ya que las importaciones de un país corresponden a las exportaciones de otro.

El desacoplamiento del uso de materiales del crecimiento del PIB ha sido menos pronunciado en economías en transición con rápido crecimiento que necesitan construir mucha infraestructura, lo que requiere de más recursos (en términos masivos) que en economías con tasas de crecimiento más bajas (Bleischwitz, 2010). De forma similar, los sectores de alto consumo energético no resultan afectados por igual. La industria cementera impulsa grandes flujos de materiales, aunque se trate de recursos relativamente no escasos como la piedra caliza y la arcilla. El mineral de hierro y la bauxita no son recursos particularmente escasos y hay disponibilidad de sustitutos cercanos. Las industrias del papel, la pulpa de celulosa, y los textiles elaborados a base de fibras naturales utilizan recursos renovables, y en estas industrias el desafío consiste en evitar usarlos más allá del rendimiento máximo sostenible. Los desafíos para la industria eléctrica y electrónica pueden ser más profundos. Los minerales de cobre de alta concentración (mayores al uno por ciento) y los de fácil refinamiento se están volviendo más escasos, y los minerales de baja concentración requieren más energía en las etapas de extracción y refinamiento. Los metales más raros como la plata, el indio y el telurio se extraen principalmente de otros residuos metalúrgicos.

Uno de los principales efectos del carácter globalizado de la economía mundial es el creciente desplazamiento de la base manufacturera de las economías desarrolladas hacia las economías en vías de desarrollo y en transición. Esto significa que los daños y perjuicios relacionados con la contaminación del medio ambiente en un ámbito local también están cambiando. En consecuencia, el desacoplamiento entre el uso de energía y las emisiones de CO₂ del crecimiento del PIB necesita ser considerado dentro de un contexto internacional, en lugar de parámetros de cada país individualmente (véase OECD, 2008a). La relación entre las clasificaciones del Índice de Competitividad Mundial (*Global Competitiveness*

Index), la productividad de los materiales y la implantación de estrategias tecnológicas de vanguardia se ha resaltado en una reciente investigación de Bleischwitz et al. (2009, 2010). Se elaboró una correlación entre la productividad de los recursos, el Consumo de Materiales a nivel Doméstico (DMC, por sus siglas en inglés) y los datos de competitividad del Foro Económico Mundial (WFM, por sus siglas en inglés). Con una muestra de 26 países, mostró una relación positiva entre la productividad de los materiales de las economías (medido por el PIB en términos de la paridad del poder adquisitivo del dólar por kilogramo de DMC), y los resultados de los índices de competitividad.

La mejora de la eficiencia ambiental de la producción mundial puede ocurrir mediante la transferencia de tecnología y conocimiento desde países desarrollados o mediante una difusión tecnológica que resulte de la inversión internacional y de las cadenas de suministro globalizadas. Con una demanda cada vez más dirigida desde fuera del círculo de las economías avanzadas, estas transferencias y difusiones tienen beneficios mutuos, ya que no solo reducen la magnitud de los daños ambientales exportados desde los países desarrollados, sino que además ayudan a las economías en desarrollo a transitar por un camino de crecimiento más eficiente en términos de recursos. (Everett et al., 2010)

3.2 Innovación en la oferta y la demanda

Hacer que la sociedad sea más eficiente respecto al uso de la energía, el agua, el suelo y otros recursos es un desafío que requiere cambios a lo largo de toda la cadena de producción y consumo. Autores como Von Weizsäcker (1997, 2009) han sugerido que una forma de realizar mejoras de tipo 'Factor X'² en la productividad de los recursos sería mediante un cambio radical en los productos de uso final, nuevas formas de utilizar productos (por ejemplo, compartiéndolos), y cambios en los hábitos de consumo. Esto incluye considerar conceptos tales como la "suficiencia" y en cuestionarse sobre la función y el servicio de los productos propuestos.

Se requiere también de un enfoque de ciclo de vida, lo que coincide con lo que el WBCSD (DeSimone & Poppoff 1997) ha buscado para promover el concepto de la eco-eficiencia durante la década pasada. Este concepto apunta hacia aquellas medidas de eficiencia de

2 'Factor X' se refiere a un factor de mejora de cuatro a diez en la eficiencia energética y de recursos. Para alcanzar este factor se necesitaría, en algunos casos, de la aplicación de nuevas tecnologías muy disruptivas. Además, el concepto de 'exergy' promovido por Ayres et al. (2010), se enfoca de manera especial en la 'energía útil' (en contraposición a la energía estática y en masa) y la eficiencia como relación de la potencia útil comparada con el aporte de los recursos.

recursos que generan una tasa de retorno positiva para las empresas sobre las inversiones requeridas. La eco-eficiencia proporciona una herramienta gráfica para combinar diferentes medidas, aunque aún tiene deficiencias por permitir cuantificaciones y comparaciones basadas en indicadores empíricos. Los principales aspectos detrás de la ecoeficiencia incluyen la reducción de intensidad de energía y de materiales de los productos, permitiendo el reciclaje de materiales, extendiendo la durabilidad de los productos e incrementando la intensidad de servicio de los productos. La ecoeficiencia en la manufactura puede medirse a través de indicadores relacionados con la intensidad de uso de recursos y la intensidad del impacto ambiental. Considerando su aplicación a escala nacional, el informe UNESCAP (2009), ha definido los siguientes indicadores como piezas clave para la manufactura en la región de Asia y el Pacífico:

Intensidad del uso de recursos:	Intensidad del impacto ambiental:
Intensidad energética[J/PIB]	Intensidad de CO ₂ [t/PIB]
Intensidad del agua [m3/PIB]	Intensidad de BOD [t/PIB]
Intensidad de materiales [DMI/PIB]	Intensidad de residuos sólidos [t/PIB]

Considerando el ciclo de vida completo y las cadenas de la oferta y la demanda, Tukker y Tischner (2006) propusieron una serie de medidas de cambio súbito a lo largo de toda una cadena de producción-consumo, y especularon acerca de su factor potencial de eficiencia. Esto refleja de forma importante una perspectiva completa de la cadena de valor, la cual muestra tanto combinaciones de productos y servicios, así como desafíos para el productor y el usuario o consumidor. El punto de partida de este capítulo es la parte inicial y las industrias base como las del acero y el hierro, el cemento, los productos químicos, el papel, la pulpa y el aluminio; industrias que suministran materias primas para la fabricación de productos tales como vehículos, edificios y refrigeradores que los usuarios finales conocen en su vida cotidiana. Teniendo en cuenta la cadena de valor completa se puede identificar una serie de áreas para la innovación y la inversión verde, incluyendo el diseño y desarrollo de producto (PD, por sus siglas en inglés); la sustitución de materiales y energía (MES, por sus siglas en inglés), control y modificación de procesos (PM, por sus siglas en inglés), y nuevos y más limpios procesos y tecnologías (CT, por sus siglas en inglés). Estos se convertirían en los componentes básicos tanto en una estrategia por el lado de la oferta como de la demanda para mejorar la eficiencia de recursos en la manufactura.

Una estrategia por el lado de la oferta supone el rediseño y mejora de la eficiencia de procesos y tecnologías em-

pleadas en los principales subsectores de uso intensivo de materiales dentro del sector manufacturero (metales ferrosos, aluminio, cemento, plásticos, etc.). Por otro lado, si la economía verde implica mejorar no solo la productividad sino también la eficiencia por un factor de cuatro o más, se requiere también de una estrategia por el lado de la demanda.

Una estrategia por el lado de la demanda supone cambiar la composición de la demanda tanto desde dentro de la industria como en el consumo final. Para ello es necesario modificar la producción, por ejemplo, para el uso de bienes finales que contengan materiales y energía mucho más eficientes y/o para diseñar productos que requieran menos material en su manufactura. Por ejemplo, la necesidad de hierro y acero primarios de las plantas de acero integradas de alto consumo energético puede reducirse mediante el uso de menos acero en las partes finales del proceso económico (por ejemplo, en la construcción, en la fabricación de vehículos, etc.). Un diseño de desmontaje es un paso importante en el avance de la reutilización y el reciclaje de, por ejemplo, metales contenidos en el producto final.

Los enfoques por el lado de la oferta y por el lado de la demanda están formados principalmente por los siguientes componentes:

■ **Productos rediseñados y/o modelos de negocios** de tal modo que sea posible ofrecer la misma funcionalidad con un uso menor de materiales y energía. Para esto se necesita extender el tiempo de vida de productos complejos y mejorar la calidad mediante la incorporación de la reparación y la remanufactura en un sistema de ciclo cerrado;

■ **Sustituye** insumos marrones por insumos verdes en la medida de lo posible. Por ejemplo, introducir la biomasa como fuente de materias primas químicas. Enfatiza la integración de procesos y actualización de métodos auxiliares como iluminación, calderas, motores eléctricos, compresores y bombas. Poner en práctica una buena administración en casa y emplear una gestión profesional;

■ **Recicla** los residuos de procesos internos, incluyendo las aguas residuales, el calor de alta temperatura, la toma de presión, etc. Introduce un sistema ECC si existe un mercado local para los excedentes de energía eléctrica. Emplear materiales y energía con menos impacto ambiental, por ejemplo, renovables o el uso de residuos como insumos de entrada para procesos de producción. Promueve el reciclaje de materiales usados y encontrados o crea mercados para el procesamiento de residuos, como los residuos orgánicos;

■ **Introduce tecnologías nuevas y más limpias** y mejora la eficiencia de los procesos existentes para cambiar y establecer nuevos modos de producción con una eficiencia en materiales y energía, fundamentalmente, más alta. Para empezar, un mayor potencial de ahorros en la manufactura se encuentra en la mejora de la eficiencia de recursos de los procesos ya existentes, y

■ **Rediseño de sistemas**, en especial el sistema de transporte y la infraestructura urbana, para emplear insumos de entrada menos intensivos en recursos. El primer objetivo debe ser reducir el uso y la necesidad de vehículos automotores que requieran combustibles líquidos en comparación con el transporte masivo ferroviario y autobuses de tránsito rápido y bicicletas.

Debe tenerse en cuenta que estos cambios transitorios ocurrirán de forma automática *solamente* en la medida en que sean percibidos por los directores y propietarios de negocios con la intención de incrementar la competitividad. Más aún, los sectores manufactureros son intermediarios, lo que significa que lo que producen depende tanto de la disponibilidad y el costo de materias primas como de la demanda de los sectores finales, consumidores y gobiernos. Estos últimos pueden influenciar la toma de decisiones mediante la introducción de nuevas reglamentaciones o subsidios. Para garantizar que una transición estratégica para la producción industrial sostenible se lleve a cabo en diferentes partes del mundo, tanto la inversión pública como la privada en tecnologías punteras serían altamente deseables.

A pesar de los avances tecnológicos, siempre habrá cierta ineficiencia y residuos. No obstante, lo que sí es posible es un uso más eficiente de los recursos de lo que se hace hoy en día. Queda mucho por hacer en este aspecto. La economía de los EE.UU. transforma actualmente la energía primaria en trabajo útil -mecánico, químico o eléctrico- con una eficiencia añadida del 13 por ciento (Ayres & Ayres, 2010; Ayres & Warr, 2009). Los datos de la AIE sugieren que Rusia, China e India siguen siendo menos eficientes que los EE.UU. en lo que respecta a la energía (al menos en los sectores industriales) (IEA, 2009b). Japón, Inglaterra y Austria son más eficientes, en términos generales, que los EE.UU. (20 por ciento) (Warr et al., 2010). Sin embargo esto significa que todavía *más del 80 por ciento, o cuatro quintas partes, de la energía de alta calidad extraída de la tierra se desperdicia*. Reducir este desperdicio en tan solo un cuarto o un tercio podría generar grandes beneficios económicos. Desde una perspectiva macroeconómica supone una oportunidad gigantesca.

Circuito cerrado, sistemas circulares en la manufactura

Basado en los principios de la ecología industrial, la *manufactura de ciclo cerrado* es un enfoque particular-

mente ambicioso para la innovación por el lado de la oferta. Este concepto se refiere a un sistema de manufactura idóneo que maximiza la vida útil de los productos y minimiza el desperdicio y la pérdida de metales valiosos y escasos.

En un nivel de sistema más amplio, otra versión de la manufactura de ciclo cerrado es la simbiosis industrial o los parques eco-industriales. Estos están modelados siguiendo el ejemplo de Kalundborg (Dinamarca), en el cual los residuos de ciertas operaciones de manufactura pueden usarse como materias primas para otros desarrollos. En Kalundborg una refinería que produce residuos de calor de baja temperatura (agua caliente) se utiliza como suplemento orgánico en invernaderos que suministran materias primas a una compañía farmacéutica fabricante de insulina. Existe una planta de carbón en donde los residuos de desulfurización son usados por un fabricante de superficies de yeso (Ehrenfeld & Gertler, 1997). Aunque ha habido una serie de intentos por crear ecoparques –existen ahora más de cien en el mundo– ha resultado muy complicado reproducir esas sinergias en otros lugares. Una de las razones es que un ecoparque necesita crecer alrededor de una industria básica bastante grande que genere residuos en niveles predecibles, con elementos o componentes utilizables que puedan servir a operaciones menores contiguas. Y aunque sin duda las políticas deberían promover la construcción de fábricas y conjuntos de fábricas más verdes, un gran desafío en los países en vías de desarrollo es cómo adaptar, transformar e instalar procesos más eficientes y limpios en las fábricas ya existentes.

En lo que se refiere al producto, la manufactura en ciclo cerrado logra la eficiencia del ciclo de vida facilitando el mantenimiento y la reparación; el reacondicionamiento y la remanufactura; el desmantelamiento y el reciclaje final, en contraposición del paradigma lineal actual de ‘usar y tirar’.

El flujo unidireccional usual de los productos de la fábrica a la tienda es cambiado por un flujo bidireccional. Si la vida útil de todos los productos manufacturados (y los inmuebles) se extendiera en un 10 por ciento, el volumen de los materiales vírgenes (sin considerar a los combustibles) extraídos del medio ambiente se limitaría en un porcentaje similar, y los precios de los recursos tendrían una tendencia a la baja. Esto eliminaría empleos en el sector minero, pero emplearía a más personas en las etapas finales –sobre todo en la reparación, renovación y reciclaje–, y reduciría los costos a lo largo de la cadena de suministro hasta los consumidores finales, quienes de esta forma tendrían más ingresos disponibles. Es importante reconocer que un cambio radical rara vez está exento de dificultades y sacrificios. La idea de ‘destrucción creativa’ de Schumpeter (1942) expresa muy bien esta idea. La extensión de la vida de

los productos también puede reducir la tasa de mejora tecnológica. La extensión del tiempo de vida de un producto mediante una mayor reutilización y reciclaje resulta en niveles de consumo de energía relativamente más altos debido a que las recientes mejoras tecnológicas no han sido incorporadas en los productos reutilizados (como los vehículos y los refrigeradores). La evaluación del ciclo de vida de muchos productos muestra que la mayoría de las presiones ambientales surgen de su uso y eliminación, más que de los efectos directos e indirectos de su producción. La falta de habilidad para apropiarse de mejoras tecnológicas es especialmente acuciante en el área de generación de energía eléctrica, en donde una estricta normativa reciente ha obstaculizado el reemplazo de viejas plantas generadoras.

La remanufactura está ganando terreno, sobre todo, en áreas como las de los componentes de vehículos y automotores, partes de aviones, compresores, equipos eléctricos y de comunicación, inmobiliario de oficina, máquinas expendedoras, fotocopiadoras y cartuchos de tóner.

El Instituto Fraunhofer (véase UNEP et al., 2008) en Alemania ha calculado que las operaciones de remanufactura en el mundo ahorran alrededor de 10.7 millones de barriles de petróleo cada año, o una cantidad de electricidad equivalente a la generada por cinco plantas de energía nuclear. También ahorran volúmenes importantes de materia prima. En los EE.UU. se ha estimado que la remanufactura es una industria con un negocio de 47,000 millones de dólares, y que da empleo a más de 480,000 personas (UNEP et al., 2008). En términos de empleo e impacto económico, la industria de la remanufactura rivaliza con gigantes como los de consumos domésticos de bienes no perecederos, productos derivados del acero, computadoras y accesorios, y productos farmacéuticos.³

Algunas compañías están introduciendo ya plantas especializadas de recolección, clasificación y desmantelamiento alrededor del mundo, ya sea para rescatar piezas de repuesto o bien para producir versiones de menor costo de sus principales y mejores productos. Esto alienta el rediseño de mercancías para facilitar los procesos mencionados. Caterpillar es probablemente la empresa remanufacturera más grande del mundo, con un volumen de ventas de 1,000 millones de dólares y plantas manufactureras en tres países. Aproximadamente, el 70 por ciento de una máquina típica

(por peso) puede ser reutilizada tal como se encuentra, mientras que el otro 16 por ciento es reciclado (Black, 2008). Los grandes motores diésel se remanufacturan constantemente. Los aviones son esencialmente remanufacturados de manera continua mediante el reemplazo y reacondicionamiento de la mayoría de las partes que no sean el cuerpo y el chasis (por esta razón algunos aviones DC-4 y DC-6 fabricados en la década de 1930 y 1940 estuvieron en uso todavía 50 años más tarde). Xerox y Canon, quienes iniciaron la remanufactura de fotocopiadoras en 1992, están entre las compañías que han impulsado este concepto.

El principal obstáculo para la remanufactura es que las estrategias para extender la vida útil de los productos fabricados dependen de la cooperación activa de los fabricantes originales de los equipos (OEM, por sus siglas en inglés). Los OEM se han resistido a este enfoque hasta la fecha. De hecho, la tendencia actual es exactamente la opuesta: los productos están siendo fabricados para ser tan irreparables como sea posible, de manera que los productos viejos se desechan y se envían por lo general directamente a los vertederos. Otro obstáculo consiste en el hecho de que la mayoría de los productos no son vendidos de manera directa por sus fabricantes o agentes. Esto hace que la recolección y recuperación sean difíciles. Los fabricantes originales de los equipos tendrían problemas para proporcionar garantías sobre productos remanufacturados por otras empresas. Además, algunas empresas se muestran contrarias a poner en el mercado productos remanufacturados en competencia con su propia maquinaria nueva. En lugar de ello, se alienta a los clientes a reemplazar los viejos productos, aún en funcionamiento, por otros nuevos.

Este problema es menos agudo en las categorías de productos (como las computadoras) con tecnologías en rápida evolución, en donde los nuevos productos tienen una funcionalidad mucho mayor que los productos viejos reacondicionados o remanufacturados. La mayoría de las empresas de productos de consumo observa a los productos reparados, renovados o remanufacturados como competidores directos de sus propios nuevos productos, y continuarán viéndolo de esta manera a menos que se promulgue una legislación o se introduzca una fijación diferencial de precios.

Los tres componentes centrales en la jerarquía de *minimización de residuos* son las 3R: Reducir, Reutilizar y Reciclar (véase el capítulo de 'Residuos'). Seguida de la reparación y la remanufactura, las cuales permiten la reutilización de productos, el *reciclaje* es un paso clave en el sistema de manufactura cerrada. Esto puede respaldar el uso de subproductos de los procesos de producción, además de proporcionar soluciones para la sustitución de insumos en la manufactura. La susti-

³ Para consultar un análisis de más de 7,000 empresas remanufacturadoras en los EE.UU. véase la base de datos y la investigación de Lund (1996) y Hauser & Lund (2003) en la Universidad de Boston. Disponible en www.bu.edu/remman/

tución de insumo más importante para la industria de los metales es el uso de chatarra en lugar de mineral. En los EE.UU. y en Europa, la mitad, o más, de la producción de acero de carbón tiene como base chatarra. La chatarra es clasificada de manera rutinaria en niveles, dependiendo de la presencia de contaminantes. Se requiere de investigación sobre las formas de separar los minerales contaminantes del hierro, si se busca facilitar la recuperación de cromo, zinc, cobre, y así en adelante. De manera sorprendente, a pesar de esto, el índice de reciclaje de hierro y acero ha disminuido en los últimos años de un 60 por ciento en 1980 a un 35 por ciento en 2006. Las proyecciones de la AIE asumen que el descenso se revertirá, y que para 2050 se alcanzará un índice de reciclaje de alrededor del 55 por ciento (IEA, 2009b). Sin embargo, se podría alcanzar una tasa significativamente más alta por medio de intervenciones adecuadas de políticas, que incluyeran medidas para impulsar el reciclaje y el diseño para el desmantelamiento.

El reciclaje es energéticamente eficiente sobre todo en los casos del aluminio y el cobre. El aluminio reciclado requiere solo un cinco por ciento más de energía que en la producción primaria, aunque el producto reciclado, que a menudo contiene elementos de aleación, no se enrolla fácilmente en hojas o láminas. Métodos efectivos para purificar el metal reciclado (y recuperar los elementos de aleación) serían muy valiosos. En el caso del cobre, una sola tonelada de metal requiere la extracción y el procesamiento de entre 100 y 300 toneladas de mineral (dependiendo del país), por lo que el cobre reciclado requiere mucha menos energía que el metal virgen procedente del mineral (Ayres et al., 2003).

Una de las oportunidades más importantes (y menos aprovechada) a corto plazo para la mejora de la eficiencia energética en los procesos industriales se encuentra en el reciclaje de residuos de alta temperatura derivados de procesos como los hornos de coque, altos hornos, hornos eléctricos y de cemento, sobre todo para la generación de energía eléctrica utilizando calor y energía combinadas (ECC descentralizada). Prácticamente todos estos ejemplos son tecnológicamente adecuados para pequeñas plantas de energía y calor combinado con retornos de un orden de cuatro años, siempre y cuando la energía pueda utilizarse de manera local⁴. La

industria de la pulpa y el papel ha reportado una fuerte inversión en ECC para *reducir el consumo de energía*, teniendo en cuenta que las plantas de ECC permiten ahorros de entre un 30 y un 35 por ciento de la energía primaria (UNEP, 2006). Donde la ECC no es una opción viable, el siguiente ejemplo de sustitución de insumos es el combustible de residuos, como la biomasa o los residuos municipales.

Por el lado de la demanda, numerosas medidas pueden reducir el uso absoluto del agua a través de medidas de eficiencia y reciclaje. El reciclaje de aguas residuales procedentes de diversos procesos industriales es cada vez más importante debido a la escasez de agua potable en relación con la creciente demanda de agua en muchos lugares del mundo en vías de desarrollo, como en el Norte de China e India. El mercado mundial para el tratamiento de agua en 2008 fue de 374,000 millones de dólares, de los cuales 70,000 millones fueron solo en EE.UU. La mitad de este mercado podría aprovechar los nuevos sistemas modulares que utilizan tecnología de separación magnética, los cuales han sido empleados con éxito en la minería y en los residuos industriales, así como en las aguas residuales municipales (Kolm et al., 1975; Svoboda, 2004).

El agua que se utiliza en el proceso químico en la elaboración de la pulpa de celulosa se reutiliza, sobre todo, de forma interna para reciclar las sustancias químicas. Las operaciones metalúrgicas, químicas, textiles y otras de acabado de superficies, generan aguas residuales contaminadas que deben ser tratadas antes de que puedan ser reutilizadas. A largo plazo, existen numerosas posibilidades de reducir la necesidad de tratamiento del agua después de su uso por medio de procesos más eficientes y limpios. En particular, la necesidad de agua para refrigeración industrial podría y debería reducirse drásticamente por medio de la introducción de cogeneración de electricidad para aprovechar el calor de altas temperaturas que se desperdician actualmente.

4 Bajo la reglamentación actual, en la mayoría de los países solo las compañías de energía eléctrica pueden vender electricidad. Esto significa que las empresas de servicio público son también compradores monopolistas. El precio al cual están dispuestos a comprar electricidad de otros productores es, a menudo, demasiado bajo para hacer que la inversión valga la pena.

4 Inversión y eficiencia de recursos

La toma de decisión sobre la inversión para aprovechar las oportunidades de la manufactura verde requiere de un examen cuidadoso de los beneficios netos reales y de las consecuencias a largo plazo como resultado de las decisiones tomadas en el presente. Esto incluye considerar opciones de investigación, desarrollo y diseño que permitan a los usuarios y a los consumidores alejarse del paradigma de consumo de 'usar y tirar'. Algunas innovaciones tecnológicas tienen un potencial de beneficios importantes para la eficiencia de recursos, mientras que otros -como los sistemas de CSS- pueden traer más costos que beneficios. El caso de los recursos energéticos e hídricos muestra la importancia de tener regulaciones y sistema de precios funcionando correctamente. El área de recursos humanos y empleo destaca la importancia de considerar cuidadosamente los impactos directos e indirectos, así como el papel de los impuestos, la elasticidad de precios y los efectos rebote.

4.1 Inversión en eficiencia energética y materiales

Muchos piensan que se necesitan cambios fundamentales para crear una economía más verde, cambios que algunos han denominado como una transición socio-tecnológica (Geels, 2002). La magnitud de los retos se ve subrayada por el hecho de que los sistemas actuales no sostenibles (regímenes socio-técnicos) se encuentran atrapados bajo una multitud de factores relacionados con la oferta y la demanda. Aun así, si el concepto de la manufactura de ciclo cerrado pudiera extenderse a los productos masivos de mercado tales como los automóviles, las lavadoras, los refrigeradores y los acondicionadores de aire, los beneficios potenciales para la sociedad serían significativos. En primer lugar, mediante la extensión del tiempo de vida promedio de los bienes manufacturados se reduce la necesidad correspondiente de extraer materiales vírgenes. En segundo lugar, la reparación, el reacondicionamiento y la remanufactura son actividades de mediano uso intensivo de mano de obra y relativamente poca inversión en capital. De esta forma, los gobiernos de países en vías de desarrollo tienen interés en promover las importaciones de bienes usados que pueden ser remanufacturados, no solo para reducir las emisiones de GEI y el consumo de recursos, sino también para mantener el empleo nacional y la disponibilidad de bienes a precios accesibles para el consumo doméstico.

La mayoría de las innovaciones en tecnología verde tendrán dificultades para atraer capital riesgo bajo las condiciones presentes, incluso en países industrializados. Las empresas de capital riesgo buscan oportunidades de inversión que ofrezcan márgenes altos y requieran gastos de capital bajos y un bajo costo de prueba de su potencial de mercado. Cambiar esta situación para alentar la innovación, en especial en los países en transición y en vías de desarrollo, depende de condiciones favorables (ver Sección 5). Aquellas innovaciones que han atraído el interés del capital de riesgo en años recientes están relacionadas principalmente con Internet o las energías renovables. Aunque la inversión en energía limpia (incluyendo la eficiencia energética) disminuyó en 2009 a causa de la crisis económica mundial, hubo una inversión récord en energía eólica (UNEP, SEFI & Bloomberg, 2010).

El campo del reciclaje de aparatos electrónicos es otro área prometedora para la investigación y el desarrollo. En la actualidad existe reciclaje de aparatos de televisión para recuperar plomo y vidrio, aunque los recicladores electrónicos inteligentes (*e-recyclers*) intentan rescatar principalmente plata y oro sin prestar atención a otros metales escasos. Existen nuevos procesos para la recuperación de cristal líquido, metal indio y vidrio provenientes de las superficies de los televisores de pantalla plana desechados (Black, 2008). Estas superficies (LCD) constituyen una porción cada vez mayor de los residuos electrónicos, y el proceso de recuperación puede ser lo suficientemente rentable como para justificar una inversión significativa con un enfoque más estructurado para resolver el problema de la recuperación de residuos electrónicos en su conjunto.

Las iniciativas de diseño en estas áreas se encuentran definitivamente dentro del alcance y área de interés de los fabricantes, ya que contribuyen a mejorar la competitividad y a reducir costos. Existe, sin embargo, otro tipo de innovación en diseño que es directamente más relevante para la eficiencia de los recursos en general, pero es menos rentable para los fabricantes per se. Esto significa cambios de diseño para permitir un reacondicionamiento, remanufactura y, finalmente, reciclaje de metales escasos. Por ejemplo, es importante facilitar la separación de componentes eléctricos y electrónicos de los componentes estructurales de aparatos y vehículos. Lo anterior es importante tanto para el reciclaje de metales raros (plata, oro, platino, indio, etc.), los cuales se usan cada vez más en productos electrónicos, como para reducir el grado en el que estos mismos metales (sobre todo el cobre) se convierten en contaminantes no deseados del aluminio

Países	Sector	Iniciativas de eficiencia energética	RAI	Amortización	Ahorros de CO ₂
Bangladesh	Acero	Reparación de fugas y aislamiento de tuberías.	260%	3.5 meses	137 toneladas/año
China	Productos químicos	Instalación de un sistema de recuperación de calor para recolectar el calor para un suministro de energía y calor combinado (ECC).	96%	7	51,137 t/año
Ghana	Textiles	Instalación de equipo de alta tecnología para la remoción de sarro para calentadores y tubos de vapor. Las medidas de conservación del agua resultaron en ahorros comparables.	159%	4 meses	No disponible
Mongolia	Cemento	Mejoras en el sistema de control de polvo (bolsas de filtro) usando nuevos motores eléctricos.	552%	2 meses	11,007 t/año
Honduras	Azúcar	Reemplazo de las turbinas de vapor en el molino de trituración con motores eléctricos, impulsados por ECC; el excedente de electricidad se vendió a la red de suministro eléctrica.	No disponible	1 año	No disponible

Véanse los siguientes enlaces consultados en junio de 2010: 2010: <http://www.energyefficiencyasia.org/>, <http://www.ghanaef.org/publications/documents/2savingenergyindustry.pdf> y [http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/316e45d4d67ae21bc125751a00321e72/\\$file/Sugar+mill+case+study.pdf](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/316e45d4d67ae21bc125751a00321e72/$file/Sugar+mill+case+study.pdf)

Tabla 5: Ejemplos de inversión y retornos ambientales derivados de las iniciativas de eficiencia energética en países en vías de desarrollo

Fuente: Adaptado de Energy Efficiency Asia PNUMA, SIDA, GERIAP, Energy Foundation Ghana, ABB Switzerland

y acero secundario (reciclados). Es evidente que existe una enorme oportunidad para el diseño de reparaciones, remanufactura y reciclaje, por ejemplo, para la manufactura de ciclo cerrado. En el caso de los automóviles usados, el mercado abierto internacional ya proporciona incentivos para fugas de materiales que podrían convertirse en oportunidades de negocios mediante el uso de sistemas de ciclo cerrado.

Un informe de 2010 proveniente de la Iniciativa Greco del Centro de Actividad Regional para la Producción Verde (Iniciativa Greco) describió los efectos de aplicar las estrategias aquí discutidas a diversas industrias manufactureras en la región del Mediterráneo. El estudio encontró que con el uso de equipos e insumos de producción alternativos, el retorno a la inversión (ROI) puede ser considerable. En la industria automotriz el ROI alcanzó un 250 por ciento; en los textiles, el 26 por ciento; en los productos químicos, el nueve por ciento; y en los artículos electrónicos, el seis por ciento, con periodos de amortización variables de entre 3.4 y 11.3 meses. Sin embargo, las magnitudes de los ahorros detectados no fueron grandes. En el ámbito de la eficiencia energética, casos de estudio provenientes de diferentes partes del mundo muestran niveles similares de beneficio económico y ambiental derivados de las iniciativas de eficiencia energética (véase Tabla 5).

Los escenarios de la IEA (2008, 2009b) -orientados a alcanzar en 2050 niveles de descarga de emisiones que limiten las concentraciones de GEI a 450 ppm y el incremento promedio de temperatura a 2°-3° C- suponen expectativas altas sobre la innovación tecnológica como de la regulación. Se presenta un escenario BAU que incluye mejoras periódicas de energía y recursos, implementación de buenas prácticas tecnológicas, reciclaje

rentable y opciones de valorización que las empresas pueden implementar de manera rentable bajo las condiciones existentes del mercado⁵. Las medidas de eficiencia de energía o reducción de carbono presentadas en el escenario BLUE serían más difíciles de implementar, y es menos probable que arrojen retornos de inversión positivos⁶. Por ejemplo, el escenario asume el uso de métodos costosos de electricidad de carbón-neutro, incluyendo plantas de energía equipadas con un sistema de CCS para alcanzar casi dos terceras partes de las reducciones de CO₂ requeridas. La AIE es franca al detallar las implicaciones de los costos y explica que las reducciones drásticas en el escenario BLUE requerirían del uso generalizado de instrumentos de regulación política, tales como los instrumentos económicos que aumentarían gradualmente el precio del carbón a 150 dólares por tonelada de CO₂ para 2050.

El caso del sistema de CCS muestra la ventaja de tener una perspectiva integrada de eficiencia de recursos, en lugar de perseguir una toma de decisiones sobre inversiones basada en medidas individuales (tales como las emisiones de carbono) cuyo costo se traduce en una baja eficiencia de recursos y un bajo crecimiento económico. Los sistemas de CCS consisten en la captura, la licuefacción y la inyección de CO₂ en las profundidades de la corteza terrestre. Los sistemas de CCS requieren que los gases de salida sean filtrados y transportados a través de un proceso químico que disuelve el dióxido de carbono y

5 Esto incluye medidas de eficiencia de recursos tales como el impulso del reciclado de acero, papel y aluminio, y el uso de combustibles secundarios y residuos sólidos como materias primas secundarias en hornos de cemento.

6 Desafortunadamente, la AIE (2009a) no proporciona información sobre qué medidas de eficiencia energética presentadas en el escenario BLUE pueden implementarse con retornos positivos para la industria.

lo transforma en otra sustancia química, posteriormente comprime y licua el dióxido de carbono para que pueda ser bombeado o enviado a un lugar de almacenamiento a largo plazo. El problema es que los sistemas de CCS requieren de una gran cantidad de energía. Hoy en día, los sistemas de CCS que están siendo considerados para las plantas de cemento podrían duplicar su precio actual de mercado de 70 dólares por tonelada. En el caso de la energía eléctrica, una planta de energía de 500 megavatios necesitaría usar entre un 25 por ciento y un 40 por ciento de su producción para retener y almacenar el CO₂ (Metz et al., 2005). Esto incrementaría el número de plantas de energía necesarias para suministrar la misma cantidad de energía eléctrica para el resto de la economía en un factor de 4/3 a 5/3, sumado significativamente al costo de la energía eléctrica.

4.2 Inversión en la eficiencia del agua

Los problemas de escasez de agua y, por lo tanto, los costos y beneficios de su reducción son determinados por la región de la que se trate. Para 2030, en términos generales, se espera un déficit de agua entre la demanda potencial y el suministro fiable (4,200 bio m³) de un 40 por ciento de la demanda potencial (6,900 bio m³). En la actualidad, la industria es responsable por un estimado del diez por ciento, de la demanda de agua en el mundo; el sector energético por una cantidad equivalente, y la agricultura por un 70 por ciento. La proporción usada por la industria se incrementará probablemente más allá del 20 por ciento en las siguientes décadas, en correspondencia con el crecimiento de la producción industrial (2030 Water Resources Group, 2009; OCDE, 2007; UNESCO, 2009; World Bank, 2008).

En algunos países con gran escasez de agua, como Jordania, Egipto, Túnez, y Turquía, se ha estimado que el uso no sostenible de aguas subterráneas reduce actualmente el PIB entre un uno y un dos por ciento (World Bank, 2007). Únicamente para estos países, esto implicaría una pérdida del PIB estimada en unos 10,000 millones de dólares. El informe evita hacer extrapolaciones a escala mundial debido al fuerte carácter regional del problema de la escasez de agua. Pero debido a que este problema debe ser resuelto, la pregunta es cómo puede realizarse con el mejor costo-efectividad.

El 2030 Water Resources Group (2009) ha realizado el estudio más completo en el mundo sobre curvas de costos para medidas que podrían reducir la escasez de agua en cuatro regiones distintas (China, India, Suráfrica y en la zona de São Paulo en Brasil). Los costos totales de todas las medidas (incluyendo los de otros sectores como el industrial) para resolver el problema del agua son de 5,900 millones de dólares en India, 21,700 millones de dólares en China, 0.3 mil millones de dólares en São Paulo y un

déficit negativo en Suráfrica. Estas cifras representan un 0.5 por ciento, o menos, del PIB.

Las medidas a tomar en las industrias examinadas en este capítulo muestran un panorama mixto. En India, las medidas para reducir el déficit de agua deben estar enfocadas primordialmente en la agricultura y, en menor medida, en la industria. La mayoría de las medidas técnicamente posibles de conservación del agua en la industria arrojarían un resultado de costo-beneficio positivo para la sociedad. Sin embargo, su rentabilidad comercial a nivel empresarial depende de las políticas de fijación de precios del recurso. En China, las industrias del papel y la celulosa, el acero y los textiles, son bastante aptas para impulsar la eficiencia del agua con beneficios propios, mientras que en Suráfrica el panorama no es tan alentador. Los hallazgos sobre la industria textil en China están en consonancia con los casos de estudio anecdóticos en Turquía, en donde los usuarios industriales pagan por el suministro y el tratamiento del agua, lo que revela un periodo de amortización de tres a cinco años (Kocabas et al., 2009). No obstante, tal inversión en Suráfrica parecería no ser rentable para la industria debido a que los usuarios no pagan un porcentaje lo suficientemente alto de los costos del suministro y tratamiento del agua.

Las instalaciones de producción de acero se sitúan con frecuencia cerca del océano para fines de embarque y pueden usar el agua de mar para propósitos de enfriamiento. Una subsidiaria de Arcelor en Brasil utiliza el agua de mar en un 96 por ciento del consumo total de agua para la fabricación de acero. En Suráfrica, la cercanía de un pantano protegido por la Convención de Ramsar (1973), ha obligado a la compañía Saldanha Steel a construir una planta de cero efluentes, con lo que ha demostrado que es posible para la industria del acero alcanzar niveles de contaminación cero del agua (Von Weizsaecker, 2009).

La mejor supervisión del uso de agua mediante los métodos emergentes de cuantificación hídrica es un área en donde las empresas manufactureras pueden aprender de las industrias agroalimentarias. La Waterfootprint Network ha destacado, sin embargo, que debido a la gran variedad de productos industriales, la complejidad de las cadenas de producción manufacturera y las diferencias entre los países y las compañías resultaría más realista para determinar la cantidad media de agua utilizada para productos industriales por unidad de valor (por ejemplo, 80 litros por dólar), a diferencia de por unidad o por peso del producto⁷. Ante condiciones climáticas impredecibles, las industrias manufactureras están

7 La Red de Huella Hídrica calculó usos industriales de agua que varían de 100 litros por dólar americano en EE.UU. a 20-25 litros por dólar americano en China e India. Disponible en: www.waterfootprint.org

comenzando a investigar este asunto de forma más cercana. En una encuesta comparativa de cobertura sobre el uso del agua utilizada por un centenar de corporaciones multinacionales, CERES (2010) encontró que 10 de las 15 compañías químicas examinadas revelaron oportu-

nidades de mercado relacionadas con productos destinados a ahorrar agua o mejorar su calidad. Cuatro compañías revelaron nuevas inversiones en Investigación y Desarrollo (I+D) para atraer más productos de eficiencia hídrica al mercado. Por ejemplo, Dow Chemicals anun-

Cuadro 1. Producción de acero con altos componentes de materiales reciclados. Efectos directos e indirectos sobre el nivel de empleo. Estimación para la UE-27

En un estudio de 2007 (European Commission, 2007), GHK Consultores evaluaron la importancia económica del medio ambiente en términos de empleo, la producción y el valor agregado relacionados con la serie de actividades que hacen uso de, o contribuyen a, los recursos ambientales en los 27 países que conforman la UE. Se emplearon tablas de insumo-producto para cada Estado miembro con el fin de estimar los impactos económicos indirectos y, por lo tanto, el total de actividades específicas que están vinculadas a los recursos ambientales. El estudio también consideró las intervenciones en materia de políticas destinadas a mejorar la eficiencia de recursos. Uno de los escenarios de políticas examinados supone un cambio del 10 por ciento por valor en los insumos de materias primas para la producción de acero a base de materiales vírgenes y materiales reciclados. Como resultado de la intervención se reportaron efectos totales positivos para la producción y el empleo. Los resultados pueden resumirse de la siguiente manera:

El impacto directo inicial es neutral cuando la reducción de la producción de un sector es compensada mediante un incremento en la producción de otro sector. Sin embargo, el impacto neto indirecto (incluyendo el impacto inducido) de esta sustitución conduce a

un incremento en la producción de cerca de 197 millones de euros y un extra de 1,781 empleos. La adición de los impactos directos e indirectos señala que esta sustitución traería consigo 197 millones de euros de producción y 3,641 (1,860 directos y 1,781 indirectos) empleos.

El impacto positivo neto sobre el empleo y la producción se debe principalmente al efecto de la cadena de la oferta del sector de materiales reciclados. El sector de materiales reciclados utiliza insumos provenientes de muchos otros sectores, por lo que crea de esta manera más empleos y riqueza. Si la sustitución condujera a un incremento en los costos para el sector del acero -dado que los insumos de materiales reciclados tienen un costo mayor que el de los materiales vírgenes- esto se vería reflejado en el costo del acero y sería absorbido por sus consumidores. Se esperaría que la producción y los beneficios del sector del acero disminuyeran debido a los costos más altos de los productos de acero. La capacidad de transferir los costos a los usuarios dependerá de factores como la elasticidad precio de la demanda del acero. De acuerdo a los parámetros del modelo usado, el sector del acero podría transferir el 45 por ciento de sus costos unitarios a sus consumidores y tendría que absorber el resto en forma de menores ganancias.

	Producción (millones de euros)	Empleos (ETC)
<i>Impactos directos</i>		
Sector de materiales vírgenes: pérdida de producción y empleos	-489.0	-4,092.0
Sector de materiales reciclados: ganancia en producción y empleos	489.0	5,952.0
Impacto directo neto (1)	0.0	1,860.0
<i>Impactos indirectos</i>		
Sector de materiales vírgenes: caída en la demanda de insumos y consecuente caída en la producción desde los suministradores hasta las materias vírgenes	-83.0	-753.0
Sector de materiales reciclados: Incremento en la demanda de insumos y subsecuente incremento en la demanda desde varios sectores	280.0	2,534.0
Impacto directo neto (2)	197	1,781.0
Impacto total (3)=(1)+(2)	197.0	3,641.0

ció la construcción de un nuevo centro de desarrollo de tecnología del agua para apoyar su objetivo de impulsar una reducción del 35 por ciento en el costo de reutilización del agua y de tecnologías de desalinización.

4.3 Inversión en una transición hacia empleos verdes

Las industrias analizadas en este capítulo emplean a más de 70 millones de trabajadores⁸. En años recientes estos sectores han mostrado diferentes tendencias en cuanto al nivel de empleo. Los sectores del hierro y el acero, de los productos químicos, la celulosa, el papel y el cemento han observado un estancamiento o un descenso generalizado. Por el contrario, los productos eléctricos y electrónicos y los textiles han experimentado un aumento en sus niveles de empleo.

Las industrias de la manufactura afrontan serios déficits en referencia a condiciones de trabajo dignas. Varios ámbitos de la esfera de la noción de trabajo digno se ven implicados: desde deficiencias relacionadas con la salud y la seguridad ocupacional hasta el aumento de la informalidad. Por ejemplo, las operaciones en la industria del hierro y el acero pueden exponer a los trabajadores a una amplia gama de riesgos o condiciones que podrían causar incidencias, lesiones, muertes, una salud deficiente o enfermedades. La industria del desmantelamiento de barcos en Asia, un proveedor importante de acero reciclado, es un claro ejemplo de condiciones paupérrimas de salud y seguridad. En el sector textil, la necesidad de una mayor flexibilidad es la raíz principal de los traslados, de una mayor dependencia en la subcontratación y de la consecuente inestabilidad de los empleos.

El enverdecimiento del sector manufacturero implica cambios en el nivel y la composición de los trabajos. En la cadena de valor de los metales, por ejemplo, se esperan oportunidades importantes de creación de empleos verdes derivados del uso y reciclaje de subproductos valorados y de la chatarra. Por otro lado, las mejoras de eficiencia en la manufactura tienden a reducir la necesidad de trabajadores en la misma industria a menos que exista un aumento resultante en la demanda (repunte).

Mientras que el impacto de las prácticas verdes en el empleo no deberían sobrestimarse, la evidencia empírica muestra efectos positivos de las prácticas verdes

sobre el empleo. Los efectos directos de las opciones de enverdecimiento pueden ser neutrales o pequeños, pero los efectos indirectos podrían ser mucho mayores (Lutz & Giljum, 2009). Esto indica que la economía se beneficiaría, especialmente en términos de empleo, de la introducción de sistemas de producción más verdes (Cuadro 1). Cabe señalar que las innovaciones tecnológicas por lo general ahorran mano de obra y a menudo vienen acompañadas de pérdidas de empleos.

Después de una importante reestructuración durante el siglo pasado y una creciente automatización y computarización de los últimos años, la manufactura de metales ya no representa la fuente de empleos que alguna vez fue. Las proyecciones BAU para la industria del acero en Europa y los EE.UU. sugieren pérdidas de 40,000 a 120,000 empleos durante las siguientes dos décadas, enfrentada a una competitividad creciente procedente de Asia, en donde los costos de producción (salarios) son más bajos. Un escenario BAU en un estudio sobre acción climática de la Confederación Europea de Sindicatos (CES et al., 2007) prevé que para 2030 es posible la reubicación de 50 a 75 MT de acero fuera de la UE, o el equivalente al 25-37 por ciento de la producción actual. Esto tendría un efecto de 45,000 a 67,000 empleos directos perdidos, a los que se añaden entre 9,000 y 13,000 empleos directos por subcontratación, resultando una pérdida total de 54,000 a 80,000 empleos directamente relacionados con la producción. En un escenario alternativo, en el que se asumió que las autoridades europeas de la industria perseguían una estrategia de bajo carbono, se estimó que podrían rescatarse 50,000 empleos directos, internos y subcontratados, en la industria europea del hierro y el acero. Esta estrategia implicaría una inversión en I+D, la instalación de tecnologías más eficientes y la aplicación de un arancel sobre las importaciones de acero en función de su contenido de carbón, permitiendo de esta manera una producción de acero mediante procesos bajos en carbón más competitiva.

De forma similar, no se espera que una industria de uso intensivo de capital como la del aluminio sea una fuente principal de empleos verdes. Lo mismo se puede decir de una industria de bajo uso intensivo de mano de obra como la del cemento, en donde la introducción de plantas cementeras con mayor eficiencia energética en los principales países productores como India y China conducirá a una necesidad menor de trabajadores. En este escenario, el enverdecimiento se convierte en un factor crítico para la ventaja competitiva (ofrecer productos de baja emisión de carbono) y para la *conservación* de empleos en lugar de la *generación* de empleos.

Contra este escenario, la producción secundaria (el reciclaje) se convierte en referente de una industria más verde (UNEP et al., 2008). Esto requiere un equipo de

⁸ Según datos de la OIT, la industria textil emplea 30 millones de trabajadores; la de productos eléctricos y electrónicos, 18 millones; las industrias químicas, 14 millones; la de hierro y acero, cinco millones; la de papel y celulosa, 4,3 millones; la de aluminio, un millón, y la del cemento, 850.000. Todos estos datos son aproximaciones.

procesamiento y unos sistemas de recuperación adecuados, apoyados por regulaciones gubernamentales eficaces. Japón ha abandonado en gran medida la producción primaria nacional y ha pasado a la producción secundaria y a la importación. En la UE, la producción secundaria de aluminio proporcionó el 40 por ciento de la producción total en 2006. China, que es el mayor productor más grande de aluminio del mundo, está incrementando su producción secundaria y afronta insuficiencias en la disponibilidad de chatarra metálica. En los casos de India y Brasil, los cuales tienen las tasas de recuperación de latas de aluminio más altas en el mundo, la pobreza endémica es un factor clave para impulsar el reciclaje. Ésta plantea el reto de garantizar un empleo digno en una industria (reciclaje) en la que el trabajo puede ser peligroso, insalubre y mal pagado.

De la experiencia de la industria de productos electrónicos para el consumidor, la fabricación de productos con ciclos de vida cortos han mostrado la manera en que un problema creciente de desperdicios electrónicos –que son transportados a destinos como China, India, Pakistán y Bangladesh– resulta en problemas ambientales y de salud tanto para los trabajadores como para la sociedad (debido a los fuertes contaminantes metálicos y orgánicos que terminan en el agua y en la cadena alimentaria). Aunque el reciclaje es de gran valor para la conservación de los recursos, puede implicar trabajo sucio, indeseable e incluso peligroso e insalubre.

En las cadenas de valor de los metales, existen oportunidades importantes para la creación de empleos en el uso y el reciclaje de subproductos valorados y chatarra. En 2005, en EE.UU. se recuperaron alrededor de 21 millones de toneladas de escoria ferrosa provenientes de las fábricas de hierro y acero. Esto proporcionó empleo a más de 2,600 personas. Si se asumen productividades de trabajo similares en otras regiones, la extrapolación de los datos de los EE.UU. a otros países sugiere que el reciclaje de escoria ferrosa en el mundo podría dar empleo a unas 25,000 personas (UNEP et al., 2008). El reciclaje de acero ahorra hasta el 75 por ciento de la energía necesaria para la producción de acero virgen. En sectores como la industria automotriz y de la construcción, la tasa de reciclaje del acero puede alcanzar hasta un 100 por ciento. Los sistemas de reciclaje y una infraestructura menos desarrollados en los países en vías de desarrollo dan como resultado índices de reciclaje más bajos. Un informe de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO, por sus siglas en inglés, 2007) ha determinado la proporción de acero secundario (reciclado) en un cuatro por ciento en la India, un diez por ciento en China y un 25 por ciento en Brasil.

En la industria de la pulpa y el papel, en la que plantas modernizadas y más eficientes requieren de me-

nos trabajadores, el sector del reciclaje es la fuente de sustitutos con crecimiento más alto así como de nuevo empleo verde (UNEP et al., 2008). El reciclaje es de uso intensivo de mano de obra y genera más empleos que la incineración y el relleno sanitario. A esto se suman importantes ahorros en emisiones de GEI y ahorro de residuos en rellenos sanitarios. El papel representa alrededor de la tercera parte de todos los residuos sólidos municipales. El desperdicio de papel, con un crecimiento más rápido que el de cualquier otro material en países como China, es impulsado por el crecimiento demográfico, la urbanización y los patrones de consumo. Para todos los materiales considerados aquí, los estudios han mostrado que el reciclaje es preferible a los rellenos sanitarios y a la incineración, no solo por razones ambientales, sino también porque genera más empleos. Por ejemplo, las regulaciones relacionadas con el empaquetado y envasado también impactarán la creación de empleos en la industria del reciclaje.

Industrias como las del acero y del aluminio pueden esperar una mayor demanda proveniente de nuevos mercados de tecnologías limpias, tales como las tecnologías solares, ya que son una fuente importante de los materiales y componentes requeridos por estas. Es posible identificar estos potenciales beneficios considerando a las industrias no de manera individual, sino como parte de una cadena de valor más extensa que contiene posibles oportunidades económicas aún no descubiertas. Siguiendo este enfoque, un estudio de Gereffi et al. (2008) en EE.UU. muestra un ejemplo sobre cómo la producción de energía solar puede reponer empleos perdidos en la industria automotriz. La Infinia Corporation ha desarrollado un sistema de disco solar concentrado especialmente diseñado para ser producido en masa por los fabricantes de automóviles categoría 1 y categoría 2 (Tier 1 y 2) en EE.UU. Infinia, desde un principio, incluyó a los proveedores de automóviles de EE.UU. en el desarrollo y diseño de su producto. El producto puede fabricarse en las líneas de producción automotrices ya existentes que tienen una alta capacidad de excedente de producción. Infinia estima que cada unidad de capacidad de producción automotriz puede ser reacondicionada para producir 10 unidades de su sistema de energía solar, produciendo 120,000 MW de capacidad solar y asegurando 500,000 empleos de manufactura. En casos como este, en los que potencialmente se reemplazarían empleos por otros de un sector distinto, han surgido voces que piden una ‘transición justa y equitativa’ en la que aquellos perjudicados por los cambios sean atendidos de manera adecuada, y las nuevas oportunidades creadas se compartan entre grupos específicos de trabajadores representados por circunscripción.

Como sugiere el caso de la industria automotriz en EE.UU., la creación de nuevas oportunidades de empleo

puede consistir en la introducción de nuevas tecnologías, más allá de solo mejorar la eficiencia, y considerando las posibilidades que se basan en la diversificación y en las cadenas de valor que proporcionan tecnologías verdes como la energía solar y eólica. La AIE estima que por cada 1,000 millones de dólares invertidos en tecnología de energía limpia se crearán 30,000 nuevos empleos. Según lo indicado por Martínez-Fernández et al. (2010), estas cifras deben ser consideradas con precaución, sin ignorar las pérdidas laborales y el estrés social que acompañarán al periodo de transición.

La remanufactura y el reciclaje de chatarra metálica proporcionan oportunidades primordiales per se en el sector manufacturero. También se pueden encontrar oportunidades importantes en el área de la simbiosis industrial (nuevos productos derivados de viejos procesos), destacando también la importancia de impactos sistémicos (multi-sectoriales) más amplios, tal y como se considera en los escenarios del modelo de este informe (véase la siguiente sección). Las políticas públicas tales como una mayor responsabilidad del productor o los depósitos reembolsables pueden ayudar a promover la manufactura de ciclo cerrado, y a extender el ciclo de vida de los productos, con el consiguiente ahorro de recursos y creación de más empleos en las áreas de mantenimiento, reparación, remanufactura y reciclaje. La recolección y la clasificación de productos usados o fuera de uso (logística reversa) podrían ser importantes fuentes de empleo. Transfiriendo impuestos sobre la mano de obra hacia las emisiones de residuos y/o la extracción de materias primas también podría ser una forma efectiva de crear más empleos mediante la reducción de costos de trabajo *vis a vis* los costos directos de energía, o los costos de capital.

4.4 Crecimiento y recuperación: lecciones para los mercados en vías de desarrollo

La eventual llegada del pico de producción del petróleo pone de manifiesto que en el futuro no puede esperarse un suministro de petróleo y gas a bajo precio. El crecimiento económico futuro, más que en el pasado, dependerá del progreso tecnológico y de la intensificación del capital debido a que se prevé una desaceleración gradual del crecimiento en la fuerza laboral mundial. El aumento en la tasa de eficiencia energética ha ido disminuyendo desde la década los sesenta. Una aceleración del progreso tecnológico frente a una eficiencia de recursos parece factible, aunque es improbable que suceda sin un esfuerzo mundial sin precedentes.

Se espera que el crecimiento económico futuro sea impulsado por los países emergentes, liderados por China e India. Sin embargo, se espera que estos países cambien

su énfasis actual, de un crecimiento orientado a las exportaciones a un crecimiento nacional impulsado por la demanda doméstica, conforme el crecimiento de la fuerza de trabajo y la migración rural-urbana se desacelere, lo que conducirá a aumentos salariales conforme las redes de seguridad social se adecuan o se fortalecen. El aumento del consumo en relación con los ahorros reducirá los desequilibrios mundiales, aunque también habrá una desaceleración de las tasas de crecimiento del PIB. Se requiere de un gran esfuerzo en materia de eficiencia de recursos en las economías en vías de desarrollo más débiles, en las que se registrarán los mayores crecimientos demográficos, y en donde los impactos económicos y sociales de la escasez de recursos y de la volatilidad de los precios probablemente será más severos (Shin, 2004).

El principal medio para la reducción de la pobreza mundial es el crecimiento económico, a pesar de que este tiene un impacto menos directo sobre la desigualdad. El aumento de la demanda de productos y servicios de las poblaciones en proceso de urbanización, y el crecimiento productivo, serán el motor fundamental del crecimiento económico. Puede esperarse que un aumento en la eficiencia de recursos resulte en una parte del crecimiento futuro en la productividad. Ésta es la razón por la que algunos apuntan a un probable *efecto rebote*, a menudo con base en ejemplos registrados y la evidencia de la Paradoja de Jevons; y cuestionan el grado en el que la inversión en eficiencia realmente reducirá el uso de recursos. Existen pocas dudas acerca de que las innovaciones tecnológicas -mediante el incremento de la eficiencia, la reducción del costo de materiales básicos y de la energía, y el incremento de la productividad del trabajo- han sido los principales motores del crecimiento económico en el pasado. Un costo de insumos más bajo genera una mayor demanda por los bienes existentes o por los productos y servicios nuevos que no existían anteriormente.

No hay un solo canal o mecanismo de rebote, sino varios, los cuales incluyen: un uso más intensivo de equipos consumidores de energía por parte de los usuarios actuales debido a una mayor eficiencia energética y, por lo tanto, a un costo real de energía más bajo; compra de unidades más grandes o unidades con funciones/servicios de mayor consumo de energía y, en consecuencia, el uso de más energía (por ejemplo, vehículos con aire acondicionado); difusión de tecnologías de eficiencia energética y de recursos hacia nuevos sectores y aplicaciones (incluyendo los hogares), lo que deja en parte sin efecto a los ahorros resultantes de la eficiencia mejorada por unidad; gasto de los ahorros debidos a la conservación de la energía en otros bienes y servicios que requieren grandes cantidades de energía (efecto ingreso); creación de nueva demanda (por ejemplo, nuevos usuarios) debido a un precio más bajo de la energía en el mercado si los ahorros iniciales de energía son gran-

des; y difusión de tecnologías de eficiencia energética de uso general como baterías o computadoras (Van den Bergh, 2008, 2011).

Todos estos ejemplos dependen en última instancia de las reducciones de costo o precio debidas a las mejoras en la eficiencia. Sin embargo, las siguientes décadas, seguramente experimentarán aumentos importantes en los precios de la energía, una vez que los costos de la reducción de emisiones de CO₂ hayan sido establecidos a niveles lo suficientemente altos para estabilizar el CO₂

atmosférico y hayan sido internalizados por completo por los usuarios. En este caso, una mayor adopción de tecnologías más eficientes ayudará a suprimir impactos que de otra manera serían negativos para el crecimiento económico como resultado de precios más altos de la energía. Sin embargo, las propuestas de eficiencia de energía no pueden depender de los precios más altos del petróleo como tales, ya que hay otras alternativas disponibles como el carbón. Esta realidad pone de manifiesto la necesidad de tener políticas de regulación adecuadas y en plena aplicación.

5 Cuantificando las implicaciones del enverdecimiento

5.1 Tendencias del escenario base (BAU)

Resumiendo los hallazgos del modelo Umbral 21 o Threshold 21 (T21, por sus siglas en inglés), realizados por el Millennium Institute para escenarios de inversión hasta 2050, comenzamos con el escenario base (BAU) en el sector manufacturero. La AIE prevé que el PIB se cuadruplicará entre 2010 y 2050⁹ en todos los escenarios, y la manufactura (como se define para efectos de este capítulo) contribuiría en un 27.6 por ciento del PIB y un 24.2 por ciento del empleo global para 2050. Sin embargo, si el pico de producción del petróleo se produce antes de lo que la AIE ha establecido, la tasa de crecimiento económico mundial podría ser mucho más baja que la prevista por IEA (2009).

La fuerte dependencia en la energía y las industrias manufactureras se ve reflejada al contribuir con un tercio del consumo energético mundial y el 25 por ciento (6.7 Gt) del total de las emisiones mundiales, 30 por ciento de las cuales provienen de la industria del hierro y el acero; 27 por ciento de los minerales no metálicos (cemento principalmente), y el 16 por ciento de la producción de químicos y petroquímicos. Las emisiones de CO₂ provenientes de la combustión de combustibles fósiles en el sector industrial sumaron 3.8 Gt en 2007, mostrando un incremento del 30 por ciento desde 1970. Se espera que continúen aumentando hasta alcanzar 5.7 Gt en 2030 y 7.3 Gt en 2050 en el escenario BAU, principalmente debido al mayor consumo de carbón.

Se prevé que la cantidad de agua empleada para la producción industrial aumente de 203 km³ en 1970 a 1,465 km³ en 2030, y a 2,084 km³ en 2050. Está proyectado que el agua para uso industrial, como parte de la demanda total del recurso, aumente de un 9.4 por ciento en 1970 a un 22 por ciento en 2030, y a un 25.6 por ciento para 2050.

⁹ El modelo económico de la AIE es un típico ejemplo de los modelos de crecimiento neoclásicos, al asumir que el crecimiento puede y va a continuar a tasas históricas sin tener en cuenta la disponibilidad o el precio de la energía. Esta hipótesis ha sido fuertemente cuestionada por el trabajo econométrico de Ayres y Warr (Ayres et al., 2004, 2009a), quienes sostienen que el crecimiento es proporcional a la producción de "trabajo útil" de la economía en su totalidad. El "trabajo útil" es resultado del consumo de energía por la eficiencia de conversión.

5.2 Tendencias bajo un escenario de inversión verde

El modelo T21 del Millennium Institute hace estimaciones de manera selectiva (entre otras cosas) para simular cuál sería el efecto económico generalizado de las inversiones por el enverdecimiento de los sectores, mediante el empleo de indicadores como la producción industrial y el crecimiento del PIB, el empleo, el consumo de recursos, y las emisiones de CO₂ derivadas del uso de combustibles fósiles (véase la Figura 8). En esta sección se presentan estos resultados que abarcan seis subsectores industriales: el acero, los textiles, el aluminio, el cuero y la piel, el papel y la pulpa, y productos químicos y plásticos. Otros sectores industriales son tratados en un sentido más amplio y agregado dentro del macro sector industrial, como se presenta en el capítulo 'Modelación'. Las industrias de consumo energético intensivo, como la del cemento, los productos minerales no metálicos y los subsectores de

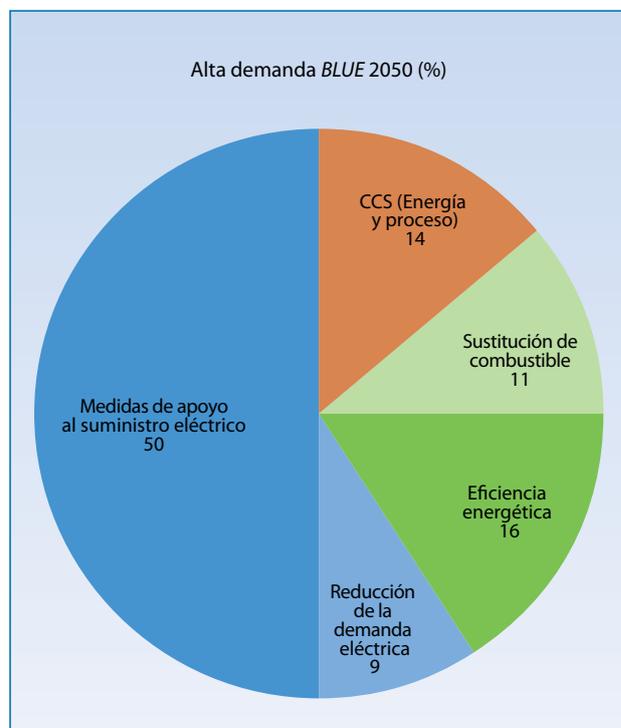


Figura 8: Contribución de la industria a las reducciones de CO₂ por tipo de medida-Modelo AIE (2009b)

Adaptado de: Tukker y Tischner (2009)

productos electrónicos no se desglosan en el modelo debido a la falta de datos.

En el modelo económico verde T21, el escenario G2 de inversión verde en el sector de la industria supone la asignación del tres por ciento del total de la inversión verde adicional para mejoras en la eficiencia energética industrial¹⁰. Esto se traduce en 79,000 millones de dólares por año en promedio entre 2010 y 2050. Las inversiones están destinadas a una mayor eficiencia, baja en carbono, y a un desarrollo del sector industrial en general y de los subsectores seleccionados.¹¹ Un crecimiento más rápido, dejando todo lo demás constante, se traduce en una demanda más alta de materiales básicos, provocando una mayor demanda de energía y la generación de mayores emisiones de CO₂ en los sectores industriales.

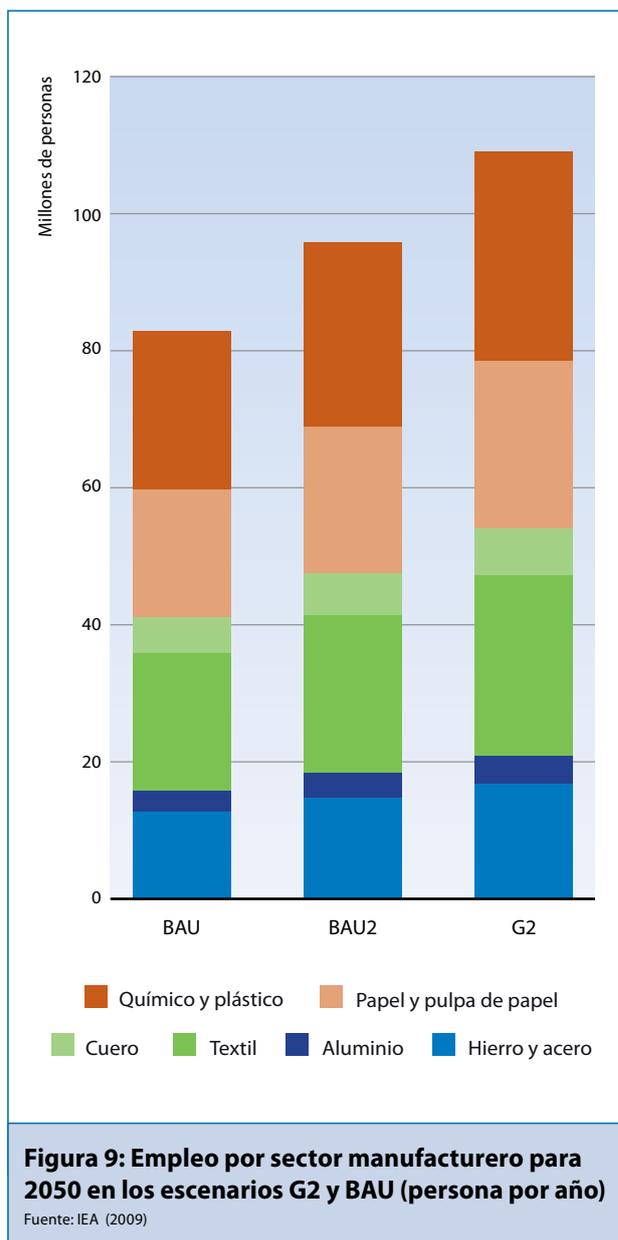
Los resultados de la simulación indican que la inversión en el sector de la industria reduce el consumo de energía y las emisiones. Esto a su vez ayuda (sin alterar otros factores) a reducir el precio de los combustibles fósiles y produce un valor agregado y empleo mayores (tanto dentro de los sectores industriales analizados como a lo largo de la economía). Se prevé que para 2050 el nivel de empleo industrial total será de aproximadamente 1,040 millones de personas empleadas bajo un escenario G2 (21 por ciento del empleo total a lo largo de todos los sectores), lo que equivale a un 2.4 por ciento menos que en el escenario BAU2. En materia del empleo en los seis sectores manufactureros analizados con más detalle, para 2050 el número total de empleos será de 109 millones en el escenario G2, un 15 por ciento más que en el escenario BAU2 (véase la Figura 9).

El cambio (la reducción neta) en el empleo total se debe a la interacción de varios factores: (1) una mayor demanda de las industrias analizadas –aumento en el empleo (el factor principal que causa el aumento en el empleo en sectores de alto consumo energético es estudiado con más detalle); (2) una mayor eficiencia e intensidad del capital (a diferencia de la intensidad en mano de obra, también debida al hecho de que el capital corriente es menos costoso en el escenario G2, a causa de, por ejemplo, costos de energía más bajos)-reduciendo el nivel de empleo; y (3) una mayor productividad del trabajo (impulsada por una expectativa de vida más alta y el acceso a servicios de asistencia social en el escenario G2). Sin embargo, estos cálculos

no incluyen la creación potencial de empleos derivada de las mejoras en la eficiencia energética (lo cual es el caso del uso final en los sectores residenciales y comerciales), debido a la falta de bibliografía relevante al respecto.

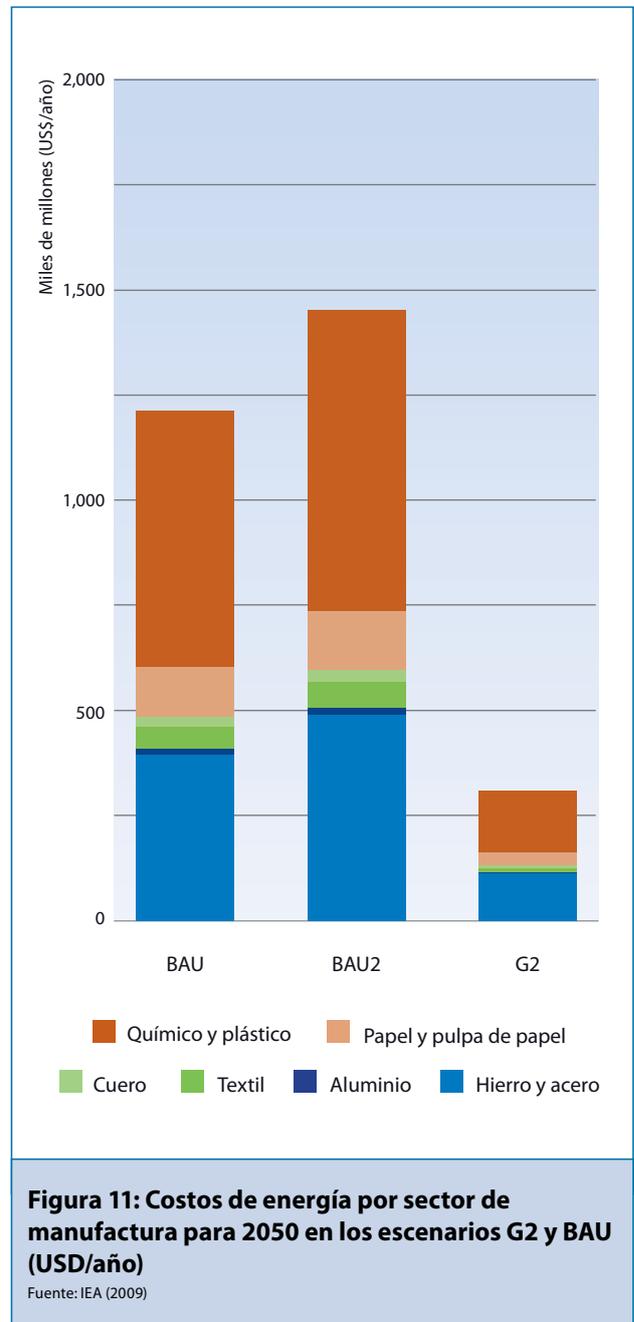
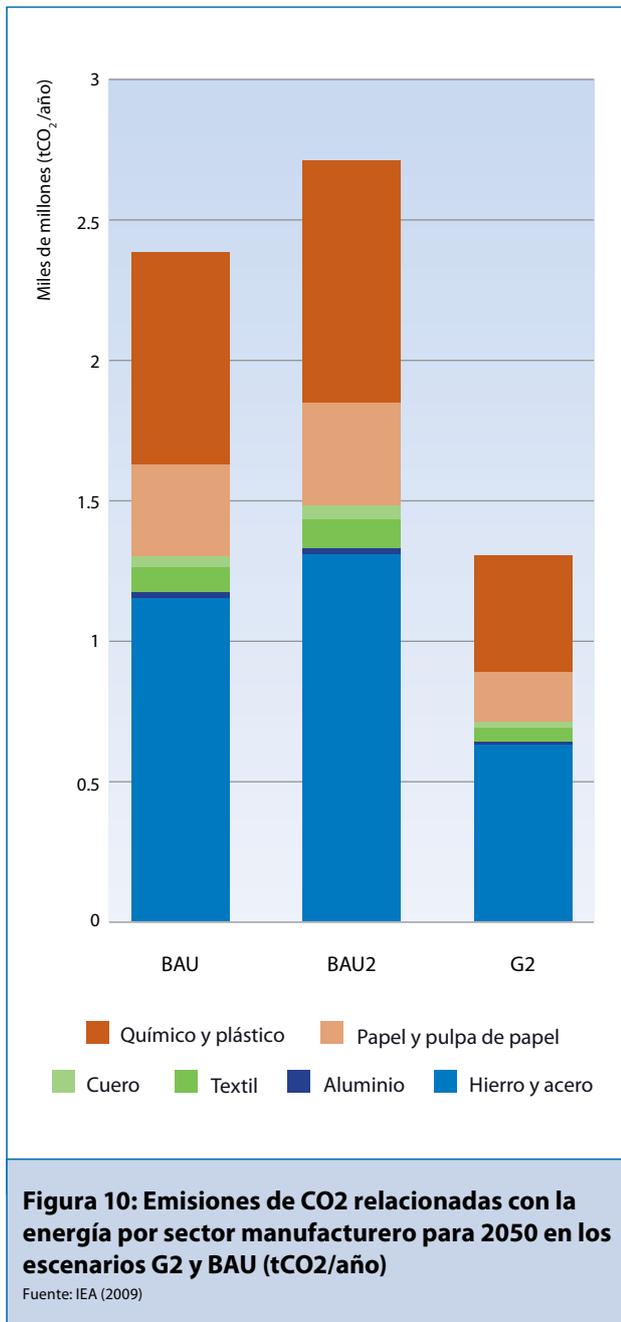
Para 2050, la inversión verde dará lugar a una mejora considerable en la eficiencia energética, lo que prácticamente desacoplará el uso energético del crecimiento económico, particularmente, en la mayoría de las industrias de uso intensivo de energía. Se esperaría que la mayor eficiencia energética disminuya la energía total usada y las emisiones de CO₂ asociadas a procesos del sector industrial en un 51 por ciento (3.7 Gt en el escenario G2) para 2050, con un freno en la tendencia de crecimiento a partir de 2025.

Las emisiones totales de los seis sectores manufactureros seleccionados también disminuirían a 1.3 Gt en



10 Las inversiones adicionales de la economía verde con un valor del dos por ciento del PIB para el escenario G2.

11 Esta inversión es estimada empleando la disminución del costo de CO₂ industrial publicado por la AIE en las perspectivas de la economía mundial (WEO, por sus siglas en inglés) de 2009, aunque con una inversión limitada en CAC. Véase el capítulo de ‘Modelación’.



el caso verde, desde 2.7 Gt en la alternativa marrón (BAU 2). (Véase la Figura 10).

El consumo de energía evitado a escala industrial promedia un 52 por ciento para 2050 al compararla en G2 con BAU2 (o el 52 por ciento en relación con el BAU2), lo que equivale a costos evadidos promedio de hasta 193,000 millones de dólares por año en relación con el BAU 2, entre 2010 y 2050, según el tipo de industria considerada.¹² El sector de los productos químicos y plásticos ofrece la mejor oportunidad, con un potencial de 193,000 millones en costos de energía evitados

por año en relación con el escenario BAU2. Le sigue el sector del acero, con un promedio de entre 115,000 y 136,000 millones de dólares en ahorros potenciales por año. El sector del papel y la pulpa ahorran 37,000 millones de dólares; los textiles, 17,000 millones de dólares; y la piel y el cuero 8,000 millones de dólares. El sector del aluminio es el menos prometedor con 44,000 millones de dólares en costos de energía evitados anualmente en el caso G2. Las estimaciones anteriores se proponen únicamente como ejemplos, sobre la base de una inversión hipotética de 37,600 millones de dólares por año en promedio entre 2011 y 2050 (véase la Figura 11).

¹² Los costos evitados no representan ganancias económicas puras, ya que implican desinversión y desempleo en los sectores tradicionales de energía (efecto inverso de la recuperación).

El modelo también asume la misma reducción de costo por tonelada de emisiones para todas las industrias, aunque en realidad se basen en tecnologías muy dife-

rentes. No obstante, las experimentaciones del modelo G2 proporcionan cierta idea sobre el potencial costo de oportunidad agregado de la inversión en tecnologías de bajo carbono y las mejoras de eficiencia.

El costo total promedio de las emisiones en el escenario BAU y los escenarios de economía verde (basados en las proyecciones de la AIE) sería de 629,000 millones de dólares (BAU2) y 380,000 millones de dólares (G2). Suponiendo un sistema de mercado de carbono con precios alineados con un plan nacional reciente de EE.UU., y sin concesiones gratuitas, la inversión de la economía verde arrojaría en promedio entre 264,000 a 249,000 millones de dólares por año en costos evitados entre 2011 y 2050, en relación con los correspondientes escenarios marrones (o 230,000 millones-195,000 millones de dólares en el caso BAU).

Cabe señalar que las simplificaciones necesarias en el modelo (en cualquier modelo) producen resultados simulados que pueden diferir en algún grado de la realidad, si se considera que estos resultados son incapaces de tomar en cuenta una diversidad de cadenas causales que no están relacionadas con las interrelaciones entre inversión, crecimiento y empleo. Sin embargo, los resultados optimistas de la simulación son realistas, por lo menos en cuanto a magnitud. El actual sistema económico mundial, y en especial su componente industrial, ha sido construido sobre una base de

energía fósil con precios devaluados y otros servicios ecosistémicos. Esto ha provocado prácticas de consumo y producción extremadamente despilfarradoras en muchas partes del mundo. Por diferentes razones, el precio de la energía probablemente aumentará de forma significativa en el futuro. Esto inducirá a todos en el sistema a buscar productos y servicios que ahorren energía. El efecto último será la posibilidad de que los bienes y servicios existentes sean producidos con mucha menos energía. Queda por verse en la práctica si una mayor eficiencia compensará por los costos más altos (y permite de esta manera un crecimiento económico igual o mayor), aunque bien puede existir un dividendo potencial doble, lo cual se ilustra en los escenarios G1 y G2.

Un análisis reciente para EE.UU. proporcionó una evaluación sobre el impacto económico de la legislación energética y climática (APA-ACELA, por sus siglas en inglés) abierta en EE.UU., junto con una versión de características mejoradas de eficiencia energética, comparable con el pronóstico de referencia BAU en el *International Energy Outlook* de 2010 publicado por la Administración de Información sobre Energía (US, DOE por sus siglas en inglés). En este se cubre el periodo que abarca de 2013 a 2030. Sus conclusiones tienden a confirmar que los resultados del Millennium Institute, reportados anteriormente, sobre todo en materia del nivel de empleo, se han pronosticado con precisión.

6 Posibilitando las condiciones para una transformación verde en la manufactura

El sector manufacturero puede aportar una contribución importante en el enverdecimiento de las economías nacionales al producir bienes que son más eficientes en términos de recursos y que tienen menores impactos ambientales en sus ciclos de vida. Particularmente, esto se aplica a las cadenas de valor de uso intensivo de recursos como la de producción de metales y la fabricación de vehículos. Pero para que las industrias manufactureras realicen esta transición, necesitan recibir la legislación y las señales de precios adecuadas. Bajo ciertas condiciones, también precisa del respaldo institucional de los gobiernos, en particular para garantizar que las inversiones de apoyo en infraestructura física y educación sean suficientes para propiciar una transición que utilice nuevos sistemas y habilidades.

Las décadas pasadas han atestiguado una reestructuración importante de la economía global, la base industrial manufacturera mundial se ha desplazado hacia los países en vías de desarrollo y hacia las economías emergentes, mientras que los países desarrollados tienen una orientación hacia el sector de los servicios más pronunciada. La globalización, a través del aumento en los flujos comerciales y de inversión transfronterizos, está apoyando esta reestructuración, junto con cambios tecnológicos y organizacionales relacionados. Este proceso de transición, impulsado por factores globales de producción y de mercado más que por factores locales de desarrollo, ha dado lugar a importantes brechas de capacidad en las economías en transición y en vías de desarrollo para administrar la transformación estructural de su economía sobre una base más sostenible. Esta situación representa una desventaja para las empresas pequeñas, al no poder adoptar tecnologías más eficientes en cuanto a recursos, a medida que se enfrenten a mayores demandas para satisfacer las nuevas normas requeridas para la comercialización de sus productos a lo largo de las cadenas de suministro mundiales.

Considerando el contexto anterior, esta sección se centra en las acciones que pueden adoptar principalmente los gobiernos para ayudar a inducir la transición hacia una producción industrial verde mediante cambios graduales y transformativos. Se trata de una transición que se enfrenta a factores tales como la escasez de

recursos y el aumento en los costos de la energía, así como a obstáculos como monopolios ineficientes, regulaciones obsoletas que restringen nuevas propuestas tecnológicas y conflictos de agente-principal. Es una transición en la cual los monopolios de la energía, por ejemplo, necesitan ser transformados por la iniciativa gubernamental mediante el apoyo a la descentralización de la producción de energía y a la inversión en redes de suministro inteligentes que ahorren pérdidas en la transferencia de electricidad. También es una transición en la que los gobiernos necesitan considerar la eficiencia de recursos, desde una perspectiva integrada, evitando políticas tecnológicas –por ejemplo, la captura y almacenamiento de carbono (CAC)– que prioricen una sola medida (como las emisiones de carbono) a costa de una mayor extracción de combustible fósil, una menor eficiencia de recursos y un crecimiento económico más bajo.

Antes de reflexionar acerca de los instrumentos adecuados para tomar acciones, se recomiendan dos políticas prioritarias y esenciales para el enverdecimiento del sector manufacturero y para la promoción de la manufactura de ciclo cerrado y de enfoques asociados al ciclo de vida con soportes para la recuperación y la infraestructura de reciclaje; y reformas regulatorias para propiciar las mejoras de eficiencia en el uso de la energía, por ejemplo, a través de la introducción de tecnologías de cogeneración y ECC, y la provisión de energía descentralizada producida mediante el uso de energías renovables. Esto último necesita apoyarse en una inversión en pequeñas redes inteligentes de suministro y en enfoques como las tarifas de introducción de energía renovable y el establecimiento de precios por consumo según la hora del día (véase el capítulo 'Energía').

6.1 Prioridades políticas

Manufactura de ciclo cerrado y enfoques de ciclo de vida

Los esfuerzos para promover la eficiencia de recursos en el producto, proceso de producción y empresa, deben complementarse con innovaciones de eficiencia de recursos a nivel de grupo industrial y de sistemas.

Desde una perspectiva empresarial, esto comienza con enfoques como el eco-diseño, la administración del ciclo de vida y una producción más limpia. Para la industria y sistemas, esto implica innovaciones como el enverdecimiento de las cadenas de suministro y el agrupamiento de las industrias en una zona económica determinada, con el fin de convertirse en una plataforma para la eficiencia de recursos mediante flujos optimizados de recursos entre industrias. Los parques industriales del futuro podrían ser ecoparques que maximicen una simbiosis industrial y garanticen trabajos verdes.

El avance hacia una manufactura de ciclo cerrado por medio de la remanufactura y el reprocesamiento de productos y materiales post-consumo, que en la actualidad se tiran como desperdicios, representa una gran oportunidad para la transición hacia una economía verde. Dos grandes categorías de residuos post-consumo en las que podría centrarse dicha transición son los residuos electrónicos y materiales como metales, vidrio, plásticos y productos de papel. La última categoría constituye el grupo más diverso de productos industriales, el cual ya es objeto de cierto grado de reciclaje, aunque en diferentes grados de organización y con un carácter informal en muchas sociedades en vías de desarrollo. El centro de acción de las políticas estaría, por consiguiente, en la formalización y estructuración de la recuperación de los residuos y el proceso de reciclaje de tal forma que esto conlleve beneficios económicos, ambientales y sociales añadidos. En el caso de los residuos electrónicos, esto implica una cadena de valor de alta tecnología en donde la producción de bienes electrónicos sea realizada por empresas multinacionales en las economías desarrolladas y emergentes. Se trata de una cadena de valor con un desensamblado intensivo en mano de obra para la recuperación de las partes aún útiles. La combinación de estas características también podría servir como base para el desarrollo de un tipo diferente de simbiosis que involucre a actores económicos provenientes de mercados desarrollados y de mercados en vías de desarrollo.

Cogeneración: energía y calor combinado

La mayoría de las aplicaciones industriales tienen necesidad de calor, y la mayor parte del potencial de las aplicaciones de cogeneración se encuentra en sectores de industrias de consumo energético intensivo como el del acero, aluminio, cemento, productos químicos, y celulosa y pulpa. Es viable técnica y económicamente reciclar calor residual de alta temperatura u otros residuos combustibles procedentes de empresas industriales como las de los hornos de coque, las fábricas de acero, las plantas cementeras, los productores de vidrio, de ladrillo y de trabajos de cerámica. Esto brinda la oportunidad, si las políticas y regulaciones lo

permiten, de complementar redes de electricidad generadas de forma centralizada con sistemas de calor y energía locales, en donde la electricidad se genera y el calor se reutiliza en la industrial local. Es una oportunidad para realizar mejoras significativas en la productividad de los recursos, en combinación con una inversión en redes de suministro inteligentes.

No hay duda de que el mundo está electrificándose y la demanda de energía eléctrica continúa creciendo en todas partes. Numerosos usuarios industriales, comerciales y domésticos consumen combustibles fósiles únicamente con el objetivo de cocinar, agua caliente, calefacción, o producir vapor industrial a temperaturas moderadas. No existe ninguna razón técnica porque la mayoría de estas aplicaciones de calor de baja temperatura no puedan ser suministradas por medio de ECC, basadas en motores de diésel, pequeñas turbinas de gas, celdas de combustible de alta temperatura o incluso recolectores solares en las azoteas de las viviendas. Las ECC siguen siendo un mercado sin explotar (Von Weizsaecker et al., 2009). Además, un gran número de sectores de la industria tiene un potencial significativo para la generación de electricidad a partir de residuos de calor, como es el caso de las fábricas de acero.

Para acometer un uso efectivo de tales posibilidades, sería necesario que todas estas unidades de producción de electricidad estén conectadas a una red de suministro, tanto para vender sus excedentes como para comprarlos durante periodos ocasionales de interrupción. Sin embargo, en la mayoría de los países la industria eléctrica es un monopolio legalizado, ya sea público o privado, con derechos exclusivos de distribución. Además de la tendencia natural de inducir ineficiencias a lo largo de toda la cadena de producción, distribución y uso, dichos monopolios actúan como las principales barreras institucionales para el desarrollo de las ECC a diferentes escalas. Según la IEA (2009b), el principal problema al que se enfrentan los aspirantes a inversores de ECC es la dificultad de garantizar un valor de mercado justo para toda electricidad que se exporte a la red de suministro eléctrico. Superar estos obstáculos requiere de medidas políticas que promuevan tecnologías innovadoras como la ECC, con una aplicación específica a los residuos de calor industrial y de la biomasa.

6.2 Instrumentos políticos para posibilitar la manufactura verde

El espectro de instrumentos a disposición de las instituciones gubernamentales para diseñar un entorno más propicio para el enverdecimiento de la industria y la manufactura puede clasificarse de la siguiente manera:

- Mecanismos de regulación y control;
- Instrumentos económicos o de mercado;
- Incentivos e instrumentos fiscales, y
- Acción voluntaria, información y fomento de capacidades.

Una evaluación de las prioridades políticas y de los instrumentos preferentes debe considerar que la manufactura está repartida en países y subsectores industriales diferentes, como ya se destacó en la introducción de este capítulo. Es probable que las empresas involucradas prefieran enfoques holísticos que propicien un mejor reparto de los costos, responsabilidades, recursos, y recompensas a lo largo de las cadenas de valor de la manufactura. Esto requiere, entre otras cosas, de avances en la divulgación corporativa y en la gobernanza; de incentivos fiscales para impulsar el cambio del diseño y de la recuperación de productos; del apoyo a las políticas para el desarrollo de normas adecuadas en la manufactura sostenible, y de los incentivos y la capacitación para mejorar los procesos existentes y el reacondicionamiento de las fábricas para que sean más eficientes con los recursos. Se requiere que las políticas sean una combinación de los elementos discutidos a continuación.

Mecanismos de control y regulación

Las principales fuentes de cantidades importantes de emisiones y efluentes en las industrias manufactureras han sido tradicionalmente el objetivo inicial de los instrumentos de regulación y control. Una legislación con estándares de tecnología y/o desempeño claramente definidos puede impulsar la inversión verde alentando a las industrias a emplear los recursos naturales de manera más eficiente, y creando mercados para la producción de productos verdes. Los requisitos reglamentarios pueden incorporar estándares de tecnologías más limpias en el licenciamiento de nuevas operaciones industriales. Pueden establecer normas de emisión y descarga con requerimientos claros para las industrias sobre la necesidad de contar con la mejor tecnología disponible (MTD) o la mejor tecnología posible (BPT, por sus siglas en inglés). No obstante, deben tomarse las precauciones necesarias para que el establecimiento de normas por regulación no sea un obstáculo para la innovación e impida mantenerse al día con el progreso tecnológico. La experiencia en China ha mostrado de qué manera el desarrollo ecoindustrial o la simbiosis industrial pueden ser frenados por las regulaciones que imponen multas demasiado bajas sobre las descargas, y que prohíben o restringen el intercambio de subproductos entre las empresas. (Geng et al., 2006).

Las licencias sobre operaciones brinda una oportunidad para ofrecer incentivos, relacionados, por ejemplo, con la planificación del uso de suelo, para alentar a los terrenos/fincas y parques industriales ya existentes a avanzar hacia un paradigma de manufactura de circuito cerrado por medio del reciclaje de materiales y esquemas de intercambio. Pueden emplearse disposiciones de políticas y una planificación para garantizar que el desarrollo y la administración de nuevos terrenos y parques industriales se ajusten a los principios de la simbiosis industrial y así convertirlos en parques ecoindustriales. Esto requiere también de gobiernos que inviertan en infraestructura de apoyo para el tratamiento y la conversión de residuos en recursos. Por otro lado, pueden establecerse sistemas de cuota para recursos (como el agua) en parques industriales, con un mecanismo de sanciones que exija a los arrendatarios pagar varias veces más el costo de la tasa normal de aquellos recursos que utilicen, siempre que excedan su cuota asignada.

Los mecanismos de regulación pueden promover principios como la Prevención (3P, 3R), 'quien contamina paga' (Polluter Pays); y la Responsabilidad Ampliada del Productor (RAP) para animar a los grandes fabricantes con cadenas de suministro complejas a favorecer la manufactura de ciclo cerrado y sistemas más eficientes de recuperación para la remanufactura y el reciclaje. En años recientes, regulaciones como los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (WEE, por sus siglas en inglés), la Restricción de Sustancias Peligrosas (RoHS, por sus siglas en inglés), las directivas del Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias Químicas (REACH, por sus siglas en inglés) de la UE han tenido un impacto en el mundo en normas aplicadas a la fabricación y el uso de productos.

Las regulaciones tradicionales de comando y control introducidas en muchos países a partir de la década de los setenta han tendido a basarse en la tecnología o en el rendimiento. Se centraban en soluciones de etapa final, sin considerar enfoques más preventivos y formas de mejorar la eficiencia de los recursos mediante cambios más sistémicos para el proceso de producción o incluso en el diseño de productos. Esta situación limitó los incentivos para que los fabricantes mejoraran los estándares de manera continua y fundamental (eficiencia dinámica), en contraposición con los instrumentos económicos que ponen un precio a las emisiones y efluentes con el fin de crear un incentivo permanente para la optimización. Si bien son en apariencia sencillas de introducir, las regulaciones de comando y control pueden ser costosas e ineficientes en la práctica.

El ejemplo histórico de la fabricación de vehículos muestra la manera en que los enfoques reguladores y de control pueden combinarse con los instrumentos fiscales y voluntarios para traer consigo cambios en la

innovación tecnológica. Las normas obligatorias o voluntarias y los impuestos pueden conducir a cambios en la innovación a lo largo de una frontera tecnológica o cambios de la frontera tecnológica (OECD, 2010b). El tipo de cambios descrito en este capítulo para la industria manufacturera requiere también de un cambio de la frontera, incluyendo el rediseño de productos y la introducción de nuevos sistemas de producción para la manufactura de circuito cerrado. Sin embargo, los cambios a lo largo de la frontera tecnológica siguen siendo importantes para una mejora constante. En el caso de la fabricación de vehículos, estos pueden suponer innovaciones en una caída de las emisiones en las etapas finales, la sustitución de insumos (por ejemplo, de combustibles), sustitución de factores (motores rediseñados y más eficientes) y sustitución de productos (mayor eficiencia de combustible en un vehículo rediseñado). Un análisis de los inventos y de las patentes en la fabricación de automóviles durante el periodo de 1965 a 2005, realizado por la OECD (2010b), ha mostrado un efecto positivo contundente de los impuestos a la gasolina –combinada con la presión reglamentaria– sobre las tecnologías de rediseño de motores, con un factor de sustitución mostrando el crecimiento más alto en las aplicaciones de patente durante el periodo considerado.

Instrumentos económicos o de mercado

Los instrumentos económicos para el control de la contaminación y la reducción de otras presiones ambientales incluyen cargos y multas por incumplimiento, pagos de responsabilidad y sistemas de permisos negociables para, por ejemplo, la contaminación del aire, la calidad del agua y la gestión del suelo. Los instrumentos que regulan los precios tienen la ventaja de garantizar que el costo marginal de abatimiento sea el mismo para todos los que contaminan. Los cargos pueden dirigirse a las emisiones y productos (fabricación, uso o eliminación), así como a los subproductos tales como el envasado y las baterías. Estos últimos también pueden ser tratados mediante sistemas de reembolso de depósitos, que pueden llegar a ser cada vez más importantes en el mundo para industrias como la electrónica y la de la fabricación de vehículos. Una nueva legislación puede fomentar el reciclaje exigiendo depósitos retornables sobre productos reciclables. La regulación directa sobre las emisiones puede complementarse provechosamente con normas de depósito y normas de eliminación al final del ciclo de vida.

Para promover el ordenamiento integrado de recursos hídricos entre los usuarios industriales del agua, el gobierno puede establecer precios mediante impuestos, tarifas y *royalties*, o bien limitar las cantidades disponibles mediante esquemas de permisos negociables. En este último caso, un mercado de consumo para el agua en una cuenca fluvial compartida puede permitir a los

usuarios con consumos altamente valorados, comprar o arrendar el agua proveniente de usuarios con consumos valorados a la baja. Al igual que con los programas de crédito de contaminación del aire, el objetivo es transferir las responsabilidades de reducción a los agentes con los costos más bajos de reducción de uso. En EE.UU., se han creado mercados en Estados áridos para distribuir el agua con un éxito relativo. Canadá es un ejemplo de país industrializado en donde la producción de energía y la manufactura son los principales sectores consumidores de agua. La mayor parte del agua empleada por las plantas de fabricación ha sido tradicionalmente descargada de manera directa a un cuerpo de agua receptor. Una estimación realizada por Renzetti (2005) sobre el uso de instrumentos económicos para el Ordenamiento Integrado de los Recursos Hídricos (OIRH) en Canadá ha mostrado que el uso de instrumentos económicos puede reducir los costos de monitoreo, aunque diseñarlos adecuadamente y colocarlos en los niveles apropiados requiere que los reguladores ambientales, federales y provinciales, empleen un análisis económico (como el análisis de relación costo-beneficio o el de relación costo-rendimiento).

EE.UU. fue pionero en la regulación de las emisiones de lluvia ácida al introducir el comercio de derechos de emisión para reducir las emisiones de SO_2 y NO_x (Clean Air Act, 1990), mientras que la UE introdujo un marco de regulaciones a través de su Directiva sobre Grandes Instalaciones de Combustión (1989). En 2005, la UE puso en marcha el primer programa de comercio de derechos de emisión a nivel regional para cumplir con sus compromisos del Protocolo de Kioto en el marco de la United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). El esquema ha mostrado las complicaciones que los reguladores afrontan al introducir programas de comercio de derechos de emisión ya sea por ‘apadrinamiento’ (asignación libre con base en las emisiones existentes por industrias) o por subasta. Si bien la sobreasignación en el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE (EU-ETS, por sus siglas en inglés) dio como resultado un precio nulo del carbono, la asignación sería la preferida sobre la subasta para industrias pesadas como la del aluminio y el acero, que enfrentan una competencia internacional directa. En comparación con instrumentos de dirección y control como el licenciamiento y los estándares de tecnología, el comercio de derechos de emisión puede desempeñarse mejor en términos de criterios tales como la relación costo-rendimiento, los efectos a largo plazo y eficiencia dinámica, por ejemplo, promoviendo mejoras continuas. La experiencia en el campo climático ha demostrado que la relación costo-rendimiento de los programas de comercio de derechos de emisión pueden ser determinados por la visibilidad y la solidez de su objetivo y sistema, la eficiencia del precio del carbono y de la restricción (Buchner et al., 2009).

	Aluminio	Acero	Cemento	Químicos
Participación en emisiones de GEI	El 0.8 por ciento de emisiones globales y cuatro por ciento de emisiones de manufactura industrial.	El 3.2 por ciento de todas las emisiones globales y un estimado de 4.1 por ciento de CO ₂ global -aproximadamente 15 por ciento de la emisiones por manufacturas- con 70 por ciento de emisiones del uso directo de combustible y 30 por ciento emisiones indirectas del calor y la electricidad.	Cuatro por ciento de emisiones globales (emisiones del proceso y uso de energía) y cinco por ciento de CO ₂ global: se espera que se duplique en los próximos 40 años, la mayor parte del incremento en países en vías de desarrollo; 18 por ciento de todas las emisiones de manufactura, emitidas en varios puntos del proceso de producción.	Cinco por ciento de las emisiones globales y 23 por ciento de emisiones asociadas con las industrias de la manufactura y de la construcción.
Concentración de actores	Doce países representan el 82 por ciento de la producción global; China, Rusia, la UE, Canadá y EE.UU. representan el 61 por ciento de la producción total; diez empresas líderes (mayoritariamente multinacionales) producen el 55 por ciento del aluminio en el mundo.	Cerca del 90 por ciento de las emisiones de GEI por la producción de acero son causadas por nueve países o regiones. Las 25 principales compañías productoras de acero representaron aproximadamente el 43 por ciento de la producción global en 2006.	Concentración relativamente baja; con las 16 compañías más grandes representando un 25 por ciento de la producción total. Cerca del 81 por ciento de la producción tiene lugar en 12 países; China por sí sola produce alrededor de la mitad del cemento en el mundo.	Altamente concentrado geográficamente. La UE, EE.UU., Japón y China representan el 75 por ciento de producción de químicos en el mundo. La diversidad de productos significa que en general hay una baja concentración de actores en este subsector; las pequeñas y medianas empresas son lo más común.

Tabla 6: Emisiones de GEI y estructura de las principales industrias manufactureras

Fuente: UNEP (2009); WRI (2007)

Es posible introducir a las industrias manufactureras en países en vías de desarrollo a programas de crédito y comercio por medio de iniciativas del sector industrial y actividades de proyectos tales como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) bajo la supervisión de la UNFCCC. Siempre y cuando los procedimientos bajo el MDL o tipos similares de mecanismos se simplifiquen para reducir los costos de transacción, esto puede ser una vía prometedora para el enverdecimiento en los países en vías de desarrollo. Para 2010, muchos proyectos MDL implicaron inversión en tecnologías de energías renovables, aunque un número mucho menor involucró inversión en eficiencia energética y sustitución de combustibles. Estas son áreas importantes para las inversiones transformativas en la manufactura; son áreas en las que pueden tomarse verdaderas oportunidades para que los estándares de tecnología sean aplicados con referencia no solo a proyectos individuales, sino también a las mejores prácticas en todo el sector industrial.

Los enfoques sectoriales para la acción climática han recibido una atención considerable como segunda mejor opción (en contraposición con el sistema mundial de mercado de emisiones) para la introducción de instrumentos económicos y políticas para reducir las emisiones de GEI, sobre todo considerando a las industrias de manufactura en todo el mundo. Entre los factores económicos para considerar en la introducción de enfoques sectoriales en los países en vías de desarrollo se incluyen los siguientes (UNEP, 2009):

- La naturaleza de los costos de ajuste asociados con la reducción de emisiones;
- El potencial para evitar aprisionamiento del capital;
- La naturaleza de la capacidad técnica dentro de determinados sectores y países, y
- La disponibilidad del acceso a tecnología e información adecuadas.

Se ha sostenido (Bodansky, 2007) que solo unos cuantos sectores industriales se destacan como candidatos ideales para las iniciativas climáticas al ser de gran tamaño, homogéneos, altamente concentrados y altamente competitivos (Tabla 6). Estos incluyen al aluminio, acero, cemento, transporte y generación de energía. La industria cementera, aunque también es relativamente homogénea y altamente concentrada entre algunos países, incluye muchos más productores pequeños y está menos sujeta a problemas de competitividad que las industrias del aluminio y el acero. Las emisiones a considerar se podrían definir para un sector en particular, con los derechos de emisión asignados a emisores individuales dentro de ese sector, y con el intercambio entre los países que participan en el acuerdo y/o con países con otras perspectivas sectoriales o económicas más amplias. Aunque no se ha introducido en el plano internacional, el debate sobre los enfoques sectoriales ofrece lecciones importantes para los gobiernos de los países en vías de desarrollo para

incluir de manera gradual y paso por paso políticas climáticas en industrias competitivas y de alto impacto. Esto es particularmente importante para los países en vías de industrialización que hospedan a las principales industrias emisoras discutidas en este capítulo, sobresaliendo China, India, Brasil, Suráfrica, Indonesia, Tailandia, Chile, Argentina y Venezuela. El análisis del uso de instrumentos de mercado por medio de enfoques sectoriales también muestra los defectos de introducir enfoques que tengan como objetivo únicamente a industrias de altas emisiones según su sector, en lugar de llenar las cadenas de valor de la oferta y la demanda con estas y otras industrias también implicadas.

Instrumentos fiscales e incentivos

Una política fiscal que comprende el gasto público, los subsidios y los impuestos, puede ofrecer incentivos importantes que modifiquen el cálculo básico costo-beneficio de los productores y consumidores, impulsando un cambio de comportamiento del BAU. Los impuestos no son correspondidos en el sentido de que los beneficios ofrecidos a cambio por el gobierno a los contribuyentes no están necesariamente en proporción con sus aportaciones. Se puede exentar del pago de impuestos a sectores industriales y productos específicos. Los ingresos tributarios pueden ser destinados a un propósito específico, el cual puede o no estar relacionado con el sector o la actividad al que se aplicó el impuesto en primera instancia. Un ejemplo sería el impuesto sobre los rellenos sanitarios y las bolsas de plástico, cuyos ingresos se emplean para la infraestructura de tratamiento de residuos u otros propósitos. El Gobierno de Suráfrica, en 2009, esperaba un ingreso de 2.2 millones de dólares como producto del gravamen sobre las bolsas de plástico (véase el Cuadro 2), ingreso que debía, entre otras cosas, al respaldo del desarrollo de la industria local de tratamiento de residuos. En 2010, el Gobierno de India anunció un impuesto al carbono en la producción de carbón, a partir del cual esperaba obtener 535 millones de dólares, y planeó usar el ingreso obtenido para inversiones en energía limpia (Pearson, 2010).

Una investigación histórica realizada por la OCDE ha encontrado que la mayoría de los impuestos identificados en los países miembros fueron fijados sobre una base impositiva específica relacionada con la energía, el transporte y el tratamiento de residuos. Al diseñar diferentes tipos de impuestos, los gobiernos deben considerar, caso por caso, la naturaleza de los objetivos de la industria involucrada. En su última encuesta, la OCDE (2010a) señala que los impuestos recaudados de las fuentes más aproximadas a la fuente real de contaminación (como los impuestos sobre emisiones de CO₂ frente a impuestos sobre vehículos) dejan una mayor variedad de posibilidades para la innovación, sin perder de vista las complicaciones que existen en donde las fuentes están dispersas y son variadas.

Para finales de la década de los noventa, la OCDE (1999) identificó, a partir de una encuesta realizada entre sus países miembros, un incremento en el uso de impuestos relacionados con el medio ambiente para el control de la contaminación, lo que incrementó los ingresos hasta en un tres por ciento del PIB y un porcentaje creciente del total de las recaudaciones. Una década después, la OCDE (2010a) confirmó un avance creciente hacia impuestos y permisos negociables relacionados con el medio ambiente en las economías de la OCDE, lo que destaca el valor de los impuestos verdes para impulsar la innovación tal como lo muestra una mayor inversión en I+D y el registro de patentes sobre tecnologías nuevas y más limpias. La OCDE también anunció en 2010 que los ingresos por impuestos relacionados con el medio ambiente han ido disminuyendo gradualmente durante las décadas pasadas en relación tanto con el PIB como con el ingreso fiscal total.

Esta tendencia se debe, principalmente, a los impuestos sobre combustibles para motores, los cuales todavía representan una gran mayoría de los ingresos fiscales relacionados con el medio ambiente. En muchos países, estos impuestos han incrementado los precios del combustible a niveles lo suficientemente altos como para moderar la demanda de combustibles para motores. Esto si previó que el ingreso adicional procedente de los impuestos sobre el carbono y de la subasta de permisos negociables podría aumentar el papel de los impuestos relacionados con el medio ambiente en los presupuestos de los gobiernos.

Tras la crisis financiera mundial, los paquetes de estímulos introducidos por los gobiernos han incluido nuevos subsidios para el enverdecimiento de la industria y tecnologías más limpias. Además de su paquete de estímulos por un total de 586,000 millones de dólares, de los cuales se esperaba que un 34 por ciento fueran dedicados a inversiones verdes, China anunció subsidios a la energía solar para ayudar a los fabricantes locales ante una caída en la demanda internacional. La industria mundial de la automoción se ha beneficiado de miles de millones de dólares en préstamos de rescate de emergencia, subsidios de 'chatarización' y subsidios al consumidor. En China, el mayor mercado de automóviles en la actualidad, el Ministerio de Finanzas anunció que ofrecería importantes subsidios para la compra de vehículos verdes y financiamiento para la construcción de infraestructura para recargar automóviles impulsados con energía eléctrica en cinco ciudades (Waldmeir, 2010). Esto ofrecería hasta 50,000 yuanes (7,800 dólares) en subsidios para la compra de vehículos híbridos de alimentación eléctrica, y 60,000 yuanes (9,400 dólares) para la compra de vehículos completamente eléctricos en ciudades como Shangai. El nivel de los subsidios se reduciría después de que los fabricantes de vehículos vendiesen 50,000 unidades verdes.

Cuadro 2. Impuestos sobre bolsas de plástico en un mercado emergente: el caso de Suráfrica

Las bolsas de plásticos han atraído una creciente preocupación ambiental a lo largo de la última década, principalmente por su conocido papel en cubrir las carreteras, obstruir los desagües y ser ingeridos por animales y la vida marina. Varios países han comenzado a cobrar impuestos sobre el uso de las bolsas de plástico o a prohibirlas. Para el tiempo en el que China decidió prohibir las bolsas de plástico gratuitas en 2008, el Worldwatch Institute anunció que en China las personas usaban hasta 3,000 millones de bolsas de plástico diariamente y se desechaban más de tres millones de toneladas al año. Se estimó que China refina cerca de cinco millones de toneladas (37 millones de barriles) de crudo cada año para elaborar plásticos para empaquetado.

En 2003, Suráfrica se convirtió en uno de los primeros países en introducir un impuesto sobre las bolsas de plástico destinadas directamente a los consumidores. Consideró las bolsas de plástico, delgadas, con asas, distribuidas normalmente en tiendas minoristas. La regulación presentada, conforme con la Ley de Conservación del Medio Ambiente, señaló que las bolsas se desechan indiscriminadamente y no son recolectadas debido a que la delgada película de plástico de la que están hechas es de poco valor comercial. Agregó que el problema es grave en áreas de bajo ingreso en donde los servicios de recolección de basura son insuficientes. A partir de 2003, los compradores deben proporcionar sus propias bolsas o pagar por bolsas reciclables más gruesas. Los consumidores que desean más información o reportar a minoristas que no estén en conformidad tienen la opción de marcar un número de atención atendido por el Departamento de Asuntos Ambientales. Los consumidores podrían reutilizar las bolsas de plástico más gruesas al pagar hasta 25 centavos por una bolsa de plástico con volumen de 10 litros, 31 centavos por una de 12 litros y 49 centavos por una bolsa de 24 litros. Tras un acuerdo con la industria el grosor de la bolsa se redujo. Algunos minoristas estuvieron de acuerdo en bajar los precios de los alimentos para compensar a

los consumidores pobres por el nuevo gasto extra de las bolsas de plástico.

La reglamentación propuesta provocó un extenso debate, con la participación de ambientalistas, organizaciones de consumidores, uniones industriales y sindicatos laborales. Las consideraciones de desarrollo incluyeron, la posición de los hogares pobres en zonas rurales, que suelen usar más frecuentemente las bolsas de plástico disponibles de forma gratuita; y las inquietudes de los trabajadores involucrados en las industrias de manufactura, envasado y venta al por menor. Las empresas y los sindicatos expresaron su preocupación por el empleo, los ingresos y la pérdida de equipos, así como la necesidad de tener un enfoque holístico para la administración de residuos en lugar de concentrarse en un único producto. La industria y los trabajadores propusieron una educación, concientización y fuertes sanciones anti-basura como respuestas apropiadas al problema de los residuos de las bolsas de plástico, en lugar de una reglamentación. Un estudio encargado por el Consejo Nacional de Desarrollo Económico y del Trabajo examinó los posibles impactos de la reglamentación propuesta en la inversión, el empleo (incluyendo la pérdida o creación de puestos de trabajo y cambios en los perfiles de competencia), las distorsiones en el mercado (incluyendo el equilibrio entre la oferta y la demanda y entre diferentes productos debido a la concentración en una parte de la industria empaquetadora y envasadora) y la industria (por ejemplo, los petroquímicos y plásticos). El estudio advirtió sobre un posible cierre de la industria local manufacturera de bolsas de plástico y las consiguientes pérdidas de empleo. También arrojó, mediante una economía de recuperación, que un estímulo efectivo para el reciclaje local depende del manejo de factores limitantes tales como la necesidad de crear una mayor demanda en el mercado local de plásticos reciclados.

Los debates surgieron en torno a la necesidad de promover instalaciones creadas localmente para la producción

El subsidio a los vehículos verdes plantea interrogantes acerca de su prioridad relativa, en comparación con las unidades y sistemas de transporte público. Una serie de subsidios históricos ha impedido inversiones transformativas en la manufactura ya que los precios del combustible no reflejan el costo de las externalidades y han dado lugar a un principio perverso del tipo 'el que con-

tamina es retribuido'. El enverdecimiento de la industria, por lo tanto, también necesita la eliminación de subsidios perversos directos o indirectos sobre el uso de los recursos, que permiten a grupos favorecidos el acceso sin costo al agua, el libre uso del medio ambiente para la eliminación de residuos, o el acceso a energía eléctrica a bajo costo y a combustibles fósiles muy por debajo

de dos alternativas: una bolsa verde y una bolsa de plástico biodegradable. El caso mostró la importancia de encontrar datos fiables del ciclo de vida del inventario para comparar los efectos ambientales de las bolsas de papel, plástico y tela. Los factores en el análisis fueron los diferentes criterios ambientales aplicados, tales como el consumo de energía primaria, el agotamiento de los recursos, la acidificación, la eutrofización, la ecotoxicidad, las emisiones del aire y agua. Quienes estaban a favor de las bolsas de papel argumentaron que, si bien la mayor demanda de bolsas de papel podría llevar a una mayor deforestación, las bolsas de papel de los almacenes usadas en muchos países son elaboradas hoy en día con materiales reciclados.

El impuesto ecológico es una manera de sensibilizar a los consumidores acerca de las implicaciones de un consumo excesivo de bolsas de plástico. La pregunta que se formula aquí es si los cargos por el producto contaminante deberían aplicarse como impuestos al productor, como los relacionados con el comportamiento (por ejemplo, la devolución de depósitos por reciclaje), o como simples cargos al consumidor. La experiencia muestra, como en el caso de Irlanda, que si el impuesto sobre las bolsas de plástico era lo suficientemente alto, había una mayor posibilidad de éxito. Sin embargo, si el impuesto era demasiado bajo, como sucedió en Suráfrica, éste no es eficaz para fomentar el reciclaje a largo plazo. Para que sean eficaces, los cambios en el precio deben ser grandes y perceptibles y no incrementos pequeños. Ésta es la lección aprendida en Botsuana, al seguir posteriormente el ejemplo de Irlanda, con lo que tuvo un mayor impacto mediante un enfoque que garantizaba precios altos constantes para las bolsas de plástico, de modo que siguió en marcha la importante disminución inicial en el consumo.

Un análisis de los resultados en Suráfrica sugiere que la demanda de bolsas de plástico es relativamente inelástica con respecto al precio, lo que implica que los instrumentos basados solo en el precio podrían tener una eficacia limitada. Si bien una combinación de normas con una fijación de precios ha contenido con éxito el uso de la bolsa de plástico en el corto plazo, la eficacia de la legislación puede ir disminuyendo con el tiempo. Lo cual no implica

que la regulación de precios sea necesariamente menos efectiva que la acción voluntaria de la industria. Más bien, la baja tasa de recuperación de las bolsas de plástico en relación con otros sectores de empaquetado y envasado, se puede explicar por las diferentes características de las bolsas de plástico que las hacen menos susceptibles al reciclaje. Factores como su bajo valor por unidad y relativa falta de aplicaciones después del reciclaje, implican que tienen un bajo valor de reciclaje en relación con otros flujos de residuos. La regulación, por lo tanto, juega un papel especial en casos en los que el material en cuestión tiene poco valor inherente de reciclaje, lo que deja un menor incentivo para que la industria tome la iniciativa. Dondequiera que se tome la iniciativa de la regulación, el nivel de fijación de precios y la combinación con otros factores tales como la infraestructura y la concientización serán decisivos.

El Gobierno de Suráfrica considera un éxito la regulación y ha comenzado a implementar iniciativas similares para regular otros productos de residuos tales como las llantas usadas, el aceite y el vidrio, con lo que se confirman las tendencias hacia una regulación de los productos de residuos. El ejemplo inspiró a otros países como la vecina Botsuana. También provocó un debate sobre el uso de los ingresos por parte del gobierno, y sobre cómo podrían utilizarse para impulsar la industria local de administración de residuos. Mostró además el desafío que el gobierno enfrenta al introducir un impuesto común que afecta a los hogares de niveles de ingreso muy diferentes.

Para 2009, en su revisión del presupuesto, el Ministerio de Finanzas anunció un incremento en el impuesto de las bolsas de plástico y la introducción de un impuesto sobre las bombillas incandescentes destinado a la manufactura local y a las importaciones. Se espera que el impuesto sobre la bolsa de plástico genere 2.2 millones dólares, mientras que el de la bombilla incandescente se espera que genere tres millones de dólares.

Fuentes: Dikgang & Visser (2010); Fund for Research into Industrial Development, Growth and Equity (2001); Hasson, Leiman & Visser (2007); Nahman (2010); Nhamo (2005); Yingling (2008)

de los precios del mercado. Cada vez es más importante reflejar los verdaderos costos económicos y sociales de dichos usos. Cuando esto es políticamente imposible o poco factible, una segunda mejor solución al alcance es permitir una depreciación acelerada e impuestos relativamente bajos sobre las inversiones en energías renovables y tecnologías eficientes en recursos. Por regla ge-

neral, los subsidios solo deben ser utilizados en el caso de que existan claras externalidades positivas y, posiblemente, para apoyar a las industrias incipientes.

La manufactura verde también puede ser respaldada por *instrumentos financieros* como los fondos rotatorios, fondos verdes, fondos de seguros, créditos blandos, y otras

formas de subsidios verdes. Al proporcionar recompensas en lugar de sanciones, los subsidios verdes y las tarifas de introducción de energía renovable a la red eléctrica pueden ser instrumentos importantes para impulsar tecnologías más limpias y productos verdes, así como esquemas de prevención y de reciclaje de residuos. Los instrumentos centrados en la tecnología tales como los subsidios verdes pueden ayudar a desbloquear y a dirigir el camino hacia rutas tecnológicas alternativas. Esto necesita combinarse con una regulación apropiada como los impuestos sobre el carbono. Los gobiernos también pueden desarrollar mecanismos de financiamiento a escala nacional que favorecerían la concesión de préstamos a aquellas pequeñas y medianas empresas (PYME) que estén dispuestas a mejorar su eficiencia de recursos pero que tengan un acceso limitado al financiamiento de los bancos comerciales. Dichos mecanismos de financiamiento podrían ser operados utilizando los ingresos generados por medio de los impuestos ambientales.

Acción voluntaria, información y fomento de capacidades

En su análisis de las combinaciones de políticas ambientales, la OECD (2007) sostiene que en el caso de los problemas ambientales denominados de 'multi-aspecto', los responsables de las políticas deberían complementar los instrumentos que se ocupan de *cantidades totales* de contaminación con instrumentos que se ocupen de *la manera* en que se utiliza cierto producto, *cuándo* es utilizado, *en dónde*, etc. En estos casos, los instrumentos de regulación y de información son a menudo más adecuados que, por ejemplo, la introducción de impuestos o los sistemas de comercio de créditos. Los instrumentos de información pueden adoptar diversas formas, que incluyen la información de productos, el etiquetado y la notificación.

Las instituciones públicas pueden apoyar la validación y la armonización de los esquemas de etiquetado ecológico, y establecer programas de concientización y educación al consumidor para asegurarse que los consumidores puedan tomar decisiones informadas y reconocer los programas recién introducidos de etiquetado e información de productos. Un estudio reciente para el grupo del Proceso de Investigación sobre Comercio Ético (ETFP, por sus siglas en inglés), de la Alianza internacional de Acreditación y Etiquetado Social y Ambiental (ISEAL, por sus siglas en inglés), y otros, encontraron que la regulación de reclamos (ambientales) de comercialización es más común y lo mismo parece estar volviéndose cierto para la autorregulación (Symbeyond Research Group, 2010).¹³

13 La base de datos del índice de etiquetado ecológico (The Eco-label Index) mantiene un registro de 373 etiquetas ecológicas que operan en 25 sectores industriales y países en todo el mundo. Disponible en www.ecolabelindex.com/

En años recientes, los esquemas de ecoetiquetado han sido puestos en marcha en Brasil, China, India, Suráfrica, Indonesia, Tailandia y Túnez.¹⁴ Además de la introducción de tales esquemas en colaboración con el sector privado, el sector público puede también, a través de programas propios de contratación pública sostenibles, predicar con el ejemplo y apoyar programas y normas de etiquetado verde reconocidos.

Los gobiernos pueden introducir programas de apoyo con un énfasis especial en una producción más limpia o una eficiencia ecológica, dirigidos a empresas de determinados tamaños o industrias. Un ejemplo es la asistencia en materia de gestión y tecnología a las PYME en el aprovechamiento de oportunidades para una mayor eficiencia de recursos y un mayor reciclaje.¹⁵ Otro ejemplo serían las asociaciones público-privado para el desmantelamiento y la recolección de basura electrónica en formas que sean beneficiosas social y ambientalmente en los países en vías de desarrollo en los que se tiene una ventaja comparativa en esta industria. Además de la creación de empleo y trabajo digno que cumpla con las normas reconocidas de salud y seguridad, un sistema formalizado y avanzado de recolección y de reciclaje también puede aumentar la tasa de recuperación.

Las instituciones públicas pueden apoyar el I+D, la revisión de los programas educativos y los programas de capacitación para promover procesos y sistemas más verdes, diseño ecológico, y productos y servicios más limpios. Ante las posibles pérdidas de empleo, las necesidades de capacitación en las industrias pesadas de manufactura incluyen la capacitación relacionada para el cambio entre los distintos procesos de producción (energía y eficiencia de recursos, reciclaje, manejo de residuos peligrosos), las evaluaciones de impacto ambiental, la mejora de habilidades para técnicos y nueva capacitación en otras industrias pesadas (Martínez-Fernández et al.; OECD, 2010; Strietska-Illina et al., 2010).

La autorregulación en forma de iniciativas voluntarias por parte de las industrias manufactureras incluye iniciativas duraderas como el Cuidado Responsable por parte de la industria de los productos químicos, con participantes provenientes de más de 50 países. Desde 2004, el Consejo Internacional de Asociaciones de

14 En el año 2000, 43 países -sobre todo de Europa y Asia- tenían programas de eficiencia de aparatos domésticos en marcha, siete veces más que en 1980. Los nuevos estándares 'presionan' al mercado al requerir a los fabricantes a que cumplan con nuevos niveles de estándar. Todos ellos se complementan bien con los programas de etiquetado ecológico, los cuales estimulan el mercado proporcionando información a los consumidores para ayudarlos a realizar decisiones de compra responsables, y con ello alentar a los fabricantes a diseñar y comercializar productos más amigables con el medio ambiente (Worldwatch Institute, 2004).

15 El PNUMA y UNIDO han estado apoyando estos enfoques a través de una red creciente de Centros Nacionales de Producción Limpia (National Cleaner Production Centres) en países en vías de desarrollo.

Químicos y sus miembros desarrollaron una Estrategia Global de Productos para mejorar el desempeño de la administración de los productos de la industria química mundial. A partir de la década de los noventa, las industrias manufactureras han estado involucradas en una serie de iniciativas voluntarias iniciadas con el fin de satisfacer o exceder las normas establecidas por la legislación. El detonante de estas han sido a menudo acontecimientos de choque tales como los accidentes durante la década de 1980. Las iniciativas voluntarias de las industrias manufactureras pueden complementarse con asociaciones público-privadas para facilitar el diálogo con los organismos gubernamentales. Un ejemplo reciente, es el Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de Químicos (SAICM, por sus siglas en inglés), un marco de políticas que promueve la seguridad química alrededor del mundo.

En la pasada década muchas iniciativas voluntarias industriales introdujeron prácticas más sistemáticas para involucrar a los accionistas, el seguimiento y la difusión mediante requisitos de entrega de informes. Las directrices de los informes del Global Reporting Initiative se han complementado con orientaciones específicas por sector desarrolladas por las industrias de la minería, los metales, la fabricación de automóviles, las telecomunicaciones, la confección y el calzado. Los informes sobre el enfoque de administración estratégica por parte de estas industrias proporcionan una oportunidad para que los inversionistas y accionistas discutan con la administración las implicaciones relevantes del enverdecimiento.

Desde una visión conjunta con 22 grupos de industrias sobre el progreso realizado desde la Cumbre de Río de 1992 con las prácticas de negocio sostenibles, el PNUMA (2002), entre otros, recomendó que las iniciativas voluntarias se vuelvan más efectivas y fiables como un complemento a las medidas gubernamentales. En una actualización de este informe, cinco años después, el PNUMA (2006) recibió informes de 30 grupos de la industria, incluyendo los sectores manufactureros inclui-

dos en este capítulo. Los grupos industriales reportaron iniciativas voluntarias para fomentar la concientización e integración de los conceptos de sostenibilidad en sus operaciones diarias, así como iniciativas relacionadas con la presentación de informes de sostenibilidad. Muchas industrias informaron del desarrollo de normas voluntarias específicas a cierto sector. Algunas de estas fueron desarrolladas con la asesoría de autoridades reguladoras (por ejemplo, las normas de eficiencia de combustibles del sector de la automoción en Europa). Pocos se refirieron de manera más específica a las iniciativas de certificación y etiquetado, como lo hicieron las industrias de la pulpa y el papel.

El proceso de presentación de informes facilitado por el UNEP (2006) mostró que hay un creciente interés en la medición del progreso de la industria enverdecida. El uso y la cobertura de informes sobre los indicadores acordados a nivel del sector industrial pueden ayudar a llenar la brecha entre los indicadores a escala nacional o macro, y a nivel empresa o micro. El Instituto del Hierro y el Acero, por ejemplo, informó acerca del acuerdo de su consejo directivo sobre el uso de 11 indicadores, lo que resultó en un informe colectivo para el cual 44 empresas anexionadas proporcionan datos.¹⁶ El Instituto Internacional del Aluminio informó acerca de un acuerdo de sus integrantes sobre 12 objetivos de sostenibilidad apoyados por 22 indicadores. Desarrolló un modelo por computadora del flujo de masa de recursos materiales para identificar flujos de reciclaje futuros. El modelo proyectó que el suministro de metal reciclado en el mundo proveniente de la chatarra se duplicará para 2020 desde un nivel de 6.7 millones de toneladas en 2004. Además se comprometió a informar anualmente sobre su desempeño global de reciclaje.

¹⁶ Los cuatro indicadores fueron: inversión en nuevos productos y procesos, margen operativo, retorno en valor agregado y capital empleado. Los cinco indicadores ambientales fueron: GEI, eficiencia de material, intensidad energética, reciclaje de acero, y sistemas de administración ambiental. Los dos indicadores sociales fueron: capacitación de empleados y las tasas de frecuencia de tiempo perdido por accidentes (UNEP, 2006).

7 Conclusiones

Este capítulo ofrece un panorama general de varias oportunidades de enverdecimiento de las industrias manufactureras, con un enfoque particular en los subsectores que son principales contribuyentes a las emisiones globales de GEI, y que tienen un alto impacto en virtud de su amplia participación en el uso de los recursos mundiales, de sus efectos ambientales asociados, el PIB y el empleo. Hace notar la creciente importancia de la manufactura en países en vías de desarrollo, responsable del 22 por ciento del PIB mundial en 2009.

El análisis ha mostrado algunos retos que enfrenta el sector manufacturero, subrayando los costos y los riesgos de la no actuación y un escenario base (BAU) ilustrativo para 2050. En las principales economías, los costos externos de la contaminación del aire –principalmente costos en salud– podrían ser de más del tres por ciento del PIB mundial. La posible futura escasez de algunos recursos naturales, como la dependencia del agua creciente, plantea riesgos asociados con las operaciones, los mercados, las finanzas, las regulaciones y la reputación. Las reservas de petróleo de fácil acceso se están agotando. Mientras que la demanda global de metales como el cobre y el aluminio se incrementa, los minerales metálicos de alta calidad se están agotando de manera gradual. El aumento de la escasez de recursos ejerce una presión ascendente en los precios de los productos básicos y en los productos manufacturados para los cuales son empleados como insumos.

Si bien se ha presentado un avance en la administración responsable de sustancias químicas, persiste la preocupación por la falta de una evaluación rigurosa de los efectos sobre la salud humana y el medio ambiente de los miles de productos químicos que hay en el mercado. El caso de tres metales tóxicos, mercurio, plomo y cadmio, muestra los retos que la globalización y el comercio traen consigo: el metal se origina a menudo en una región del mundo, se refina en una segunda región, se incorpora en productos en una tercera región, e incluso se desecha en otra región. Estas realidades desafían a las grandes corporaciones y a sus cadenas de suministro para mejorar la trazabilidad y prácticas de administración seguras en el mundo. Accidentes industriales recientes ofrecen recordatorios severos respecto a los costos de prácticas inseguras en la gestión de sustancias peligrosas.

Las oportunidades reales para el sector manufacturero se encuentran en tomar el enfoque de ciclo de vida hasta sus últimas consecuencias lógicas, y siguiendo estrategias por el lado de la oferta y la demanda para cerrar el ciclo de uso de recursos en la manufactura. Tales estrategias podrían in-

capacitar, incluso a las economías con más rápido proceso de industrialización, mediante el desacoplamiento de los daños ambientales del crecimiento económico y al mejorar su competitividad a largo plazo. A escala industrial, el enverdecimiento implica una cadena de valor que comience con el rediseño de los productos, los sistemas de producción y los modelos de negocios; y que conduzca hacia una responsabilidad mayor del productor en forma de suministros recuperados o revertidos, la remanufacturación y el reciclaje a escalas nunca antes vistas. El caso de las reservas de metal en nuestras economías es ilustrativo. Mientras que solo unos pocos metales tienen actualmente un índice de reciclaje después de su uso por encima del 50 por ciento, existen muchas oportunidades que pueden ayudar a mejorar los índices de reciclaje e incrementar la producción secundaria, la cual requiere potencialmente de solo una quinta parte de la energía y ocasiona hasta un 80 por ciento menos de emisiones de GEI que la producción primaria.

Las estrategias de inversión para el enverdecimiento del sector manufacturero destacaron la inversión en tecnologías e innovación más limpias, los beneficios asociados al uso eficiente de la energía y el agua; la inversión en una transición hacia empleos verdes y una adecuada prospección para el aumento de la eficiencia de recursos en los mercados en vías de desarrollo. Tras años de automatización y reducciones correspondientes en empleos en la manufactura, el enverdecimiento de la manufactura no generará nuevos empleos en todos los sectores. Sin embargo, el reciclaje y la remanufacturación tienen un potencial considerable para la creación de nuevos empleos. También habrá empleos más cualificados en empresas de servicios de energía, en la reparación y el mantenimiento; y reciclaje de materiales escasos. Programas de capacitación de los gobiernos serán necesarios para mejorar las habilidades en prácticamente todos los países, aunque el tipo de habilidades requerido variará de acuerdo al nivel de desarrollo de la industria local.

Los resultados de las simulaciones indican que invertir en el enverdecimiento de las industrias manufactureras ayudará a reducir el consumo de energía y emisiones, la presión ascendente sobre los precios de los combustibles fósiles y, a través de costos de energía evitados, ayudará a impulsar la productividad y los beneficios mientras se estimula el PIB y el empleo en términos generales. A partir de los sectores considerados en este capítulo, la industria de los productos químicos y plásticos muestra el mayor potencial de ahorro de energía. Para seguir el progreso en la evolución de un escenario de inversión verde, los gobiernos deben comenzar a recopilar datos de mejor calidad sobre la eficiencia de los recursos industriales.

En general, existe evidencia de que la economía mundial tiene oportunidades desaprovechadas para producir riqueza usando menos recursos materiales y energéticos. Es importante aclarar, sin embargo, que el aumento en la eficiencia de recursos está de acuerdo con casi cualquier definición verde, mientras que los recortes de carbono u otras emisiones de GEI por se pueden no ser coherentes con una mayor eficiencia. Un ejemplo de esto es la tecnología de CCS, que requiere un alto consumo de energía y es ineficiente en cuanto al uso de recursos. En un contraste, la implementación más amplia de incentivos extensivos, el reciclaje, la ECC, en conjunto con la manufactura de ciclo cerrado (reparación, renovación, remanufactura y reciclaje), aumentará correspondientemente la eficiencia de recursos. En muchos casos esto podría reducir los costos de extracción y procesamiento, apoyando con ello el crecimiento económico.

La discusión sobre la capacitación ambiental destaca dos políticas prioritarias recomendadas, llamada manufactura de ciclo cerrado con la infraestructura de apoyo, y la reforma a las regulaciones para permitir mejoras en los factores de eficiencia en el uso de la energía mediante un mayor empleo de tecnologías más limpias como la cogeneración (ECC). Los gobiernos tendrían que buscar las maneras de fomentar la manufactura de ciclo cerrado, por ejemplo, alentando a los integradores de grandes sistemas multinacionales que fabrican aviones, automóviles, aparatos domésticos, productos electrónicos, etc., a ser responsables de la administración integrada de los materiales a lo largo de toda la cadena de la oferta y la demanda, desde la fase de extracción hasta el desecho final. El principal objetivo debe ser lograr que los bienes manufacturados duren más tiempo, por medio de un énfasis mayor en el rediseño, la reparación, el reacondicionamiento, la remanufactura y el reciclaje. Las leyes de responsabilidad extendida del productor (ERP, por sus siglas en inglés), los esquemas de depósito reembolsables, y la mejora en el funcionamiento de los mercados para materias primas secundarias son probablemente las herramientas más indicadas para comenzar.

Cada país tendrá que considerar su combinación adecuada de políticas de instrumentos de regulación y enfoques para hacer que la transición suceda, teniendo presente que algunos procesos físicos básicos y efectos perjudiciales asociados con la contaminación y el uso no sostenible de los recursos son universales¹⁷. Como fuentes principales de la contaminación, las industrias manufactureras han sido

tradicionalmente blanco fácil de regulaciones de dirección y control. En algunos casos se necesitan reformas sobre dichas regulaciones, en otros se necesitan nuevas regulaciones para que se acelere la transformación. Estas regulaciones necesitan, no obstante, estar mejor combinadas con directrices basadas en los mercados, permitiendo que los mercados estructurados de forma adecuada reflejen el precio real de la energía y otros recursos, y permitiendo a las industrias de manufacturación innovar y competir en unas bases justas. La experiencia reciente muestra que la introducción de impuestos puede ser un fuerte impulsor de la innovación tecnológica (impuestos sobre el petróleo y tecnología de motores vehículos). El uso de instrumentos económicos también puede reducir los costos de monitoreo para los reguladores, pero requiere de una férrea voluntad para emprender análisis económicos exhaustivos sobre sus probables costos, beneficios y efectividad con el fin de diseñarlos correctamente.

La concentración de ciertas industrias de peso considerable en algunos países, así como el dominio de sus mercados por un grupo de corporaciones puede apuntar a oportunidades para el progreso de las estrategias de mitigación climática con un enfoque industrial, incluso aunque solo sea en un ámbito nacional. Ésta puede ser una manera de abordar los problemas de competencia y evitar el bloqueo del capital por medio de la industrialización de los países con tecnologías obsoletas. Al mismo tiempo, es probable que los esquemas de crédito y comercio ofrezcan mayor eficiencia económica si se les introduce a través de todas las industrias. Esto también puede explorarse a través de las cadenas de suministro mundiales por medio del uso de proyectos tipo MDL para compartir aplicaciones de tecnologías más limpias entre los mercados desarrollados y en vías de desarrollo.

Los gobiernos también deberán considerar formas de fomentar el enverdecimiento de la manufactura *mediante apoyo institucional y enfoques de tecnología suave*, por ejemplo, educación y capacitación en áreas como la producción más limpia, teniendo especialmente en cuenta a las empresas de suministro más pequeñas. El apoyo institucional puede variar, desde el financiero, que garantiza la provisión de subsidios verdes y préstamos; a la provisión de infraestructura, asegurando sistemas adecuados para los fondos de depósito, la recuperación de desperdicios, el reciclaje y la distribución. La ampliación de la inversión en el establecimiento de parques eco-industriales puede ser un componente clave, un área abierta para las asociaciones público-privadas. Las iniciativas voluntarias de las industrias manufactureras durante los últimos diez años han mostrado una creciente disposición a medir y comunicar rendimientos relevantes y discutir con los inversores y accionistas sobre los mejores indicadores a utilizar en el proceso. El enverdecimiento de las economías y mercados nacionales requiere de metodologías fiables que subyacen a estos y otros esfuerzos similares para comunicar rendimientos por la vía de las etiquetas de productos verdes y mecanismos de certificación.

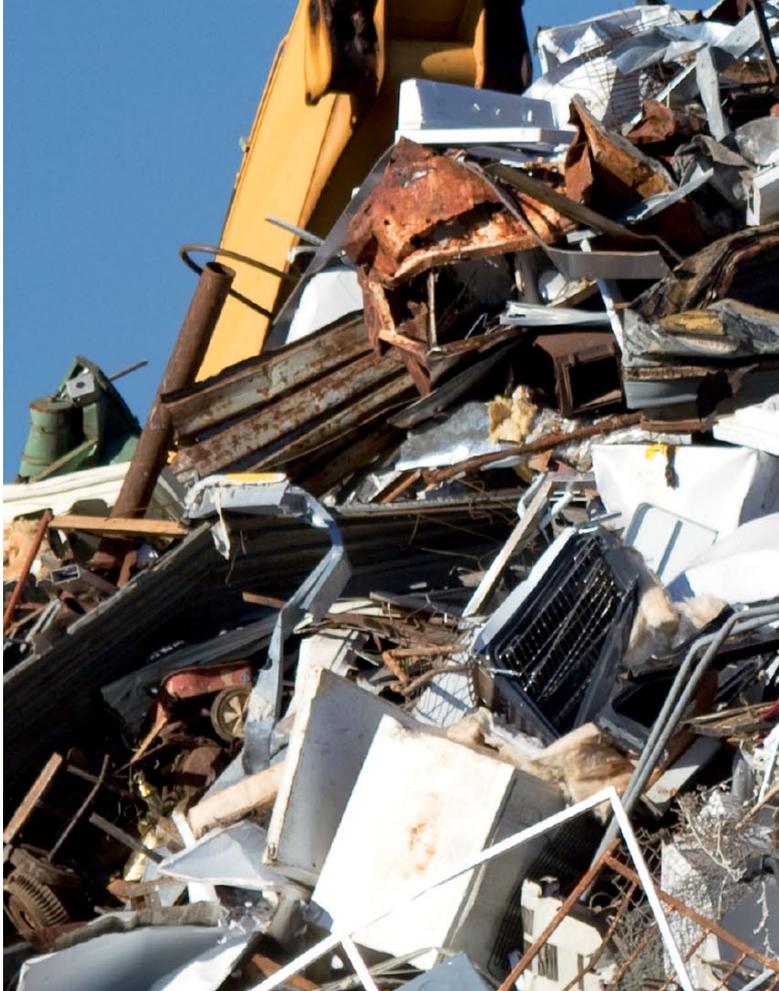
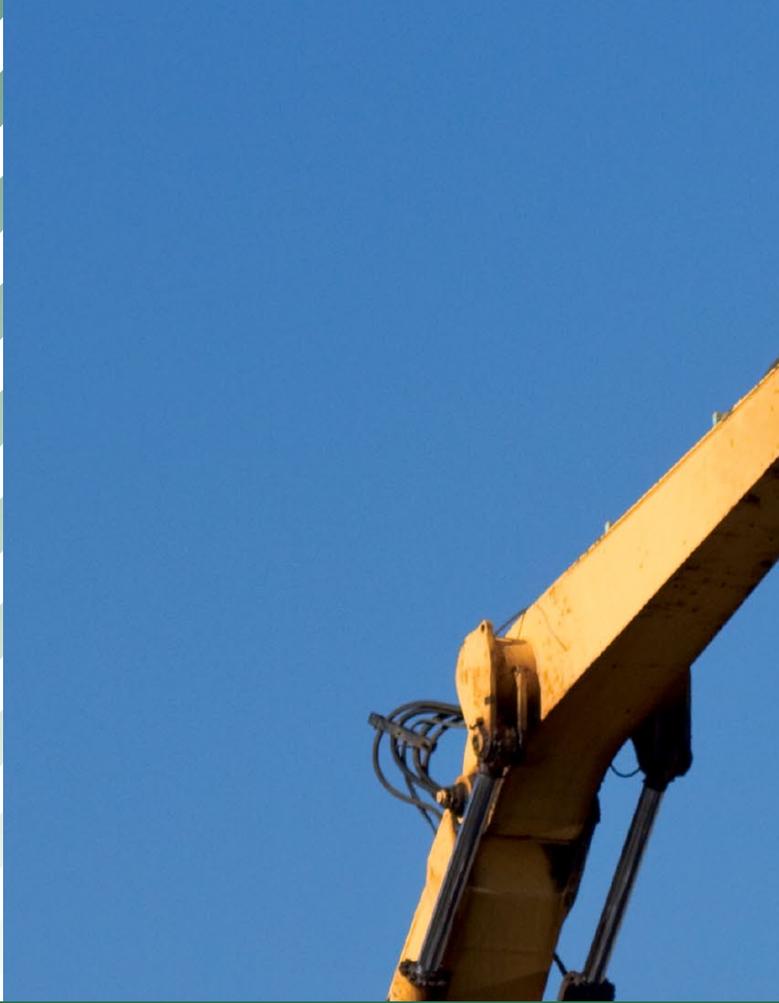
¹⁷ Durante el Diálogo Global de Empresas e Industrias del PNUMA celebrado entre el 11 y 12 de abril de 2011, representantes de la industria manufacturera coincidieron en la necesidad de un marco regulatorio predecible, lo que permite el pensamiento estratégico y la inversión a largo plazo, incluso a más largo plazo, como condición previa para que las empresas y las industrias contribuyan a un cambio o transformación que vaya más allá de las iniciativas voluntarias de la industria. Al mismo tiempo, se destacó que las reglamentaciones necesitan ser aplicadas en el contexto local, considerando enfoques y circunstancias sociales locales).

Referencias

- ABB Switzerland Ltd., & Azucarera Hondureña S.A., (2008). *ACS 1000 variable speed drives help to increase revenues at sugar plant*. Retrieved from [http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/316e45d4d67ae21bc125751a00321e72/\\$file/Sugar+mill+case+study.pdf](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/316e45d4d67ae21bc125751a00321e72/$file/Sugar+mill+case+study.pdf)
- Austin, D. (1999). *Economic instruments for pollution control and prevention: A brief overview*. Washington, DC: World Resources Institute.
- Ayres, R. U. & Ayres, H. (2010). *Crossing the energy divide: Moving from fossil fuel dependence to a clean-energy future*. Upper Saddle River, NJ: Wharton School of Publishing.
- Ayres, R. U. & Ayres, L. W. (1996). *Industrial ecology: Closing the materials cycle*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Ayres, R. U. & Warr, B. S. (2005). Accounting for growth: The role of physical work. *Structural Change & Economic Dynamics*, 16(2), 181-209.
- Ayres, R. U. & Warr, B. S. (2009a). *The economic growth engine: How energy and work drive material prosperity*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- . (2009b). Energy efficiency and economic growth: The "rebound effect" as a driver. In H. Herring and S. Sorrell (Eds.), *Energy Efficiency and Sustainable Consumption*. London: Palgrave MacMillan.
- Ayres, R. U., Ayres, L. W. & Rade, I. (2003). *The life cycle of copper, its co-products, and byproducts*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Ayres, R. U., Ayres, L. W. & Warr, B. S. (2004). Is the US economy dematerializing? Main indicators and drivers. In M. A. Janssen & J. C. J. M. v. d. Bergh (Eds.), *Economics of industrial ecology: Materials, structural change and spatial scales*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Black, A. (2008). Challenges, drivers and barriers to eco-innovation: A UK context. (Paper read at Eco-Innovation Workshop, November 12, 2008). Brussels.
- Bleischwitz, R. (2010). International economics of resource productivity: Relevance, measurement, empirical trends, innovation, resource policies. *International Economics and Economic Policy* 7(2-3), 227-244.
- Bleischwitz, R. & Steger, S. (2010). Drivers for the use of materials across countries. *Journal of Cleaner Production*, 18(10).
- Bleischwitz, R. et al. (2009). Outline of a resource policy and its economic dimension. In S. Bringezu, & R. Bleischwitz (Eds.), *Sustainable resource management: Trends, visions and policies for Europe and the world*, (pp. 216-296). Sheffield, UK: Greenleaf.
- Bobylev, S., Avaliani, S., Golub, A., Sidorenko, V., Safonov, G., & Strukova, E. (2002). *Macroeconomic assessment of environment related human health damage cost for Russia: A working paper*. Moscow.
- Bondansky, D. (2007). *International sectoral agreements in a post-2012 climate framework: A working paper*. Pew Center on Global Climate Change.
- Braungart, M., & McDonough, W. (2008). *Cradle to cradle: Re-making the way we make things*. London: Vintage Books.
- British Petroleum. (2010). *BP forms Gulf of Mexico oil spill escrow trust*. Retrieved from <http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=2012968&contentId=7064316>
- Buchner, B. & Baron, R. (2009). The cost-effectiveness of climate policy: Beyond emissions trading. In *Climate change: Global risks, challenges and decisions*. (IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 6 (2009) 232006).
- Campbell, C. J. (2004). *The coming oil crisis*. Brentwood, UK: Multi-Science.
- Campbell, C. J. & Laherrere, J. H. (1998). The end of cheap oil. *Scientific American*, 278(3), 60-65.
- Cleveland, C. J., Costanza, R., Hall, C. A. S., & Kaufmann, R. K. (1984). Energy and the US economy: A biophysical perspective. *Science*, 255, 890-897.
- Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES) et al. (2010). *Corporate reporting on water risk*. Boston: Ceres.
- DeSimone, L. D. & Popoff, F. (1997). *Eco-efficiency: The business link to sustainable development*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dikgang, J. & Visser, M. (2010). *Behavioral response to plastic bag legislation in Botswana*. (Environment for Development Discussion Paper [Series]. Resources for the Future. May 2010, EfD, DP, 10-13). Washington, DC.
- EEA, European Environment Agency. (2005). *The European environment: State and outlook*. Copenhagen: European Environment Agency.
- Ehrenfeld, J. R. & Gertler, N. (1997). Industrial ecology in practice: the evolution of interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 67-79.
- Energy Foundation Ghana, (1999). *Reducing energy cost through integrated energy management: The Ghana Textile Printing Company Ltd*. Retrieved from <http://www.ghanaef.org>
- European Chemical Industry Council. (2004). *Chemical industry 2015: Roads to the future*. Brussels: Cefic.
- European Commission (CEC) (2007). *Links between the environment, economy and jobs*. London: GHK.
- European Commission DG Environment. (2008). *The use of differential VAT rates to promote changes in consumption and innovation: Final Report*. Amsterdam: Institute for Environmental Studies.
- European Trade Union Confederation, ISTAS, SDA, Syndex & Wuppertal Institute. (2007). *Climate change and employment: Impact on employment in the EU-25 of climate change and CO₂ emission reduction measures by 2030*. Brussels: ETUC.
- Everett, T., Ishwaran, M., Ansaloni, G. P., & Rubin, A. (2010). Economic growth and the environment. In *MPRA Munich Personal Report Archive*. Munich: University of Munich.
- Fund for Research into Industrial Development, Growth and Equity (FRIDGE). (2001). *Socio-economic impact of the proposed plastic bag regulations*. (Report prepared by Bentley West Management Consultants for Nedlac, Johannesburg).
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8-9), 1257-1274.
- Geng, Y., Haight, M., & Zhu, Q. (2006). Empirical analysis of eco-industrial development in China. *Sustainable Development*, 15(2), 121-133. doi: 10.1002/sd.306.
- Gereffi, G., Dubay, K. & Lowe, M. (2008). *Manufacturing climate solutions: Carbon-reducing technologies and US jobs*. Durham: Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University.
- Giuntini, R. & Gaudette, K. (2003). OEM Product-Services Institute (OPI). *Remanufacturing: The next great opportunity for boosting US productivity*. *Business Horizons*, 46(6), 41-48.
- Graedel, T. (2009). Defining critical materials. In R. Bleischwitz, P. Welfens, & Z. Zhang (Eds.), *Sustainable growth and resource productivity* (pp. 99-109). Sheffield: Greenleaf.
- Grande Paroisse, AZF (n.d.). *Indemnifications*. Retrieved August 25, 2010, from <http://www.azf.fr/nos-actions-apres-la-catastrophe/indemnifications-800240.html>
- Greco Initiative. (2009). *Green competitiveness in the Mediterranean: Finding business opportunities through cleaner production*. Barcelona: Greco Initiative for Green Competitiveness.
- Government of Madhya Pradesh, Bhopal Gas Tragedy Relief and Rehabilitation Department. (2010). Retrieved August 25, 2010, from <http://www.mp.gov.in/bgtrrdmp/profile.htm>
- Havranek, M. (Ed.). (2009). *Urban metabolism: Measuring the ecological city*. Prague: Charles University Environment Center.
- Hasson, R., Leiman, A. & Visser, M. (2007). The economics of Plastic Bag Legislation in South Africa. *South African Journal of Economics*, 75(1), 66-83.
- Hauser, W. & Lund, R. T. (2003). *The remanufacturing industry: Anatomy of a giant*. Boston: Boston University. Retrieved from <http://www.bu.edu/remant/>
- Heinberg, R. (2004). *Powerdown: Options and actions for a post-carbon world*. Gabriola Island, Canada: New Society Publishers.
- International Aluminium Institute. (2010). *Global Aluminium Industry Sustainability Scoreboard*. London: IAI.
- International Energy Agency. (n.d.). *Annual World Energy Outlook*. Paris: IEA. Retrieved from <http://www.worldenergyoutlook.org>
- International Energy Agency. (2008, 2010). *Energy Technology Perspectives*. Paris: IEA.
- International Energy Agency. (2009a). The impact of the financial and economic crisis on global energy investment. (Paper read at G8 Energy Ministers Meeting, Rome).
- International Energy Agency. (2009b). *Energy technology transitions for*

- industry: *Strategies for the next industrial revolution*. Paris: IEA.
- International Energy Agency & International Institute for Applied Systems Analysis. (2009). *Emissions of air pollutants for the World Energy Outlook 2009 energy scenarios, August 2009*.
- International Institute for Applied Systems Analysis. (2009). Current GHG emissions pledges leave climate targets in the red. (Press Release). Laxenburg: IIASA. Retrieved from <http://www.iiasa.ac.at/Admin/INF/PR/2009/2009-09-21.html>
- Index Mundi Commodity Prices. (2010). *Press Release*. Retrieved from <http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=metals-price-index&months=300>
- International Labour Organization. (2007). *The production of electronic components for the IT industries: Changing labour force requirements in a global economy*. (Report TMITI/2007). Geneva: ILO.
- International Labour Organization. (2009). *General survey concerning the occupational safety and health convention, 1981 (No. 155), the Occupational Safety and Health Recommendation, 1981 (No. 164), and the Protocol of 2002 to the Occupational Safety and Health Convention, 1981*. (Report of the Committee of Experts on the Application of Conventions and Recommendations). Geneva: ILO.
- International Labour Organization. (2010). *Statistical Database*. Geneva: ILO.
- International Labour Organization. (2011). *Global Employment Trends 2011: The challenge of a jobs recovery*. Geneva: ILO.
- Jaffee, A., Peterson, S., Portney, P., & Stevens, R. (1995). Environmental regulations and the competitiveness of US manufacturing. *Journal of Economic Literature*, 33(1), 132-163.
- Kocabas, A. (2009). *Towards 'Green' conservation planning In Istanbul's historic peninsula*. Istanbul: Mimar Sinan Fine Arts University.
- Kolm, H., Oberteuffer, J. & Kelland, D. (1975). High-Gradient: Magnetic Separation. *Scientific American*, 233, 46-54.
- Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K. H., Haberl, H., & Fischer-Kowalski, M. (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th Century. *Ecological Economics*, 10, 2696-2705.
- Kryzonawski, M., Kuna-Dibbert, B. & Schneider, J., (2005). *Health effects of transport-related air pollution*. Copenhagen: WHO.
- Kuriechan, S. K. (2005). *Causes and impacts of accidents in chemical process industries and a study of the consequence analysis software*. (MPhil Thesis). India: Pondicherry University.
- Laitner, J., Gold, R., Nadel, S., Langer, T., Elliott, R. N., & Trombley, D. (2010). *The American Power Act and Enhanced Energy Efficiency Provision: Impacts on the US economy*. Washington, DC: American Council for an Energy Efficiency Economy.
- Lund, R. T. (1996). *The remanufacturing industry: Hidden giant*. Boston: Boston University. Retrieved from <http://www.bu.edu/reman/>
- Lutz, C. & Giljum, S. (2009). Global resource use in a business-as-usual world up to 2030: Updated results from the GINFORS model. In R. Bleischwitz, P. Welfens, & Z. X. Zhang (Eds.), *Sustainable Growth and Resource Productivity* (pp. 30-42). Sheffield, UK: Greenleaf.
- Mannan, S. P. E. (2009). Lessons learned from past incidents shed light on present day needs and challenges in process safety. College Station, TX: Texas A&M University. Retrieved from http://chen.qatar.tamu.edu/assets/PDFs/Distinguished_Lecture_Series_-_TAMUQ.pdf
- Markandya, A., & Tamborra, M. (2005). Estimates of damage costs from air pollution to human health, crops and materials. In *Green accounting in Europe: A comparative study* (Vol. 2, pp. 113-225). Cheltenham, UK: Elgar.
- Martinez-Fernandez, C., Hinojosa, C. & Miranda, G. (2010). *Green jobs and skills: Labour market implications of addressing climate change* (Working paper). Paris: OECD Local Employment and Economic Development (LEED) Programme.
- Mendelsohn, R. & Muller, N. (2007). Measuring the Damages of Air Pollution in the United States. *Journal of Environmental Economics and Management*, 54(1), 1-14.
- Metz, B. et al., (Eds.). (2005). *IPCC special report on carbon capture and storage*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Nahman, A. (2010). Food Packaging in South Africa: Reducing, re-using and recycling. In *Government Digest*, February 2010. South Africa: CSIR Environmental and Resource Economics Group.
- Nhamo, G. (2005). *Environmental policy processes surrounding South Africa's plastic bags regulation* (PhD thesis). Grahamstown, South Africa: Rhodes University.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (1999). *Economic instruments for pollution control and natural resources management in OECD countries: A survey for the working party on economic and environmental policy integration*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2007). *Instrument mixes for environmental policy*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2008). *Measuring material flows and resource productivity*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2008a). *Reconciling development and environmental goals: Measuring the impact of policies*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2009). *Trends in the global steel market*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2010a). *Taxation, innovation and the environment*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2010b). *Fuels taxes, motor vehicle emission standards and patents related to the fuel-efficiency and emissions of motor vehicles*. (Joint Meetings of Tax and Environment Experts). Paris: OECD.
- Pearson, N. O. (2010). India to raise US\$ 535 million from carbon tax on coal. *Bloomberg Businessweek*, 1 July 2010. Retrieved from <http://www.businessweek.com>
- Perenius, L. (2009). *Global chemical industry: Profile and trends*. (CEFIC presentation of June, 26, 2009). Geneva: UNEP. Retrieved from http://www.chem.unep.ch/unepsaicm/mainstreaming/Documents/GCO_SteerComm1/LenaPerenius_Assessment%20of%20Key%20Resources.pdf
- Portland Cement Association. (2008). *The 2007 apparent use of Portland Cement by state and market group: U.S. Summary*. Skokie: PCA.
- Raes, Frank. (2006) *Global Change Newsletter* 65, March, 2006. International Biosphere Geosphere Programme.
- Renzetti, S. (2005). Economic instruments and Canadian industrial water use. *Canadian Water Resources Journal*, 30(1), 21-30.
- Shin, D. (2004). *Price volatility and LDCs*. American Gas Association. Retrieved from <http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/04/LNG/Davidpercent20Shinpercent20AGA.pdf>
- Strahan, D. (2007). *The last oil shock: A survival guide to the imminent extinction of petroleum man*. London: John Murray.
- Stietska-Ilna, O., Hofmann, C., Duran Haro, M., & Jeon, S. (2010). *Skills for green jobs: Global Synthesis Report*. Geneva: ILO.
- Strukova, E., Golub, A. & Markandya, A. (2006). Air Pollution Costs in Ukraine. (FEEM Research Paper Series, Working Paper No 120.06). September, 2006.
- Sustainable European Research Institute (SERI). (2010). *Trends in global resource extraction, GDP and material intensity 1980-2007*. Retrieved from http://www.materialflows.net/index.php?option=com_content&task=view&id=32&Itemid=48
- Svoboda, J. (2004). *Magnetic techniques for the treatment of materials*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishing.
- Symbeyond Research Group. (2010). *Assuring consumer confidence in ethical standards: Mapping of different initiatives*. (Report prepared for the Ethical Trade Fact-finding Steering Group). Amsterdam: Symbeyond Research.
- TEEB. (2012). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Business and Enterprise*. Edited by J. Bishop. Abingdon: Earthscan.
- Tilton, J. E. (2002). *On borrowed time: Assessing the threat of mineral depletion*. Brussels: European Commission.
- Tukker, A. & Tischner, U. (2006). *New business for old Europe: Product service development, competitiveness and sustainability*. Sheffield, UK: Greenleaf Publishing.
- United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. (2009). *Economic and Social Survey of Asia and the Pacific 2009*. UN-ESCAP, Bangkok.
- United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization. (2009). *Water Development Report 3*. Paris: UNESCO.
- United Nations Environment Programme. (2002). *Industry as a partner for sustainable development. Ten years after Rio: The UNEP Assessment*. Nairobi: UNEP.
- United Nations Environment Programme. (2006). *Class of 2006. Industry report cards on environment and social responsibility*. Nairobi: UNEP.
- United Nations Environment Programme. (2009). *Industry sectoral approaches and climate action: From global to local level in a post-2012 climate framework: A review of research, debates and positions*. Nairobi: UNEP.

- United Nations Environment Programme, Resource Panel. (2010a). *Metals stocks in society: Scientific synthesis*. Nairobi: UNEP.
- United Nations Environment Programme, Resource Panel. (2010b). *Assessing the environmental impacts of consumption and production: Priority products and materials*. Nairobi: UNEP.
- United Nations Environment Programme, Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) & Bloomberg. (2010). *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2010*. Nairobi: UNEP.
- United Nations Environment Programme, International Labour Organization, ICFTU & IOE. (2008). *Green jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*. UNEP: Nairobi.
- United Nations Industrial Development Organization. (2007). *Policies for promoting industrial energy efficiency in developing countries and transition economies*. Vienna: UNIDO.
- United Nations Industrial Development Organization. (2010). *International yearbook of industrial statistics 2010*. Vienna: UNIDO.
- United States National Research Council. (2009). *Hidden costs of energy: unpriced consequences of energy production and use*. Washington, DC: The National Academies Press.
- United States Energy Information Administration. (2009). *International energy outlook*. Washington DC: United States Department of Energy, Energy Information Administration. Retrieved from <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/>
- USGS, United States Geological Survey. (2007). *Minerals yearbook: Metals and Minerals*. (Vol. I). Washington, DC: US Department of Interior.
- Van den Bergh, J. C. J. M. (2008). Environmental regulation of households? An empirical review of economic and psychological factors. *Ecological Economics*, 66, 559-574.
- Van den Bergh, J. C. J. M. (2011). Energy conservation more effective with rebound policy. *Environmental and Resource Economics*, 48(1), 43-58.
- Van Der Voet, E., Moll, S. & De Bruyn, S. (2005). *Policy review on decoupling: Development of indicators to assess decoupling of economic development and environmental pressure in the EU- 25 and AC-3 countries*. Brussels: European Commission. Retrieved from http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/fin_rep_natres.pdf
- Van Oss, H. (2006). *Iron and steel slag*. Reston, VA: US Geological Survey.
- Von Weizsaecker, E., Lovins, A. & Lovins, L. H. (1997). *Factor four: Doubling wealth, halving resource us: A report to the Club of Rome*. London: Earthscan.
- Von Weizsaecker, E., Hardgroves, K. C., Smith, M. H., Desha, C., & Stasinopoulos, P. (2009). *Factor Five: Transforming the global economy through 80 per cent improvements in resource productivity*. London: Earthscan.
- Waldmeir, P. (2010). China offers subsidies to accelerate green car sales. *Financial Times*, 2 June 2010.
- Wan, Y. & Qi, J. (2005). Long-term development trend of China's economy and importance of the circular economy. *China & World Economy*, 13(2), 16-25.
- Warr, B. S., Eisenmenger, N., Krausmann, F., Schandl, H., & Ayres, R. U. (2010). Energy use and economic development: A comparative analysis of useful work supply in Austria, Japan, the United Kingdom and the US during 100 years of economic growth. *Ecological Economics*, 69(10), 1904-1917.
- Water Resources Group. (2009). *Charting our water future*. New York: McKinsey.
- World Bank. (2007). *World Development Report*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2007). *Cost of pollution in China: Economic estimates of physical damages*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2008). *World Development Indicators 2008*. Washington, DC: World Bank for Reconstruction for Development.
- World Bank. (2009). *World Development Indicators 2009*. Washington, DC: World Bank for Reconstruction for Development.
- World Business Council for Sustainable Development. (2010). *Vision 2050: The new agenda for business*. Geneva: WBCSD, .
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. New York: Oxford University Press, .
- World Health Organization. (2004). *The global burden of disease: 2004 update*. Retrieved from http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/2004_report_update/en/index.html
- World Resources Institute. (2005). *Navigating the numbers*. Washington, DC: WRI. Retrieved from http://pdf.wri.org/navigating_numbers.pdf
- World Resources Institute. (2007). *Slicing the pie: Sector-based approaches to international climate agreements*. Washington, DC: WRI.
- World Steel Association. (2009). *World steel figures*. Brussels: WSA. Retrieved from <http://www.worldsteel.org/pictures/publicationfiles/WSIF09.pdf>.
- Worldwatch Institute. (2004). *State of the World 2004*. Washington, DC: Worldwatch Institute.
- Yingling, L. (2008). China watch: Plastic bag ban trumps market and consumer efforts. Retrieved from www.worldwatch.org



istockphoto/Robert Dant



Residuos

Inversión en eficiencia energética y de recursos



Agradecimientos

Autor-coordinador del capítulo: **Dr. Prasad Modak**, presidente ejecutivo, Environmental Management Centre (EMC), Mumbai (India).

Vera Weick y Moustapha Kamal Gueye (en las etapas iniciales del proyecto), del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), organizaron el capítulo, incluyendo el manejo de la revisión por pares, la interacción con el autor coordinador en las revisiones, la conducción de investigación complementaria y su producción final. Derek Eaton editó y revisó la sección de modelación en este capítulo, y Sheng Fulai dirigió la edición preliminar.

Con el propósito de asegurar una representación global con un enfoque sectorial, geográfico y regional sobre el tema, reconocidos expertos en gestión de residuos de distintas regiones del mundo han participado como autores con sus contribuciones en el desarrollo de este capítulo. Entre ellos se encuentran Toolseeram Ramjeawon, profesor de Ingeniería Ambiental del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República de Mauricio; C. Visvanathan, profesor de Ingeniería Ambiental y Programa de Administración de la Escuela de Desarrollo, Recursos y Medio Ambiente en el Instituto Tecnológico de Asia (AIT, por sus siglas en inglés) en Tailandia; Hardy M. Wong, consultor ambiental para Organizaciones Globales y presidente, EPM International Inc., Toronto, Canadá; Shailendra Mudgal, director ejecutivo, BIO Intelligence Service (BIOIS) Francia; y N.C. Vasuki, consultor ambiental de EE.UU. Este capítulo se benefició adicionalmente con las contribuciones recibidas por Louise Gallagher (PNUMA) y Andrea M. Bassi, John P. Ansah y Zhuohua Tan (Millennium Institute).

Swati Arunprasad, especialista principal de Medio Ambiente (EMC, por sus siglas en inglés), proveyó de asistencia técnica y de investigación al autor-coordinador en la recopilación de las aportaciones de los distintos autores, en la preparación de los borradores y en la revisión editorial sobre la consistencia y exactitud del contenido.

Quisiéramos agradecer a las siguientes personas por proveer su apoyo en la compilación de datos y por sus contribuciones en

varias secciones del capítulo: Prem Ananth, asociado principal de investigación (AIT) por asistir a C. Visvanathan, y Sandeep Pahal, de consultores (BIOIS), por asistir a Shailendra Mudgal. T.

En el desarrollo del capítulo, el autor-coordinador del mismo recibió contribuciones valiosas de diversos talleres regionales e internacionales y de reuniones de expertos. Entre estos últimos se incluyen el Foro Internacional sobre Economía Verde, co-organizado por el Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de China y el PNUMA el 6 y 7 de noviembre de 2009; la International Consultative Meeting on Expanding Waste Management Services in Developing Countries celebrado en Tokio (Japón) el 18 y 19 de marzo de 2010; el Second Meeting of the Regional 3R Forum en Asia, organizado en Kuala Lumpur (Malasia) entre el 4 y 6 de octubre de 2010, y el Intersessional Consultative Meeting on Waste Management en África, que se desarrolló en Rabat (Marruecos) el 25 y 26 de noviembre de 2010. Adicionalmente a las interacciones en estos encuentros, el autor-coordinador del capítulo se benefició de varias presentaciones realizadas por algunos expertos en el campo de la gestión de residuos, las cuales propusieron datos y casos de estudio de mucha utilidad. Estas aportaciones de sumo valor son reconocidas con mucho agradecimiento.

Comentarios adicionales fueron provistos como parte de un proceso de revisión pública por algunos individuos de la Cámara de Comercio Internacional y de la Asociación de Acero Mundial.

También quisiéramos agradecer a los muchos colegas que apoyaron con sus aportaciones en la revisión del borrador, entre ellos: Rene van Berkel (ONUDI), Arlinda César-Matos (Instituto Venturi para Estudios Ambientales, Brasil), Surya Chandak (PNUMA), James Curlin (PNUMA OzonAction), Luis F. Díaz (Cal-Recovery, Inc.), Ana Lucía Iturriza (OIT), Vincent Jugault (OIT), Robert McGowan, Matthias Kern (Basel Convention Secretariat), Changheum Lee (Misión Permanente de la República de Corea), Antonios Mavropoulos (International Solid Waste Association), Rajendra Shende, (PNUMA OzonAction), Guido Sonnemann (PNUMA), y Henning Wilts (Wuppertal Institute, Alemania).

Índice

Lista de acrónimos	327
Mensajes clave	328
1 Introducción	330
1.1 Alcance del sector de los residuos	330
1.2 Enverdecimiento del sector de los residuos	330
1.3 Una visión del sector de los residuos	331
2 Retos y oportunidades en el sector de los residuos	332
2.1 Retos	332
2.2 Oportunidades	339
3 Caso económico para la inversión en el enverdecimiento del sector de los residuos	343
3.1 Objetivos e indicadores para el enverdecimiento del sector de los residuos	343
3.2 Gasto en el sector de los residuos	345
3.3 Beneficios de la inversión en el enverdecimiento del sector de los residuos	346
4 Efectos de una mayor inversión en el sector de los residuos	357
5 Condiciones propicias	359
5.1 Financiamiento	359
5.2 Incentivos y desincentivos económicos	361
5.3 Medidas regulatorias y de política	362
5.4 Acuerdos institucionales entre sectores formales e informales	364
6 Conclusiones	366
Referencias	368

Lista de figuras

Figura 1: Jerarquía de la gestión de residuos	330
Figura 2: Composición de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) por ingreso nacional	332
Figura 3: PIB per cápita vs RSU per cápita	334
Figura 4: Generación estimada de RSU alrededor de diferentes regiones del mundo.....	334
Figura 5: Relación entre el consumo privado y los residuos municipales en países de la OCDE.....	335
Figura 6: Tendencia en el PIB y crecimiento de residuos de envases de 1998 a 2007 en 15 países de la UE	338
Figura 7: Tendencias en el reciclaje de vidrio de 1980 a 2005 (porcentaje de consumo aparente)	341
Figura 8: Gasto total público y privado para la recuperación de sitios contaminados en Europa	345
Figura 9: Capacidad de crecimiento de la industria del aluminio reciclado en Europa Occidental	348
Figura 10: Producción de energía proveniente de residuos urbanos renovables y no renovables en Europa	354
Figura 11: Proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) registrados por algunos países no incluidos en el Anexo I (diciembre de 2010)	355
Figura 12: Inversiones estimadas por el Banco Mundial para la gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en varias regiones del mundo	360

Lista de tablas

Tabla 1: Estimaciones de la generación de residuos electrónicos (toneladas por año)	337
Tabla 2: Indicadores para medir el enverdecimiento del sector de residuos.....	344
Tabla 3: Tipologías de recolección de residuos por PIB per cápita	347
Tabla 4: Ahorros de energía y de flujo de emisiones de GEI debido al reciclaje de residuos	348
Tabla 5: Cooperación comunitaria en la gestión de residuos	365

Lista de cuadros

Cuadro 1: Reservas mundiales de metal y tasas de reciclaje	336
Cuadro 2: Empresas que recurren al empaquetado ecológico debido a una mayor presión por parte del consumidor	340
Cuadro 3: Recesión y tasa de reciclaje de papel en Reino Unido.....	341
Cuadro 4: Ahorros en costos y recuperación de recursos a partir del reciclaje.....	349
Cuadro 5: Dimensión social de la gestión de residuos y empleos relativos al reciclaje – implicaciones para un trabajo digno y reducción de la pobreza.....	350
Cuadro 6: Transformación del abono urbano en fertilizante orgánico	352
Cuadro 7: Suministro rural de energía proveniente de los residuos.....	353
Cuadro 8: Créditos de carbono a partir de residuos.....	356
Cuadro 9: Incentivos para la inversión privada en limpieza y saneamiento de zonas industriales abandonadas o en desuso	362
Cuadro 10: Desvío de rellenos en Reino Unido	363

Lista de acrónimos

3R	Reducir, Reutilizar y Reciclar	MEA	Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente
APP	Asociación Público-Privada	MIS	Sistema de Información Administrativo
BAD	Banco Asiático de Desarrollo	MLF	Fondo Multilateral para la Implementación del Protocolo de Montreal
BAU	Escenario base	MRF	Planta de Reciclaje de Materiales
BRI	Buró de Reciclaje Internacional	NIMBY	'No en mi patio trasero'
C y D	Construcción y Demolición	NRDC	Consejo de Defensa de Recursos Naturales
CBO	Organización Comunitaria	OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
CDR	Combustible Derivado de Residuos	OEA	Programa de Acción de Recursos y Residuos
EC	Economía Circular	OHS	Seguridad y Salud Laboral
CEIT	Países con Economías en Transición	OIT	Organización Internacional del Trabajo
CER	Certificados de Reducción de Emisiones	ONG	Organización No Gubernamental
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	PAYT	'Pague al tirar'
CO ₂	Dióxido de Carbono	PIB	Producto Interno Bruto
DCOT	Desarrollo, Construcción, Operación y Transferencia	PMD	Países Menos Desarrollados
DfD	Diseño para el Desmontaje	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
DfE	Diseño para el Medio Ambiente	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
EAWAG	Instituto Suizo Federal de Ciencia y Tecnología Acuática	RCRA	Ley de Conservación y Recuperación de Recursos de los EE.UU.
EEA	Agencia Europea del Medio Ambiente	RMB	Yuan (unidad monetaria de la República Popular de China)
EoLV	Vehículos al Final de su Vida Útil	ROI	Retorno de Inversión
EPA	Agencia de Protección Medioambiental de los EE.UU.	RSU	Residuos Sólidos Urbanos
EPR	Responsabilidad Ampliada del Productor	SCRAP	Proyecto de Acción Escolar y Comunitaria de Reutilización
E-waste	Basura electrónica	StEP	Resolviendo el problema de la basura electrónica
FFTC	Centro de Tecnología de Alimentos y Fertilizantes	SO ₂	Dióxido de Azufre
GEI	Gases de efecto invernadero	SRO	Sustancias que Reducen el Ozono
GIS	Sistema de Información Geográfico	TEAP	Panel de Evaluación Tecnológica y Económica del Protocolo de Montreal
GMS	Sub-región del Gran Mekong	THB	Baht (unidad monetaria de Tailandia)
GPS	Sistema de Posicionamiento Global	TMB	Tratamiento Mecánico y Biológico
HDPE	Polietileno de Alta Densidad	UE	Unión Europea
HSWA	Federal Hazardous and Solid Waste Amendments (EE.UU.)	UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
ICC	Limpieza Costera Internacional	UNU	Universidad de las Naciones Unidas
IFC	International Finance Corporation	USGS	Servicio Geológico de los EE.UU.
IFP	Iniciativa Financiera Privada	VBWF	Cuotas de Residuos en base al Volumen
ILSR	Institute of Local Self Reliance	WEEE	Directiva de Equipo Eléctrico y Electrónico para Residuos
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	WtE	Energía a partir de Residuos
LDPE	Polietileno de Baja Densidad		
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio		

Mensajes clave

1. El volumen creciente y la complejidad de los residuos asociados al crecimiento económico plantean graves riesgos a los ecosistemas y a la salud humana. Cada año se acumula un número estimado de 11,200 millones de toneladas de residuos sólidos en el mundo y la descomposición de la fracción orgánica contribuye a cerca del cinco por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). De todos los flujos de residuos, los desperdicios derivados de equipos eléctricos y electrónicos, que contienen sustancias tóxicas nuevas y complejas, son los que representan el reto de más rápido crecimiento tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo.

2. El crecimiento del mercado de residuos, la creciente escasez de recursos y la disponibilidad de nuevas tecnologías ofrecen nuevas oportunidades para el enverdecimiento del sector. El valor del mercado mundial de residuos, desde la recolección hasta el reciclaje, se estima en 410,000 millones de dólares al año, sin incluir el considerable segmento informal en los países en vías de desarrollo. Es muy probable que el reciclaje mantenga un crecimiento constante y se convierta en un componente esencial de los sistemas de gestión verde de residuos, los cuales proporcionarán fuentes de empleo dignas. Mientras que en la actualidad se recupera o recicla solo un 25 por ciento de los residuos, bajo un escenario de inversión verde propuesto en el *Informe de Economía Verde* (GER, por sus siglas en inglés), la cantidad de residuos enviados a los rellenos sanitarios se reducirían de forma considerable. Estos beneficios, que implican la expansión y el desarrollo de nuevas oportunidades de mercado, se alcanzarían mediante la duplicación de la tasa de reciclaje de residuo industrial (un incremento del siete al 15 por ciento); el reciclaje casi completo de residuo electrónico (desde un nivel actual estimado del 15 por ciento); y a un incremento de aproximadamente 3.5 veces más de la tasa de reciclaje actual de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), que constituye la fuente principal de materiales reciclados, entre un 10 y un 34 por ciento. Además, para 2050 todos los residuos orgánicos serían transformados en compost o recuperados para la generación de energía de forma eficiente, en comparación con un 70 por ciento bajo el escenario base (BAU).

3. No hay una fórmula buena para todo cuando nos referimos al enverdecimiento del sector de los residuos, pero existen elementos en común. La mayor parte de las normas relacionadas con la gestión de residuos son de ámbito nacional o local; sin embargo, el enverdecimiento del sector de residuos incluye como una característica común, la minimización de la cantidad de residuos. Cuando no se pueda evitar la generación de residuos, la recuperación de materiales y la generación de energía procedentes de los residuos, así como la remanufactura y el reciclaje para producir nuevos productos reutilizables, deberían ser consideradas como la segunda opción. El objetivo general es establecer una economía circular mundial en la cual se minimice el uso de materiales y la generación de residuos; se recicle o remanufacture cualquier residuo imposible de evitar, y se trate cualquier residuo restante de una forma menos perjudicial para el medio ambiente y la salud humana, o incluso de tal forma que genere nuevo valor, como la energía recuperada a través de residuos.

4. Invertir en el enverdecimiento del sector de los residuos puede generar múltiples beneficios económicos y ambientales. El reciclaje conduce a ahorros de recursos substanciales. Por ejemplo, por cada tonelada de papel reciclado pueden ahorrarse 17 árboles y un 50 por ciento

de agua. Por cada tonelada de aluminio reciclado se pueden obtener los siguientes ahorros: 1.3 toneladas de residuos de bauxita, 15 m³ de agua para refrigeración, 0.86 m³ de agua para procesamiento y 37 barriles de petróleo. Esto unido a evitar la emisión de dos toneladas de CO₂ y de 11 kg de SO₂. En cuanto a nuevos productos, se estimó que el mercado de Energía a partir de Residuos (WtE, por sus siglas en inglés) era ya de 19,900 millones de dólares en 2008, y se espera que crezca en un 30 por ciento para 2014. En términos de los beneficios climáticos, es posible reducir entre un 20 y 30 por ciento las emisiones esperadas de metano en los rellenos sanitarios para 2030 con un costo negativo, y de un 30 a un 50 por ciento a costos de menos de 20 dólares/tCO₂-eq/anual.

5. El reciclaje genera más empleos de los que reemplaza. El reciclaje es uno de los sectores más importantes en cuanto a la generación de empleos se refiere y actualmente es fuente de trabajo para 12 millones de personas en solamente tres países: Brasil, China y EE.UU. La clasificación y el procesamiento de reciclables por sí mismos sostienen diez veces más empleos que el relleno sanitario o la incineración sobre la base de una tonelada. Las estimaciones realizadas en el contexto de este informe sugieren que con un promedio de 152,000 millones de dólares invertidos en la recolección de residuos como parte de una estrategia global de inversión verde en el periodo que abarca de 2011 a 2050, el empleo mundial en actividades de recolección de residuos para 2050 será un 10 por ciento más alto bajo un escenario de economía verde en comparación con las proyecciones obtenidas bajo el modelo base. Mientras que tasas más altas de reciclaje pueden reducir las oportunidades de empleo en actividades de extracción de materiales vírgenes y otras, el balance de empleo neto mundial parece ser positivo.

6. Es primordial mejorar las condiciones de trabajo en el sector de los residuos. Las actividades de recolección, procesamiento y redistribución de materiales reciclables son realizadas generalmente por trabajadores con alternativas muy limitadas fuera de este sector. De esta manera, a pesar de la importante contribución potencial a la creación de empleos, no todos los empleos relacionados con la gestión de residuos y el reciclaje pueden ser considerados como empleos verdes. Para ser considerados empleos verdes necesitan cumplir con exigencias mínimas de empleo digno, incluyendo aspectos sobre el trabajo infantil, la salud y la seguridad laboral, la protección social y la libertad de asociación.

7. El enverdecimiento del sector de los residuos requiere financiamiento, incentivos económicos, medidas reguladoras y de política, y acuerdos institucionales. Mejorar la gestión de residuos y evitar costos ambientales y de salud pueden ayudar a reducir la presión financiera sobre los gobiernos. La participación del sector privado también puede reducir de manera significativa los costos y mejorar la prestación de los servicios. El micro-financiamiento, otros mecanismos financieros novedosos y la asistencia internacional para el desarrollo, pueden aprovecharse para sostener los costos operacionales del tratamiento de residuos. Una serie de instrumentos económicos pueden servir como incentivo para enverdecer el sector (como los impuestos y las cuotas sobre residuos, el crédito para reciclaje y otras formas de subsidio). Su uso podría combinarse con políticas y regulaciones tales como metas de reducción, reutilización, reciclaje (3R); y desplazamiento de materiales vírgenes en productos; regulaciones relevantes para el mercado de la gestión de residuos; y políticas de uso de suelo, planificación y regulaciones para establecer estándares de seguridad mínimos para la protección en el trabajo.

1 Introducción

Este capítulo pretende presentar un caso económico para la inversión en el enverdecimiento del sector de los residuos y tiene como objetivo servir como guía para los formuladores de políticas sobre la manera de movilizar tal inversión. El capítulo muestra cómo una inversión verde en el sector de los residuos puede ayudar a crear empleos y contribuir al crecimiento económico, a la vez que se plantea cuestiones ambientales de una manera equitativa y en favor de los más pobres.

Desde hace mucho tiempo se han subrayado los beneficios ambientales y sociales (incluyendo los relacionados con la salud) derivados del enverdecimiento del sector. No obstante, su impacto se ha visto limitado debido a que las preocupaciones ambientales y sociales son a menudo percibidas como competencia frente a las necesidades económicas. Se discuten aspectos sociales y ambientales del enverdecimiento del sector de los residuos pero el énfasis está en la presentación de un caso económico basado en los datos disponibles.

El capítulo se inicia con una explicación de los alcances del sector de los residuos y lo que supone el enverdecimiento de dicho sector, seguido de una discusión sobre los retos y las oportunidades a los que se enfrenta. Posteriormente se discuten los objetivos que conlleva

el enverdecimiento del sector y las implicaciones económicas potenciales de una inversión verde adicional, en donde se incluyen los resultados obtenidos a partir de un ejercicio de modelación. Finalmente, el capítulo presenta las condiciones que son importantes para propiciar el enverdecimiento del sector.

1.1 Alcance del sector de los residuos

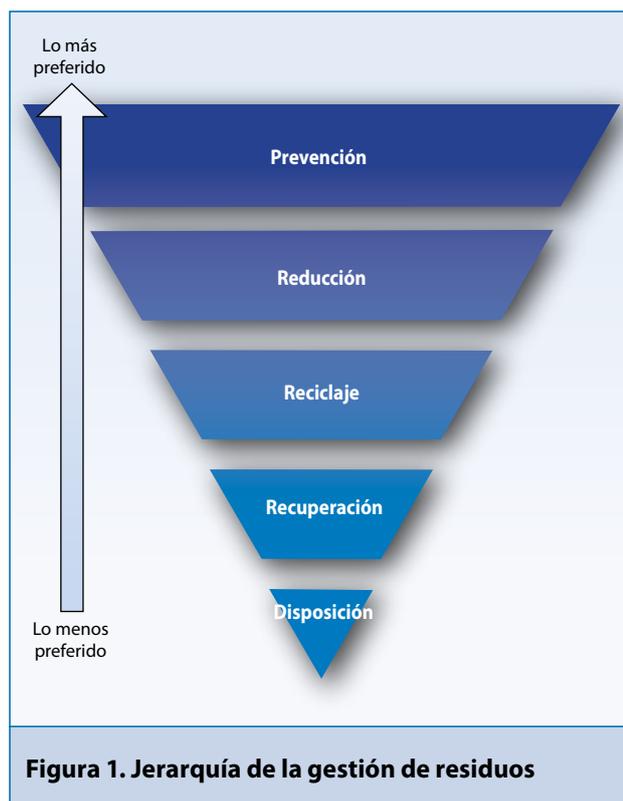
Tradicionalmente, se ha hecho referencia al sector de los residuos como los RSU excluyendo las aguas residuales, que tienden a ser clasificadas como parte de los sectores del agua o de la industria. Por lo tanto, el ámbito de este capítulo se limita a la gestión de RSU y a flujos de residuos especiales como equipos eléctricos y electrónicos usados; así como vehículos y sus partes; residuos de construcción y demolición (CyD); residuos hospitalarios y residuos procedentes de la biomasa o de la actividad agrícola.

1.2 Enverdecimiento del sector de los residuos

El enverdecimiento del sector de los residuos se refiere a un cambio de los métodos de tratamiento y eliminación de residuos menos preferidos, como la incineración (sin recuperación de energía), y diferentes formas de vertido hacia las 3R: Reducir, Reutilizar y Reciclar. La estrategia consiste en dirigirse hacia los procesos iniciales en la jerarquía de la gestión de residuos, de acuerdo con el enfoque internacionalmente reconocido de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) (véase la Figura 1).

La GIRS es un enfoque estratégico para administrar todas las fuentes de residuos, para priorizar el control de residuos y su minimización, practicar la separación, promocionar las 3R, implementar el transporte seguro de residuos, su tratamiento y eliminación de una forma integrada, con un énfasis en la maximización de la eficiencia del uso de recursos. Esto marca un alejamiento del enfoque tradicional en donde los residuos son gestionados principalmente desde una perspectiva de cumplimiento caracterizada por el tratamiento al final del ciclo de producción, como es el caso de la incineración (sin recuperación de energía) y el uso de rellenos.

Las actividades de enverdecimiento del sector bajo un enfoque GIRS incluyen:



- Conservación de recursos, lo cual evita el consumo excesivo de recursos;
- Reducción de residuos, optimizando el uso de recursos y minimizando su desperdicio;
- Recolección y separación de residuos para garantizar un tratamiento adecuado;
- Reutilización de residuos, lo que ayuda a circular residuos y evita el uso de recursos vírgenes;
- Reciclaje de residuos, que transforma residuos en productos útiles;
- Recuperación de energía, que emplea energía residual a través de residuos;
- Evitar rellenos sanitarios, que conserva la tierra y evita riesgos de contaminación; y
- Construcción y mantenimiento de infraestructuras para la recolección de residuos, recuperación de materiales provenientes de flujos de residuos (recolección y separación), y aplicación de tecnologías compatibles con las 3R y actividades asociadas.

Los indicadores para medir el progreso del enverdecimiento del sector incluyen:

- Tasa de consumo de recursos (uso de material en kg per cápita);
- Tasas de generación de residuos (kg per cápita/año, total y por sector económico);
- Proporción de residuos recolectados y separados;
- Proporción de materiales en flujos de residuos que son reutilizados o reciclados;
- Proporción de material virgen desplazado en la producción;
- Proporción de residuos utilizados para la recuperación de energía;
- Proporción de materiales en flujos de residuos desviados desde los rellenos sanitarios;
- Reducción de emisiones de GEI debido a una menor cantidad de rellenos sanitarios;

- Proporción de residuos totales eliminados en rellenos sanitarios; y

- Extensión de captura, recuperación y/o tratamiento de emisiones contaminantes como las del lixiviado y el gas de los rellenos sanitarios.

En relación con una economía verde en general, los indicadores del enverdecimiento del sector de los residuos incluyen el valor de los bienes generados y los empleos asociados, a través de dicho enverdecimiento como los productos remanufacturados, la energía recuperada y los servicios en términos de los residuos recolectados, separados y procesados. Los beneficios sociales y económicos en cuanto a la salud, los valores de propiedad, el turismo y la creación directa e indirecta de puestos de trabajo deberían ser considerados de igual forma. Sin embargo, no todos estos indicadores se encuentran disponibles fácilmente. En este capítulo se emplean indicadores aproximados en la medida de lo posible para medir y estimar la importancia económica del enverdecimiento del sector.

1.3 Una visión del sector de los residuos

La visión a largo plazo para el sector de los residuos consiste en establecer una economía global circular en la que el uso de materiales y la generación de residuos sean minimizados, en donde cualquier residuo difícil de evitar sea reciclado o remanufacturado, y en donde cualquier residuo restante sea tratado de tal forma que cause el menor perjuicio posible al medio ambiente y a la salud, o incluso suponga un valor adicional mediante la recuperación de energía a partir de ellos. Para alcanzar esta visión, se necesitan cambios radicales en la gestión de la cadena de suministro, especialmente, en la parte del diseño industrial y del producto en dicha cadena. De forma concreta, las 3R deben orientar el diseño industrial –con las correspondientes implicaciones para los materiales en todas las etapas–, y cubrir a toda la cadena de suministro. Este requisito es, a su vez, esperado para motivar la innovación. El capítulo ‘Manufactura’ profundiza en los enfoques de ciclo de vida, entre los que se incluyen el ciclo cerrado y los sistemas circulares de producción.

2 Retos y oportunidades en el sector de los residuos

2.1 Retos

El sector de los residuos se enfrenta a tres tipos de cambios: 1) el mayor crecimiento de la cantidad y complejidad de los flujos de residuos asociados a mayores ingresos y crecimiento económico; 2) un creciente riesgo de daño a la salud humana y a los ecosistemas; y 3) la contribución del sector al cambio climático.

El volumen creciente y la complejidad de los residuos

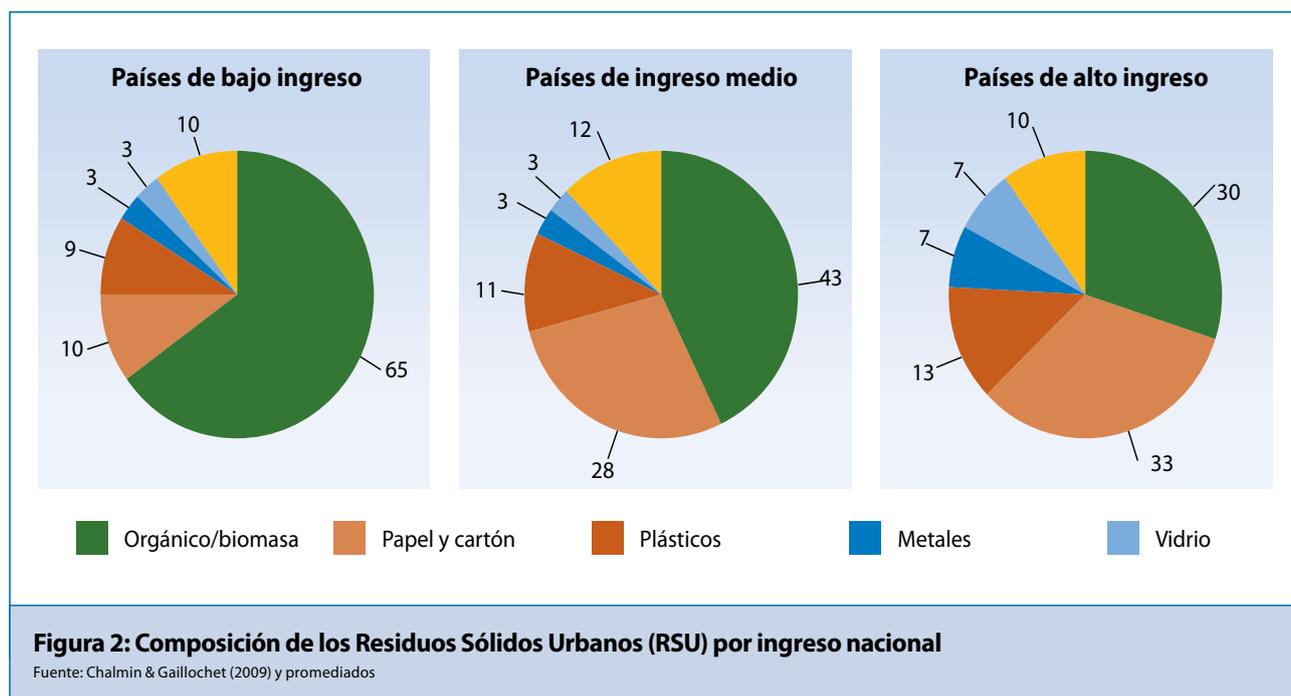
La explotación de los recursos del planeta avanza a un ritmo acelerado; el uso de materiales se multiplicó por ocho durante el siglo pasado (Krausmann et al., 2009). De acuerdo con el Instituto Wuppertal, un habitante de la UE consume una media de 50 toneladas de recursos al año, aproximadamente tres veces la cantidad per cápita que se consume en las economías emergentes. Además, los europeos desechan en promedio el doble que los ciudadanos de las economías emergentes (Bleischwitz, 2009). El uso de recursos per cápita en las economías emergentes también se está incrementando considerablemente, mientras que en los Países Menos Desarrollados (PMD) está comenzando una transición hacia un tipo de metabolismo social industrial, conforme se incrementan los ingresos y el poder adquisitivo es utilizado en el gasto de los consumidores.

Actualmente se producen entre 3,400 y 4,000 millones de toneladas de residuos urbanos e industriales cada año, de los que 1,200 millones de toneladas son residuos industriales no peligrosos (Chalmin & Gaillochet, 2009). Una proporción importante de residuos generados son los RSU que se originan en asentamientos urbanos (1,700-1,900 millones de toneladas, o el 46 por ciento del total de residuos generados), con 770 millones de toneladas producidas por 25 países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (UNEP, 2010).

A medida que un país se desarrolla y su riqueza aumenta, la composición de su flujo de residuos se vuelve más variada y compleja. La Figura 2 muestra la alta proporción de RSU ricos en componentes orgánicos en países con un ingreso medio-bajo con un PIB per cápita menor a 12,196 dólares, mientras que en los países de ingreso alto los flujos de RSU contienen una gran proporción de plásticos y papel.

Además de los RSU, existen otros tipos principales de flujos de residuos, los cuales se detallan a continuación:

■ Los residuos de la Construcción y Demolición (CyD) constituyen entre un diez por ciento y un 15 por ciento



de los residuos totales generados en los países desarrollados (Bournay, 2006), y algunos países han reportado proporciones mucho más altas. Por ejemplo, la OCDE (2008a) estimó que Alemania genera 178.5 millones de toneladas de residuos de CyD, lo que constituye el 55 por ciento de los residuos totales reportados. Los residuos de CyD pueden ser clasificados como residuos de alto volumen con relativamente bajo impacto en comparación con otros.

■ Los Vehículos al Final de su Vida Útil (EoLV, por sus siglas en inglés) suman entre ocho y nueve millones de toneladas de residuos en la Unión Europea (UE), siendo Alemania, Reino Unido, España e Italia los responsables de, aproximadamente, el 75 por ciento de las bajas de vehículos en la UE25 (Eurostat, 2010a). Japón genera al año cerca de 0,7 millones de toneladas de Residuos Triturados de Automóviles (ASR, por sus siglas en inglés), materiales como el plástico, el caucho, espuma, papel, tela, vidrio, que se mantienen para ser reciclados después de que las partes reutilizables del automóvil se eliminan de las trituradoras de EoLV. En EE.UU., los ASR suman cinco millones de toneladas al año (EPA, 2010).

■ Los residuos de la biomasa incluyen residuos agrícolas y forestales. Se ha estimado que se generan 140,000 millones de toneladas de residuos agrícolas en el mundo al año (Nakamura, 2009). Al igual que los residuos de CyD, los residuos de la biomasa son de alto volumen con un impacto relativamente bajo.

■ Los residuos hospitalarios son catalogados en ocasiones como una subcategoría dentro de los residuos peligrosos. No hay estimaciones en el mundo. Sin embargo, los países de bajo ingreso generan en promedio entre 0.5 y tres kilogramos de residuos hospitalarios per cápita al año, los cuales incluyen tanto componentes peligrosos como no peligrosos. Se ha percibido que los países de alto ingreso generan hasta seis kilogramos de residuos peligrosos per cápita al año procedentes de actividades de atención a la salud (WHO, 2010).

■ La basura electrónica (*E-waste*) continúa incrementándose de forma dramática debido a la creciente demanda mundial de productos electrónicos y eléctricos. Se estima que tan solo en 2004, 315 millones de computadoras personales (PC, por sus siglas en inglés) en el mundo se volvieron obsoletas; y que en 2005, 130 millones de teléfonos celulares alcanzaron el final de su vida útil (UNEP, 2005). EE.UU. produce la mayor parte de la chatarra electrónica, alrededor de 3.16 millones de toneladas en 2008 (EPA, 2009). El total de basura electrónica generada a escala mundial pasó de los seis millones de toneladas en 1998 a entre 20 y 50 millones de toneladas en 2005 (UNEP, 2005). Yu et al. (2010) han pronosticado que el número de computadoras obsole-

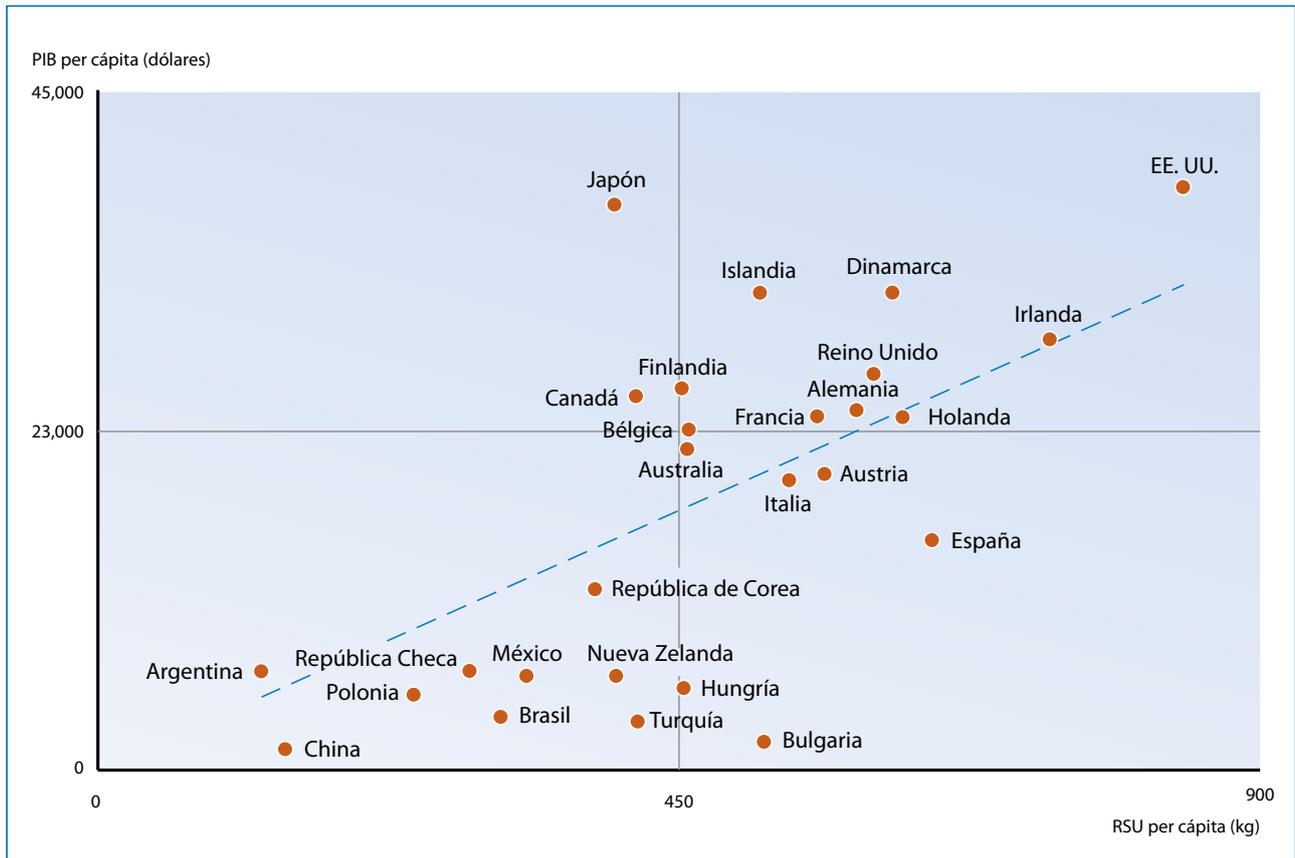
tas en las regiones en vías de desarrollo superará al de las regiones desarrolladas para el período 2016-2018, y que para 2030 podrían sumar entre 400 y 700 millones de unidades en comparación con los 200-300 millones de unidades en países desarrollados.

■ Los residuos peligrosos requieren una manipulación y tratamiento especial incluso en pequeñas cantidades. Además, se pueden mezclar con el flujo de residuos generado en los sectores urbano y agrícola. Por ejemplo: baterías usadas, pinturas gastadas y pesticidas químicos residuales; así como Sustancias que Reducen el Ozono (SRO), como los refrigeradores, aire acondicionado, extintores, productos de limpieza, equipos electrónicos y fumigadores agrícolas. Los informes presentados en la Convención de Basilea sugieren que, al menos, 8.5 millones de toneladas de residuos peligrosos cruzan las fronteras internacionales cada año (Baker et al., 2004).

■ Los residuos de envases y su tratamiento se han vuelto un problema importante para los países de alto ingreso. Por ejemplo, la UE15 registró un incremento de este tipo de residuos de 160 kg per cápita en 1997 a 179 kg per cápita en 2004. Según la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA, 2009), se ha observado un aumento de residuos de empaquetado tanto en los estados miembros más antiguos como en los de más reciente ingreso en la UE.

■ La basura marina se compone de material desechado de forma directa o indirecta a través de actividades y fuentes recreativas/costeras, marítimas/de navegación, relacionadas con el consumo de tabaco, desechos hospitalarios y de higiene personal (PNUMA, 2009a). El estudio de Limpieza Costera Internacional (ICC, por sus siglas en inglés) realizado entre 1989 y 2007 contabilizó 103,247,609 piezas de residuos en los mares del mundo. Los cigarrillos y filtros de cigarrillos fueron una cuarta parte del material encontrado (25,407,457 piezas) (PNUMA, 2009). Se ha reportado que la basura marina tiene impactos significativos sobre la vida salvaje y los ecosistemas sensibles, la salud y seguridad humana y las economías de las zonas costeras (Ocean Conservancy, 2010).

La generación de residuos está relacionada tanto con la población como con el aumento de los ingresos. De estos dos factores, el nivel de ingreso es el más importante. La Figura 3 muestra la correlación entre la generación de RSU y el PIB. Mientras que en los países de alto ingreso, una población urbana de 300 millones de personas genera aproximadamente 0.24 millones de toneladas de RSU (0.8 kg per cápita al día); en los países de bajo ingreso casi la misma cantidad (0.26 millones de toneladas al día) es generada por cerca de 1,300 millones de personas (0.2 kg per cápita al día), la cuarta parte de la población de países de alto ingreso.



Cuadrante	Estado económico y generación de residuos	País y año de los datos		
C1	PIB: Más de 23,000 dólares Residuos: Más de 450 kg per cápita	USA: Estados Unidos de América ^a (2006) IRL: Irlanda (2004) DNK: Dinamarca (2005)	ISL: Islandia (2004) GBR: Reino Unido (2004) NLD: Países Bajos (2004)	DEU: Alemania (2004) FRA: Francia (2004) BEL: Bélgica (2002)
C2	PIB: Más de 23,000 dólares Residuos: Menos de 450 kg per cápita	FIN: Finlandia (2004)	CAN: Canadá (2004)	JPN: Japón ^e (2007)
C3	PIB: Menos de 23,000 dólares Residuos: Menos de 450 kg per cápita	BRA: Brasil ^b (2002) ARG: Argentina ^c (2002) CHN: China ^d (2004)	POL: Polonia (2005) CZE: República Checa (2005) MEX: México (2006)	KOR: República de Corea (2002) NZL: Nueva Zelanda (1999) TUR: Turquía (2004)
C4	PIB: Menos de 23,000 dólares Residuos: Más de 450 kg per cápita	AUS: Australia (2002) HUN: Hungría (2004)	BGR: Bulgaria ^f (2003) ITA: Italia (2004)	AUT: Austria (2004) ESP: España (2004)

Nota: 23,000 dólares representa la mediana en los datos del PIB.

Figura 3: PIB per cápita vs RSU per cápita¹

Fuente: Datos de RSU obtenidos de ^a EPA (2007), ^b Borzino (2002), ^c Methanetomarkets (2005), ^d World Bank (2005), OCDE (2008a), ^e Yatsu (2010) y ^f GHK (2006); datos de población disponibles en: <http://esa.un.org/unpp/>; Datos del PIB obtenidos del Banco Mundial.

La Figura 4 muestra las estimaciones de la generación de RSU en diferentes partes del mundo. Esta se incrementó de 1995 a 2007 en EE.UU. y la UE, con un incremento del 21 y un 14 por ciento, respectivamente. No obstante, debido a una mayor concientización y a las intervenciones de política dirigidas a la gestión de residuos (por ejemplo, las regulaciones de la UE que estimulan el reciclaje de vehículos antiguos desde 2000, y de basura eléctrica y electrónica desde 2002), la tasa de generación de RSU disminuyó en la UE y, en menor medida, en EE.UU. durante el periodo 2003-2007. El vín-

culo entre la riqueza y la generación de residuos sigue siendo muy fuerte, a pesar de las mejoras en la eficiencia; y es un reto importante para los países en vías de desarrollo a medida que generan mayor riqueza, particularmente en Asia (World Bank, 1999). En el mejor de

1 Esta figura se generó utilizando los datos más recientes disponibles en 27 países, incluyendo países desarrollados y en vías de desarrollo de fuentes especificadas (usando el PIB y los datos de población del año para el cual los datos más recientes sobre residuos se encuentran disponibles).

los casos, se ha iniciado un relativo desacoplamiento en los países de la OCDE con una estabilización en la generación de residuos per cápita en la última década, como se muestra en la Figura 5. La reciente concienciación sobre los beneficios que conlleva la minimiza-

ción de residuos, junto con el cambio de la producción intensiva de generación de residuos a los países emergentes y en vías de desarrollo, pueden haber contribuido a esta situación. Los vertederos siguen siendo el método predominante de eliminación de residuos en estos países (OECD, 2008b).

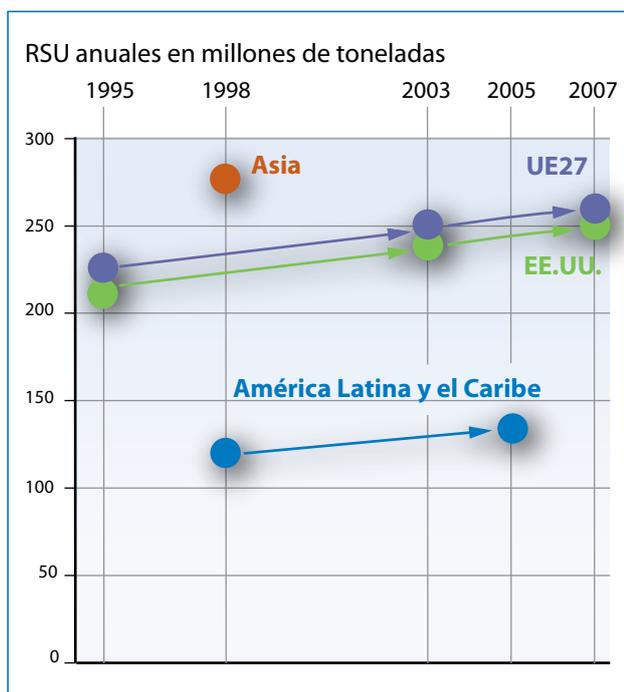


Figura 4: Generación estimada de RSU de diferentes regiones en el mundo

Fuente: Acurio et al. (1998); World Bank (1999); EPA (1999) y (2009); Hoornweg & Gianelli (2007); Eurostat (2010b).

Los volúmenes de residuos no son necesariamente el reto más importante en el futuro. Una mezcla de RSU, residuos hospitalarios peligrosos y flujos de residuos industriales, pueden suponer serios riesgos ambientales y de salud si se mantienen sin recolectarse o son desechados en rellenos sanitarios inseguros e incontrolados. Por ejemplo, en países de bajo ingreso los índices de recolección se encuentran por debajo del 70 por ciento, con más del 50 por ciento de los residuos recolectados eliminados en vertederos, y cerca del 15 por ciento procesado mediante un reciclaje inseguro e informal (Chalmin & Gaillochet, 2009). Dada la cantidad de componentes valiosos presentes en los RSU, la mezcla de residuos es una oportunidad perdida para recuperar desechos que podrían ser reciclados y utilizados como nuevos recursos. El Cuadro 1 proporciona un panorama general de los retos y problemas que deben plantearse para mejorar las tasas de reciclaje de las reservas mundiales de metal.

La basura electrónica es un grave y creciente desafío tanto para los países desarrollados como para los países en vías de desarrollo. Es uno de los flujos de residuos más heterogéneos y uno de los segmentos de

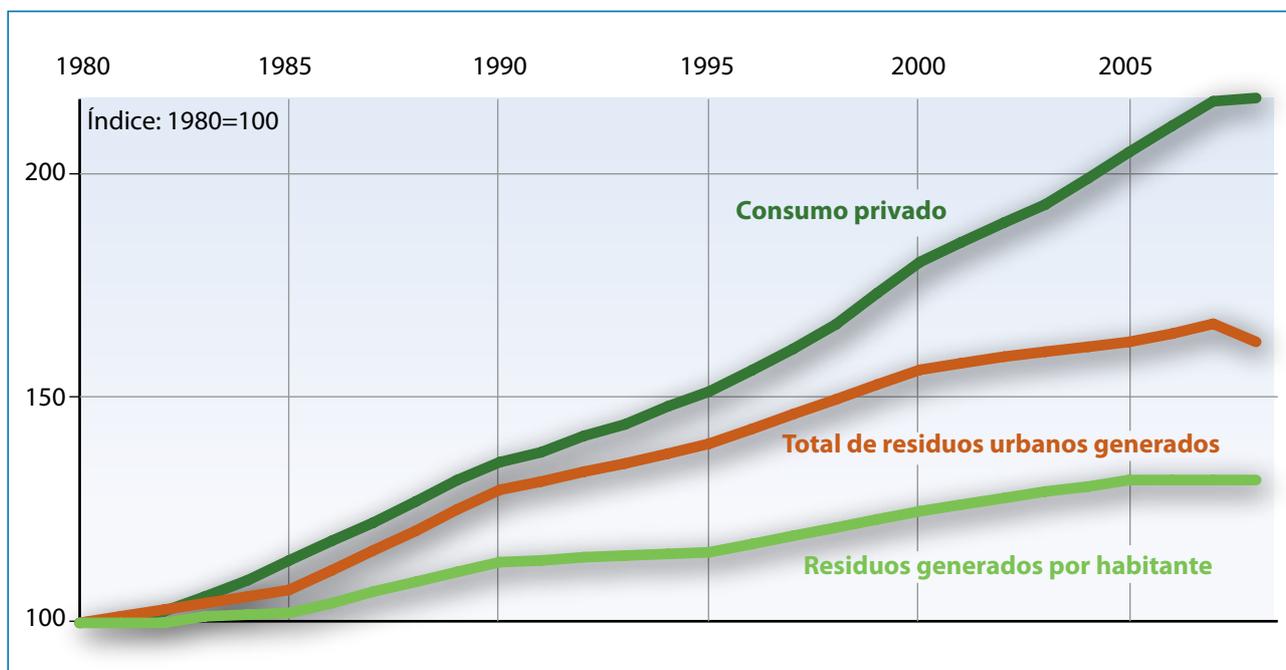


Figura 5: Relación entre el consumo privado y los residuos urbanos en países de la OCDE

Nota: Los indicadores presentados aquí se relacionan con las cantidades de residuos urbanos generados. Muestran las intensidades de generación de residuos expresadas per cápita y por unidad de consumo privado final (se excluye el gasto público en educación, salud y categorías similares) en 2006 y cambios relacionados a partir de 1980.

Fuente: OECD (2008b)

Cuadro 1: Reservas mundiales de metal y tasas de reciclaje

El acelerado ritmo de industrialización en todo el mundo ha tenido como consecuencia una mayor demanda de metales, considerados como materias primas esenciales para infraestructuras y la fabricación de productos. Se espera que la demanda de metales se mantenga de forma dinámica en el futuro: en los países en vías de desarrollo, debido al crecimiento económico; y en los países industrializados, debido a las tecnologías modernas con aplicaciones de metales diseminadas. Puesto que los metales son un recurso limitado, el reto potencial en el suministro de metal podría ser afrontar a través del reciclaje a lo largo de su ciclo de vida.

Entre las diversas etapas del ciclo de vida del metal, las reservas de metal en uso o sociales, las cuales incluyen todos los metales bajo algún tipo de uso y que actualmente proporcionan algún servicio, son las reservas de metal más relevantes a considerar. A escala global, la mayor parte de las reservas en uso a nivel mundial se encuentran en los países más desarrollados. Por ejemplo, Japón y los EE.UU. poseen las reservas en uso más altas y exceden en nueve y 13 veces el valor de las de China, respectivamente. Además, los datos sugieren que las reservas de metal en uso per cápita en países desarrollados exceden por lo general a los de los países menos desarrollados en un factor de cinco a diez.

Una de las estrategias clave para satisfacer la demanda creciente es aprovechar las minas antropogénicas o reservas urbanas, las cuales poseen un gran potencial para reducir la dependencia de recursos metálicos vírgenes y así mitigar la degradación ambiental causada por las actividades mineras. No obstante, se han encontrado grandes puntos débiles en el reciclaje de metal en el mundo. Por ejemplo, el uso a escala masiva de metales especializados como el galio, el indio, etc., durante las últimas tres décadas; y la falta de infraestructura para el reciclaje en muchos países en vías de desarrollo ha conducido a pérdidas diseminadas de dichos metales.

A continuación, presentamos las tasas de reciclaje al finalizar su ciclo de vida (EOL-RR, por sus siglas en inglés) de varios tipos de metales.

■ **Metales ferrosos:** predominantemente basados en hierro y, en su mayoría, magnéticos. Es posible estimar una tasa de reciclaje al final de su vida útil de entre un 70 y 90 por ciento para el hierro y el acero, una de las más altas entre todos los metales utilizados industrialmente.

■ **Metales no ferrosos:** no contienen hierro y son usados en cantidades solo por debajo de los metales ferrosos. La mayor parte de ellos tienen tasas de reciclaje altas, en especial el plomo (tasa de reciclaje EOL > 50 por ciento).

■ **Metales preciosos:** la mayor parte de ellos son reciclados de manera eficiente debido a su escasez. Las tasas de reciclaje EOL más altas incluyen: paladio (60-70 por ciento), platino (60-70 por ciento) y rodio (50-60 por ciento).

■ **Metales especializados:** es el mayor grupo con 37 tipos de metales distintos y son altamente demandados. Las tasas de reciclaje EOL para 32 de los 37 metales especializados están muy cerca del cero (<1 por ciento).

Retos y perspectivas futuras para la sostenibilidad

De esta forma, las tasas de reciclaje EOL para algunos metales, especialmente los metales especializados, son relativamente bajas.

Se ha reconocido que la creación de una economía circular es clave para cubrir las necesidades crecientes de metales en el futuro. El establecimiento de una infraestructura de reciclaje de metales y servicios en áreas urbanas -que serán las minas de metales del futuro- es esencial y debería gozar de una prioridad alta.

El Panel Internacional de Recursos ha afirmado decididamente que es importante mejorar el desarrollo de capacidades, la transferencia de tecnología y la cooperación internacional en países en vías de desarrollo mediante conferencias internacionales de reciclaje, programas de implementación tecnológica y programas específicos de intercambio científico.

El Panel destaca también tres problemas principales que requieren atención inmediata:

■ **Desarrollo e Investigación.** La adquisición de datos y su análisis, la investigación de tecnologías de reciclaje y otros esfuerzos de desarrollo e investigación tendrían que ser una prioridad en el proceso de desarrollo. Datos globales acerca de una gran variedad de metales de resolución espacial y temporal equitativa no se encuentran actualmente disponibles.

■ **Freno al transporte ilegal de residuos.** Organizaciones internacionales como el PNUMA y la OCDE deben multiplicar su compromiso con respecto al monitoreo y control de las exportaciones ilegales de chatarra.

■ **Mejora continua de los sistemas legislativos.** Los países más desarrollados tendrían que redoblar sus esfuerzos para ayudar a países menos desarrollados a implementar sistemas normativos adecuados y garantizar su cumplimiento con el fin de aprovechar las reservas de metales en la sociedad.

Fuente: UNEP (2011)

Países	Fecha de evaluación	PC	Impresoras	Teléfonos celulares	TV	Refrigeradores	Total
Suráfrica	2007	19,400	4,300	850	23,700	11,400	59,650
Kenia	2007	2,500	500	150	2,800	1,400	7,350
Uganda	2007	1,300	250	40	1,900	900	4,390
Marruecos	2007	13,500	2,700	1,700	15,100	5,200	38,200
Senegal	2007	900	180	100	1,900	650	3,730
Perú	2006	6,000	1,200	220	11,500	5,500	24,420
Colombia	2006	6,500	1,300	1,200	18,300	8,800	36,100
México	2006	47,500	9,500	1,100	166,500	44,700	269,300
Brasil	2005	96,800	17,200	2,200	137,000	115,100	368,300
India	2007	56,300	4,700	1,700	275,000	101,300	439,000
China	2007	300,000	60,000	7,000	1,350,000	495,000	2,212,000

Tabla 1: Estimaciones de la generación de residuos electrónicos (toneladas por año)

Fuente: Adaptado del PNUMA y UNU (2009)

los RSU de más rápido crecimiento, especialmente, en las economías desarrolladas y emergentes. La Tabla 1 proporciona la cantidad estimada de basura electrónica generada en 11 países distintos. China genera el 64 por ciento de la basura electrónica del mundo, seguida de India (13 por ciento) y Brasil (11 por ciento). Senegal, Uganda, India, China y Suráfrica son ejemplos de países en donde se espera que la proliferación de basura electrónica se incremente por un factor de dos a ocho para 2020 (UNEP y UNU, 2009). La basura electrónica es una fuente principal de residuos nuevos y peligrosos que se añaden a los RSU.

El PNUMA y la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) estiman que se desechan entre 20 y 50 millones de toneladas de basura electrónica cada año en el mundo, lo que suma el cinco por ciento de todos los RSU. La basura electrónica también tiene un papel importante en el sector del reciclaje en los países en vías de desarrollo, a pesar de que no siempre se haya generado en tales países. Se ha pronosticado un incremento verdaderamente abrupto en las ventas de productos electrónicos en China, India, África y América Latina en los próximos diez años, por lo que el desafío solo ha empezado a crecer (UNEP & UNU, 2009).

A la complejidad de los flujos de residuos se debe añadir el impacto creciente de su comercio. La falta de información sobre los componentes de los productos residuales, como las materias primas de alto valor y los contaminantes tóxicos, hace que su comercialización sea arriesgada. Han aumentado las necesidades de embalaje para minimizar el daño a las mercancías en tránsito. También los requerimientos de empaquetado han aumentado con el fin de satisfacer las estrictas

normas de salud y de seguridad alimentaria. La Figura 6 muestra el aumento constante de residuos de empaquetado coincidiendo con un aumento del PIB en la UE15 desde 1998 a 2007. A medida que aumente la tendencia hacia una mayor comercialización y empaquetado, se incrementará también la generación total de residuos de empaquetado y la complejidad de los flujos de RSU.

El problema de los residuos se ha visto acentuado por el problema del tráfico de residuos. Varios países desarrollados han estado desechando residuos peligrosos y han exportado ilegalmente cantidades importantes de productos eléctricos y electrónicos usados a países en vías de desarrollo que no cuentan con la infraestructura adecuada para su tratamiento. Tales envíos ilegales son una cuestión de preocupación mundial. La Convención de Basilea requiere que sus miembros informen de las cifras agregadas, pero los datos disponibles con relación a los envíos peligrosos son poco claros y existen dificultades para ocuparse de las actividades ilegales. Otro problema es la dificultad para clasificar los productos electrónicos y eléctricos usados como productos de segunda mano y residuos peligrosos. Estas fallas intensifican la amenaza que los residuos peligrosos suponen para el medio ambiente y la salud humana.²

Riesgos para la salud y el medio ambiente

El volumen creciente y la complejidad de los residuos plantean graves riesgos para la salud humana y el medio

² Sin embargo, se debe observar que la exportación de productos electrónicos usados es legal si el país importador posee la infraestructura de reciclaje adecuada para hacerse cargo de los residuos.

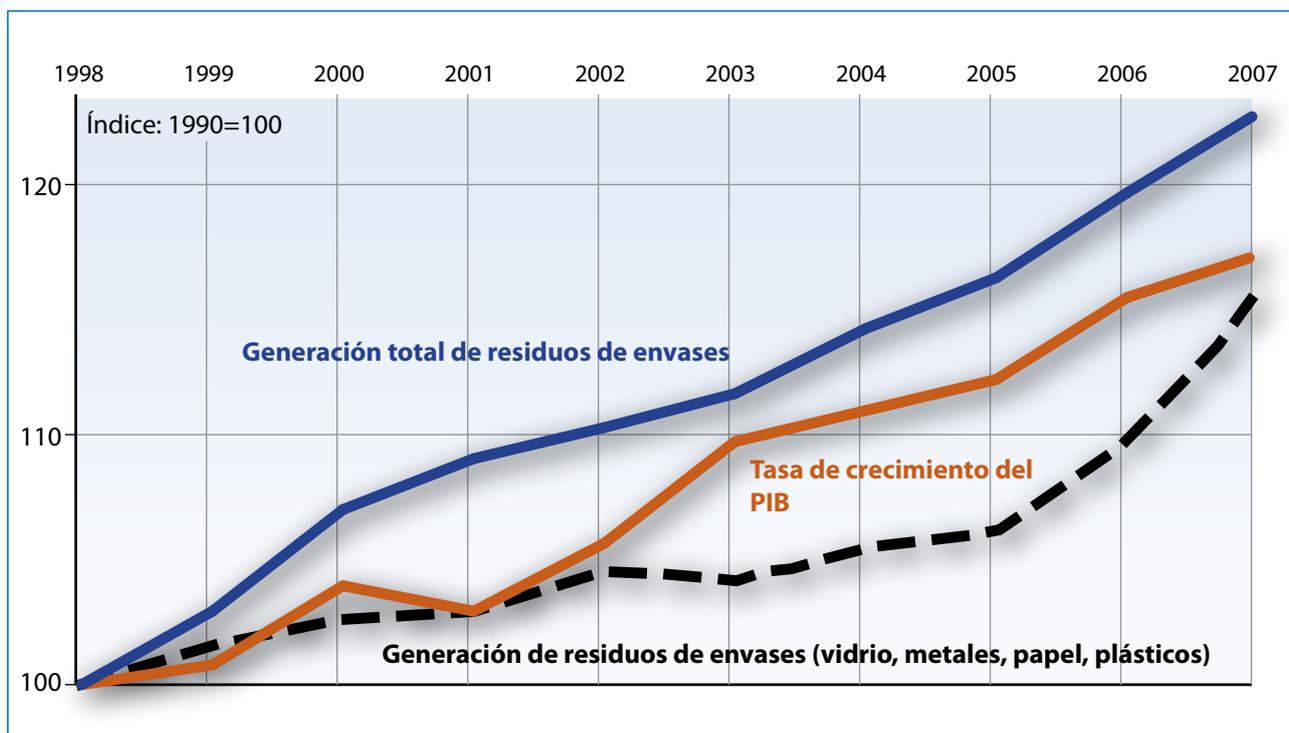


Figura 6: Tendencia en el PIB y crecimiento de residuos de envases de 1998 al 2007 en 15 países de la UE

Fuente: EEA por sus siglas en inglés (2009)

ambiente. Estos riesgos son más obvios en situaciones en las que la recolección de residuos y su tratamiento son insuficientes o incluso inexistentes, aunque también pueden ocurrir en situaciones en las que ya existen métodos de recolección y tratamiento establecidos. En países industrializados, a pesar del progreso de la tecnología de rellenos sanitarios e incineración y un mayor control de la exposición humana directa con los desperdicios en las instalaciones correspondientes, existen preocupaciones respecto a los síndromes relacionados con el desecho de residuos. Aunque existen muy pocos estudios, se han considerado múltiples indicadores sanitarios en la investigación epidemiológica sobre los impactos en la salud provenientes de los rellenos sanitarios y antiguos incineradores, incluyendo la incidencia de cáncer, mortalidad, deficiencias congénitas, y bajo peso en el momento del nacimiento (WHO, 2007). Las protestas alrededor de las instalaciones de residuos en los países desarrollados son ahora más que una simple reacción del tipo ‘no en mi patio trasero’ (NIMBY, por sus siglas en inglés). Los residentes locales a menudo rechazan los rellenos sanitarios e incineradoras por temor a las consecuencias sobre su salud y seguridad; y por desconfianza de que las autoridades garanticen la aplicación de normas mínimas de seguridad o de protección ambiental. Un problema asociado es la caída de los valores de propiedad o la pérdida de medios de subsistencia, (por ejemplo, relacionados con la agricultura y el turismo) alrededor de las zonas de los rellenos sanitarios.

En los países en vías de desarrollo, debido a una recolección baja o inapropiada, un tratamiento de residuos y una

infraestructura de eliminación deficiente, recursos financieros limitados y una débil aplicación de las leyes o basureros a cielo abierto no controlados e inseguros, son el método más común utilizado para gestionar los residuos. En estos lugares, el desecho de residuos mixtos ocurre a la par de la quema a cielo abierto, el merodeo de animales callejeros y la fuga de sustancias peligrosas como el lixiviado y gas. El desecho no controlado también puede obstaculizar los sistemas de drenaje y contribuir a las inundaciones, lo que provoca problemas adicionales de salud y ambientales como los brotes de enfermedades y la contaminación del agua.

Los vertederos no controlados han sido asociados a muchos efectos perjudiciales sobre la salud como son las infecciones de la piel y los ojos; problemas respiratorios y enfermedades transmitidas por vectores como la diarrea, disentería, fiebre tifoidea o entérica; hepatitis, cólera, malaria y fiebre amarilla. También se ha encontrado que los roedores y otros animales callejeros son portadores de una variedad de enfermedades incluyendo la peste y la fiebre causada por pulgas. No obstante, no existen estimaciones globales acerca de los costos para la salud o económicos relacionados con los residuos y solo existe un número limitado de estudios a escala nacional. Por ejemplo, en la República de Palaos (un Estado insular ubicado en el Océano Pacífico) el costo sanitario asociado a los residuos asciende a 697,000 dólares por año (alrededor de 32 dólares per cápita) (Hajkowicz et al., 2005). En Tonga, se estima que el costo económico total derivado de los residuos es de, al menos, 5.6 millones de dólares tonganos

(TOP) al año (alrededor de 2.8 millones de dólares), de los cuales 450,000 dólares están relacionados con costos a la salud de particulares (Lal & Takau, 2006).

La falta de medios de subsistencia alternativos asociado al relativo valor de los materiales recuperados atrae a hombres, mujeres e incluso niños de familias pobres a buscar en los rellenos sanitarios en países de ingreso bajo y medio. Los recolectores de residuos son propensos a adquirir enfermedades intestinales, parasitarias y dermatológicas. Un estudio del UNEP (2007) llevado a cabo en un vertedero en Kenia llamado Dandora, cuya área asciende a un poco más de 12 hectáreas, encontró que alrededor del 50 por ciento de los niños y adolescentes examinados que viven cerca de los vertederos (de un total de 328) padecen dificultades respiratorias y niveles de plomo en la sangre que exceden el umbral internacional (10 microgramos por decilitro de sangre). Se confirmó que otro 30 por ciento estaba altamente expuesto al envenenamiento por metales pesados detectado por anomalías en los glóbulos rojos. Otros graves efectos observados en los niños recolectores de desechos en India incluyen parásitos intestinales, sarna, xeroftalmia e inflamación de los ganglios linfáticos (Hunt, 1996).

El volumen de la generación de residuos es un desafío para el control de su impacto en la salud humana y de los ecosistemas, pero es el creciente componente de peligros de todos los flujos de residuos lo que resulta más alarmante. A menos que se tomen medidas para recoger y separar los materiales de desecho adecuadamente, muchos países en vías de desarrollo se enfrentarán el reto de mayores flujos mixtos de residuos que excederán su capacidad actual de infraestructura y gestión. Es necesario que se realicen inversiones en instituciones e infraestructuras físicas para recolectar y separar adecuadamente los materiales residuales, y así evitar graves e inminentes consecuencias sobre la calidad ambiental y salud pública en estos países, con potenciales impactos económicos a largo plazo.

Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

La fracción orgánica del sector de residuos urbanos contribuye con un cinco por ciento al total de las emisiones de GEI, responsables del cambio climático. De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPPC, por sus siglas en inglés) (Bogner et al., 2007), las emisiones de GEI generadas por residuos postconsumo fueron equivalentes a, aproximadamente, 1,300 MtCO₂-eq en 2005. En el sector de los residuos, el metano de los rellenos es una de las mayores fuentes de emisiones de GEI, causado por la degradación anaeróbica de material orgánico en los rellenos sanitarios y tiraderos no monitorizados. En la UE, las emisiones procedentes de los residuos (incluyendo la eliminación, los rellenos y el tratamiento de aguas) ascienden al 2.8 por ciento del total de las emisiones de GEI de la UE27 (Eurostat, 2010c). Las emisiones provenientes de los re-

llenos sanitarios dependen de las características de los residuos (composición, densidad, tamaño de partículas), y de las condiciones de los vertederos (humedad, nutrientes, microbios, temperatura y pH). El gas de los rellenos sanitarios está constituido por entre un 50 por ciento y un 60 por ciento de metano con un remanente de CO₂ y trazas de compuestos orgánicos volátiles distintos del metano, compuestos orgánicos halogenados y otros componentes. Además, las SRO, las cuales son liberadas por aparatos desechados (por ejemplo, aires acondicionados, refrigeradores), y materiales de construcción (espumas), así como las prácticas de desechos industriales, contribuyen al agotamiento de la capa de ozono. Muchas de las SRO son también potentes GEI que contribuyen al cambio climático.

2.2 Oportunidades

Las oportunidades para el enverdecimiento del sector de los residuos provienen de tres fuentes interrelacionadas: 1) el crecimiento del mercado de los residuos, impulsado por la demanda de servicios de residuos y productos reciclados; 2) una mayor escasez de recursos naturales y el consecuente aumento de los precios de productos básicos, lo que influye en la demanda de productos reciclados y energía a partir de residuos (WtE); y 3) la aparición de nuevas tecnologías de gestión de residuos. Estos desarrollos han propiciado nuevas e importantes oportunidades para el enverdecimiento del sector.

Crecimiento del mercado de residuos

A pesar de las limitaciones de los datos, hay una clara señal de que el mercado para la gestión de residuos está creciendo. El mercado mundial para los residuos urbanos, desde la recolección hasta el reciclaje, tiene un valor estimado de 410,000 millones de dólares al año (Chalmin & Gaillochet, 2009). Esta estimación es un indicador, puesto que la evaluación precisa del tamaño del mercado resulta complicada debido a la escasez de datos fiables, en especial en los países en vías de desarrollo; y a que los datos existentes se limitan al componente formal del sector de gestión de residuos.

Son cuatro los factores que impulsan este crecimiento: 1) el incremento generalizado tanto en el volumen como en la variedad de residuos generados; 2) la creciente concientización política sobre la necesidad de una mejor gestión de los residuos con el fin de evitar riesgos ecológicos, a la salud y al cambio climático; 3) la urbanización en las economías emergentes, acompañada, por lo general, de un creciente interés por un mejor entorno, lo que incluye una mejor gestión de los residuos; y 4) el desarrollo del comercio formal e informal de materias primas secundarias recuperadas a partir de los residuos.

Cuadro 2: Empresas que recurren al empaquetado ecológico debido a una mayor presión por parte del consumidor

La mayor demanda de productos reciclados por parte de los consumidores ha obligado a muchas empresas a hacer cambios en los envasados o empaquetados de sus productos para reducir el impacto ambiental. Algunos ejemplos en Norteamérica son: Hewlett Packard (HP), EnviroPAK (St. Louis) y Oxobioplast Inc. (Toronto). Hewlett Packard insiste en que todo su empaquetado sea reciclado y etiquetado como tal. EnviroPAK ha mostrado recientemente un gran interés en el uso de pulpa compleja de papel reciclado para el embalaje de sus productos electrónicos, pequeños

electrodomésticos, productos médicos y de consumo, discos compactos y DVD; partes automotrices y productos alimenticios y embotellados. Al optar por la pulpa de papel reciclado en lugar de polietileno expandido, esta compañía ha declarado un ahorro del 70 por ciento en el embalaje y en costos de flete. Oxobioplast Inc. emplea un aditivo llamado 'Revert' para hacer sus productos plásticos biodegradables, a través de la desintegración de cadenas de polímeros después de un periodo permitido de uso.

Fuente: Adaptado de MachineDesign (2008)

El cambio en la demanda por parte del consumidor es un factor determinante principal que subyace al potencial enverdecimiento del sector de los residuos. Cada vez son más los consumidores que han adquirido una mayor conciencia ambiental y han comenzado a exigir productos reciclados y compost derivados de residuos. El Cuadro 2 ofrece ejemplos de empresas que han modificado sus procesos de empaquetado para hacerlos más respetuosos con el medio ambiente en respuesta a la demanda de los consumidores. Con el fin de obtener beneficios de los recursos recuperados, se ha incrementado el interés por invertir en tecnologías como la biometanización y la obtención de WtE.

Por supuesto que el mercado de los residuos, tal y como opera en la actualidad, no es necesariamente cien por cien ecológico, y las maneras en las que los residuos son recolectados y reciclados pueden no cumplir en su totalidad con las normas y regulaciones ambientales. Hasta este momento existe muy poca información con la que se pudiere estimar la magnitud del mercado verde de los residuos, más allá de las estimaciones de las tasas de reciclaje. Efectivamente, con tasas de reciclaje para el sector informal alcanzando entre el 20-50 por ciento, y con actividades de gestión de residuos sólidos de mala calidad en países en vías de desarrollo, no sería muy prudente utilizar la información existente sin validarla previamente (Wilson et al., 2009). Por otro lado, siempre que la recolección y el reciclaje de residuos impliquen trabajo infantil o condiciones de trabajo indignas e inseguras, el mercado de residuos no debería ser considerado como un mercado ecológico.

Sin embargo, el crecimiento del mercado de los residuos ofrece una oportunidad para el enverdecimiento del sector. Conforme el mercado evoluciona y madura, es más probable que los consumidores demanden

estándares más estrictos con el fin de evitar cualquier riesgo ambiental y para su salud. Los estándares existentes en el sector de los residuos se enfocan principalmente en la protección del medio ambiente y a la salud humana pero las condiciones de trabajo y las normas para productos reciclados están recibiendo cada vez mayor atención. El desarrollo del mercado en esta dirección proporciona una plataforma en la que introducir sistemáticamente estándares verdes dentro de sistemas de gestión de residuos.

Escasez de recursos

El acelerado crecimiento demográfico y la expansión económica han conducido a una mayor demanda progresiva de energía, productos básicos industriales y bienes de consumo. Por ejemplo, se espera que el consumo energético se incremente abruptamente ya que se estima que la población mundial crecerá en, aproximadamente, 2,300 millones de personas los próximos 40 años. Esto es una expectativa que estará casi enteramente concentrada en los centros urbanos de Asia, América Latina y África (Pareto & Pareto, 2008). Según Leggett (2005), sin embargo, las reservas de petróleo mundiales no son adecuadas para hacer frente a las fuerzas combinadas de agotamiento y demanda entre 2008 y 2012. De acuerdo con el Grupo de Observación de Energía (Energy Watch Group, 2007), el agotamiento más acelerado de reservas de carbón está ocurriendo en China y en EE.UU., y ya se encuentran más allá de su tope máximo de producción de carbón. Se espera que la producción mundial de carbón alcance su tope máximo alrededor de 2025 con un 30 por ciento por encima de la producción actual en el mejor de los casos. La reducción del suministro de energía tiene un efecto inmediato en los sectores de la manufactura con uso intensivo de energía, como las industrias mineras y de metales, lo que reduce la producción de materiales y provoca un alza en los costos de fabricación.

Cuadro 3: Recesión y tasa de reciclaje de papel en Reino Unido

La industria del papel en Reino Unido produjo 4.3 millones de toneladas de papel y cartón en 2009, un 14 por ciento menos que el año anterior. El consumo descendió en un diez por ciento y las exportaciones cayeron en un ocho por ciento comparadas con las de 2008 debido a la recesión económica. Sin embargo, la tasa de reciclaje de papel se incrementó en un máximo histórico del 90 por ciento en 2009 y la tasa de recolección ha aumentado en un dos por ciento año tras año. Se espera que la tasa de reciclaje de papel en Reino Unido alcance el cien por cien con la llegada de nuevas empresas privadas que inviertan en instalaciones para este sector.

Fuente: Adaptado de Packagingeurope (2010)

En medio de este acelerado consumo de recursos del planeta parece existir un enorme potencial para crear nuevos mercados a través del reciclaje y la reutilización de metales, minerales, plásticos, madera y otros materiales existentes. Sin embargo, en la actualidad solo una cuarta parte de los 4,000 millones de toneladas de residuos municipales producidos cada año se recuperan o se reciclan (Chalmin & Gaillochet, 2009). Por ejemplo, los metales, la chatarra, el papel y el cartón; el compost y los plásticos son todos elementos de valor, relativamente fáciles de recuperar de las cadenas de residuos. Por ejemplo, una tonelada de chatarra electrónica procedente de PC contiene más oro del que se puede recuperar en 17 toneladas de minerales de oro, y 40 veces más cobre concentrado del que se puede encontrar en minerales de cobre (USGS, por sus siglas en inglés, 2001).

La creciente escasez de recursos y el aumento en el costo de extracción de materias primas se refleja en los altos precios de productos básicos, y está convirtiendo a los residuos en una nueva fuente de recursos explotables. Los ejemplos incluyen el reprocesamiento de residuos metálicos, compostas, energía a partir de residuos, reciclaje de basura electrónica y residuos de CyD. La Figura 7 muestra la creciente tendencia del reciclaje de vidrio en varios países de la OCDE. La demanda de productos reciclados también puede aumentar en períodos de dificultad económica, como se ha experimentado en muchos países durante 2009 y 2010. El Cuadro 3 muestra la forma en que la recesión tuvo un impacto positivo en la tasa de reciclaje de papel en Reino Unido. Sin embargo, no se puede decir lo mismo de países como China e India, en donde el valor promedio

Además del petróleo y otras materias primas, los metales son de vital importancia para la economía mundial, ya sea en la fabricación de automóviles y la construcción de edificios, o en la rápida expansión en la producción de teléfonos celulares, aire acondicionado, refrigeradores y otros productos de consumo electrónicos. Si la población total del planeta disfrutara del mismo nivel de uso de metales que en los países industrializados, la demanda de las reservas de metales sería de tres a nueve veces mayor que los niveles actuales.

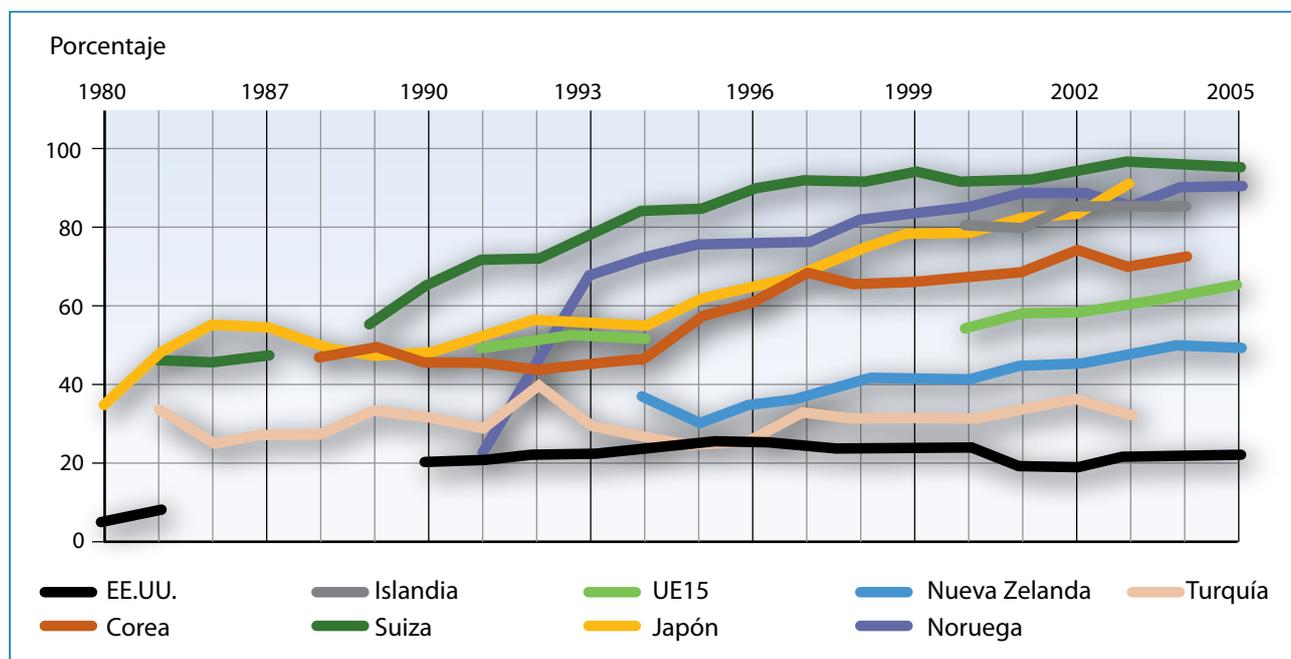


Figura 7: Tendencias en el reciclaje de vidrio de 1980 a 2005 (porcentaje de consumo aparente)

Fuente: OECD (2008b)

de la chatarra urbana cayó hasta en un 45 por ciento durante la desaceleración económica, probablemente, debido a la contracción de la demanda agregada. De forma similar, los precios del papel usado cayeron dramáticamente en Alemania al disminuir la demanda en China e India.

Nuevas tecnologías

El enverdecimiento del sector de los residuos es propiciado también por los avances significativos en las tecnologías necesarias para la recolección, reprocesamiento y reciclaje de residuos; la extracción de energía a través de residuos orgánicos y la captura eficiente de gas procedente de los rellenos. Los camiones compactadores, camiones de volteo, grúas portacontenedores y remolques de tapa abierta o cerrada están ahora disponibles para la recolección y el transporte de residuos. Una cantidad de avances tecnológicos considerables ha facilitado la recuperación de energía

y otros productos útiles a partir de los residuos. Las tecnologías de WtE han reemplazado la incineración en muchos países de la OCDE. El Tratamiento Mecánico y Biológico (TMB) y la biometanización, por ejemplo, han sido reconocidos como actividades oportunas para el procesamiento de residuos orgánicos húmedos en países en vías de desarrollo. Sin embargo, la separación incompleta de residuos orgánicos secos y húmedos ha sido el principal obstáculo para la adopción exitosa y generalizada de dichas tecnologías en estos países. Técnicas como la lombricultura y el compostaje acelerado han resultado en la transformación de residuos orgánicos en abono agrícola útil a un ritmo más acelerado que el de la descomposición natural. Con la ayuda de tecnologías avanzadas, los componentes de residuos ricos en energía pueden ser transformados en productos útiles. Un caso típico de esta situación es el Combustible Derivado de Residuos (CDR), un producto popular derivado del alto valor calorífico de los residuos.

3 Caso económico para la inversión en el enverdecimiento del sector de los residuos

Un caso para la inversión en el enverdecimiento del sector de los residuos puede elaborarse en distintos ámbitos. En el pasado, se han presentado casos mayoritariamente relacionados con los ámbitos de la salud y el medio ambiente, basados en los costos que se pueden evitar mediante la apropiada recolección y eliminación. Estos argumentos, especialmente los relacionados con la salud, siguen siendo importantes para motivar acciones políticas.

Sin embargo, con el fin de ampliar el enverdecimiento del sector, los argumentos asociados con la salud y el medio ambiente parecen ser insuficientes o pueden ser vistos en contradicción con los imperativos económicos. Para que los formuladores de políticas sientan la necesidad de canalizar recursos importantes para el enverdecimiento del sector, es necesario hacerles notar la forma en que tales acciones pueden contribuir al desempeño económico y a la creación de empleos en relación con los escenarios BAU. Por lo tanto, son necesarios argumentos económicos apropiados para motivar cambios fundamentales en la gestión del sector.

Para presentar un caso económico primario de inversión en favor del enverdecimiento del sector, se requiere en principio de tres etapas, las cuales son desarrolladas en esta sección. En primer lugar, es necesario tener una idea de la magnitud sobre la que puede realizarse el enverdecimiento del sector. En segundo lugar, es necesario tener una idea acerca de las brechas de financiamiento para distintas áreas según su prioridad. Y en tercer lugar, dadas las prioridades del enverdecimiento del sector, se requiere demostrar los beneficios potenciales que se obtendrían si se realiza una inversión verde en estas mismas áreas.

3.1 Objetivos e indicadores para el enverdecimiento del sector de los residuos

No hay un objetivo internacional establecido para enverdecer el sector de los residuos, más allá del control de las características específicas de sustancias peligrosas que están reguladas por los convenios internacionales. La mayoría de los objetivos son de orden

nacional hasta locales. Por ejemplo, en los países del Norte de Europa, en la República de Corea y en Singapur, más del 50 por ciento de los residuos son sometido a procesos de recuperación de materiales (Chalmin & Gaillochet, 2009). Japón ha establecido indicadores de flujo de materiales en tres categorías: suministro, ciclo y producción, con el propósito de comparar el desarrollo de las tasas de reciclaje con el de años anteriores. Los indicadores incluyen la productividad de recursos en yenes por tonelada (con un incremento de 210,000 en 1990 a 390,000 en 2010); la tasa de uso de reciclaje (con un incremento del ocho por ciento en 1990 a un 14 por ciento en 2010); y la cantidad de desechos final (con un descenso de 100 millones de toneladas en 1990 a 28 millones de toneladas en 2010) (Ministry of the Environment, Government of Japan, 2008).

China ha adoptado un enfoque de Economía Circular (EC) como una alternativa para transitar hacia el logro de un crecimiento más equilibrado como parte de su 11.º Plan Quinquenal. Pintér (2006) ha preseleccionado dos indicadores de entrada (suministro directo de materiales y requerimiento total de materiales); un indicador de salida (producción doméstica procesada); dos indicadores de consumo (consumo de materiales doméstico y consumo total de materiales), y dos indicadores de balance (balance comercial físico y almacenamiento adicional neto), los cuales podrían proporcionar información fiable sobre el estado de la implementación con miras a lograr el objetivo de la EC.

La República de Corea ha planificado aumentar su tasa de reciclaje de RSU de un 56.3 por ciento en 2007, al 61 por ciento en 2012 (Ministry of Environment, Republic of Korea, 2008). Bajo la directiva sobre envases y residuos de envases, la UE ha incrementado el objetivo de reciclaje total establecido entre el 25 y el 45 por ciento en 1994, al 55 y 80 por ciento en 2004. (EC, 2009). Como ejemplo de un caso de política 3R desde una perspectiva ciudadana, el Proyecto 2011 de planificación para la gestión de residuos de Londres estableció un objetivo del 45 por ciento de reciclaje/compostaje de residuos urbanos para 2015: el 70 por ciento de reciclaje/compostaje de residuos industriales/comerciales para 2020, y el 95 por ciento de reutilización y reciclaje de residuos de CyD para 2020 (Mayor of London, 2010).

Objetivos	Ejemplos
Eficiencia de recursos o productividad	<p>1. Objetivo de la Sociedad Japonesa de Ciclo Equilibrado de Materiales Productividad de recursos (yen/toneladas) calculada como PIB y dividido por la cantidad de recursos naturales, etc. invertidos, a incrementarse de 210,000 en 1990 a 390,000 en 2010.</p> <p>2. Objetivo para los residuos de Londres del Plan de Londres, Alcaldía de Londres % de autosuficiencia regional para 2020 (lo que supone una dependencia estrictamente local de recursos y reciclados).</p>
Tasa de reciclaje de residuos	<p>1. Objetivo de Crecimiento Verde para Residuos de la República de Corea Incremento en el porcentaje de reciclaje de RSU, de 56.3% en 2007 a 61% en 2012.</p> <p>2. Objetivo de la Sociedad Japonesa de Ciclo Equilibrado de Materiales Tasa de uso cíclico (Cantidad de uso cíclico ÷ [cantidad de uso cíclico + cantidad de insumos de recursos naturales]), a incrementarse de 8% en 1990 a 14% en 2010. El estatus en 2000 fue del 10%.</p> <p>3. Objetivo para los residuos de Londres del Plan de Londres, Alcaldía de Londres 45% de reciclaje/compostaje de residuos urbanos para 2015 70% de reciclaje/compostaje de residuos comerciales/industriales para 2020 95% de reutilización y reciclaje de residuos de CyD para 2020.</p>
Residuos depositados en rellenos sanitarios	<p>1. Directiva Europea de Vertederos 1999/31/EC Como muy tarde, para el 16 de julio de 2016, los residuos biodegradables urbanos descargados en rellenos sanitarios deben reducirse a 35% de la cantidad total de residuos biodegradables urbanos producidos en 1995 o el año anterior a 1995 para el que existan datos estandarizados y disponibles por parte del Eurostat.</p> <p>2. Objetivo de la Sociedad Japonesa de Ciclo Equilibrado de Materiales Cantidad de residuos depositados en los tiraderos a ser reducidos de 110 millones de toneladas en 1990 a 28 millones de toneladas en 2010. La situación en 2000 era de 56 millones de toneladas.</p> <p>3. Política de Gestión de Residuos de Flandes, Bélgica Los residentes no deberían generar más de 150 kg de basura residual (residuos a depositarse en los rellenos sanitarios o incinerarse) por habitante al año.</p>

Tabla 2: Indicadores para medir el enverdecimiento del sector de residuos

Fuentes: EC (1999), EEA (2010), Lee (2010), Mayor of London (2010), Ministry of the Environment, Government of Japan (2008), Ministry of Environment, Republic of Korea (2008)

La Tabla 2 presenta ejemplos adicionales de objetivos y metas que pueden utilizarse para medir el progreso del enverdecimiento del sector.

En su Proyecto de Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos (NWMS, por sus siglas en inglés), el Departamento de Asuntos del Medio Ambiente (2010) del Gobierno de Suráfrica (SAAEA, por sus siglas en inglés), ha establecido un conjunto básico de parámetros objetivo para ser utilizados en sus municipios para la prestación de servicios de residuos. Los parámetros objetivo incluyen: número de hogares que reciben el servicio de residuos (porcentaje en el tiempo); asignación de presupuesto para garantizar el apoyo financiero (incremento del porcentaje a través del tiempo conforme al presupuesto), provisión de infraestructura y equipo, personal calificado o entrenado para la mejoría del servicio; proporción de la comunidad que está al tanto de los servicios de gestión de residuos, reducción de residuos asignados a rellenos y mejoría de las medidas de recuperación de costos. Se espera que los municipios establezcan de manera individual las cifras esperadas pertinentes bajo estos parámetros.

No existe, por lo tanto, un camino único para lograr el enverdecimiento del sector de los residuos. Sin em-

bargo, en términos generales para un enverdecimiento del sector, todos los países deberían considerar: 1) evitar la generación de desperdicios, en primer lugar, mediante prácticas comunitarias sostenibles; 2) minimizar la generación de residuos; 3) recuperar materiales y energía a partir de los residuos y considerar la remanufactura y el reciclaje de residuos en productos reutilizables, donde el residuo sea inevitable; y 4) tratar cualquier residuo inutilizable restante de forma respetuosa con el medio ambiente o de la manera menos perjudicial posible. Uno de los objetivos para los países en vías de desarrollo tendría que ser la formalización del sector de los residuos, a través de una guía medioambiental y medidas de protección laboral.

Los objetivos del enverdecimiento del sector de los residuos no pueden ser conseguidos sin un aumento de las inversiones. Minimizar la generación de residuos requiere cambios en el diseño de los productos y en los procesos iniciales de producción (algunas cuestiones relacionadas son tratadas en el capítulo titulado 'Manufactura'). La recuperación en las etapas finales del proceso, la remanufactura, el reciclaje y el tratamiento final requieren nuevas instalaciones o la modernización de instalaciones actuales. La inversión es necesaria también para formar a la fuerza laboral en el sector, así como para formalizar su parte informal.

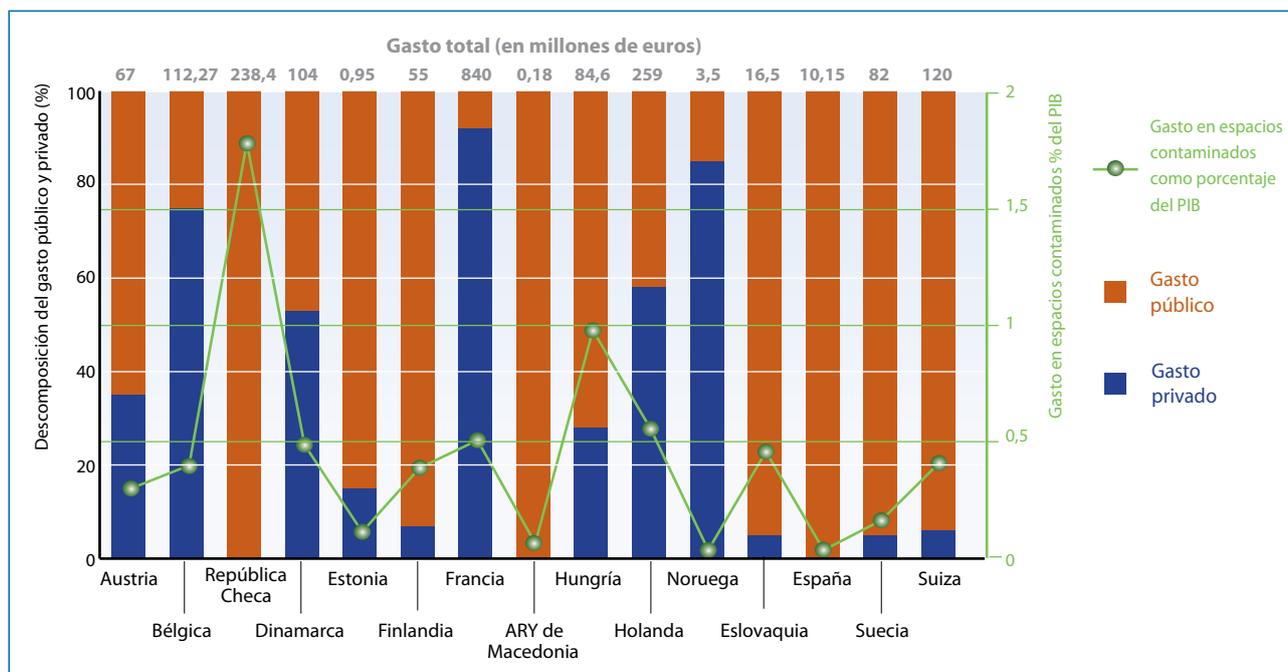


Figura 8: Gasto total público y privado para la recuperación de sitios contaminados en Europa

Fuente: Adaptado de EEA (2007)

3.2 Gasto en el sector de los residuos

Existe una variación considerable entre diversos países sobre la magnitud del gasto público asignado al sector de los residuos. La gestión de residuos es un servicio municipal que se financia, principalmente, a través de fondos locales, aun cuando se ha observado participación privada recientemente. La Sección 5.1 describe las diferentes opciones disponibles para el sector. El porcentaje del gasto en residuos con relación al PIB puede ser similar tanto en países en vías de desarrollo como en países desarrollados (considerando casos específicos), aunque existe una diferencia importante en el gasto realizado en la gestión de residuos expresado en términos per cápita. Por ejemplo, la ciudad de Dacca (Bangladesh) gasta 0.9 dólares per cápita al año (0.2 por ciento del PIB) en la gestión de RSU, mientras que Viena (Austria) realiza un gasto de 137 dólares per cápita cada año (0.4 por ciento del PIB) (Fellner, 2007).

Otro fenómeno importante a considerar es que los países en vías de desarrollo realizan por lo general un gasto de más de la mitad de su presupuesto para residuos tan solo para la fase de recolección (distribuido principalmente en mano de obra y combustible), aunque la tasa de recolección se mantiene a niveles bajos y el transporte de residuos es ineficiente. El gasto en otros segmentos de la cadena de gestión de residuos, como las tecnologías e instalaciones de tratamiento, recuperación y eliminación, se mantiene en niveles bastante bajos.

En estos países, una mayor inversión en servicios básicos de recolección, transporte de residuos y limpieza

de tiraderos de basura son un punto de partida para el enverdecimiento del sector. La inversión puede dirigirse, por ejemplo, a técnicas como la optimización de rutas y estaciones de transferencia, lo que podría reducir los costos de capital y operacionales de la provisión de servicios de residuos.

En las economías emergentes con un rápido crecimiento y altos niveles de urbanización, la necesidad de una mayor inversión para el enverdecimiento del sector es especialmente intensa. Por ejemplo, el Banco Mundial ha estimado que China debe incrementar su presupuesto nacional para el tratamiento de residuos en, por lo menos, ocho veces comparado con el nivel en 1999 para 2020, lo que requiere la asignación de 230,000 millones de yuanes chinos (126,000 millones de dólares) para proveer y construir la infraestructura necesaria para la gestión de RSU (World Bank, 2005).

Los países europeos realizan un gasto considerable en la recuperación de sitios contaminados que pueden llegar a convertirse en valiosos activos para polígonos industriales y áreas comerciales (véase la Figura 8). Los rangos de gasto van del 0.4 al 0.5 por ciento del PIB en países como Bélgica, Francia, Países Bajos y Suiza; y hasta el uno por ciento del PIB en Hungría y el 1.8 en la República Checa. En la mayoría de estos países el sector privado participa en el financiamiento para la recuperación. En la República Checa, Macedonia, y España, no obstante, el gasto proviene en su totalidad del sector público.

La idoneidad de los diferentes métodos de tratamiento de residuos puede ser influenciada por factores como

la densidad de población urbana, la disponibilidad de espacios y la capacidad de aplicación de las políticas. En lugares de alta densidad poblacional y espacios limitados, como en las ciudades de Japón y el Norte de Europa, la mayoría de los residuos son incinerados. En lugares de baja densidad de población y mayor disponibilidad de espacio, como en Australia, es más común el relleno sanitario controlado. El estado de arte (*state-of-the-art*) del relleno de tiraderos sanitarios se utiliza en Reino Unido, Irlanda, EEUU., Grecia, España e Italia. En algunos países en vías de desarrollo, en economías emergentes e incluso en algunos países desarrollados, en donde la capacidad de aplicación de las políticas es débil, los vertederos al aire libre y la incineración sin recuperación de energía permanecen como una práctica común.

Sin embargo, la elección de las opciones de tratamiento se basa fundamentalmente en un análisis de costo-beneficio. Por ejemplo, si nos concentramos únicamente en el costo de las tecnologías, el relleno parece ser tan atractivo como el compostaje. Sin embargo, según datos de 2002 de Porter, se demuestra que el relleno incurriría en un costo ambiental y social adicional de entre 45 y 75 dólares por tonelada. En este sentido, el compostaje se vuelve una opción más atractiva que el relleno sanitario. Así, se vuelve necesario un análisis costo-beneficio que tenga en cuenta perspectivas económicas, ambientales y sociales para elegir la opción tecnológica más adecuada.

Al reconocer los efectos negativos de elegir la peor opción en la gestión de los residuos, muchas autoridades nacionales y regionales han establecido objetivos de Control y Comando para una mejor administración de los rellenos e incineradores; y para el desvío de los residuos lejos de estas instalaciones. Por ejemplo, la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos de los EE.UU. (RCRA, por sus siglas en inglés) (1976) fue modificada (*Federal Hazardous and Solid Waste Amendments*, HSWA) en 1984 para incluir la eliminación gradual de residuos sólidos peligrosos en vertederos. La Landfill Disposal Programme Flexibility Act (1996) también establece normas de gestión ambiental para la eliminación de residuos en vertederos. En Europa, el Consejo Directivo de Rellenos de la Unión Europea (99/31/EC) del 26 de abril de 1999 tuvo por objetivo prevenir o reducir en la medida de lo posible los efectos negativos sobre el medio ambiente provenientes de los vertederos de basura mediante la introducción de estrictos requerimientos técnicos. La Directiva de Rellenos también obligó a los Estados miembros a reducir las cantidades de residuos biodegradables que son enviados a los rellenos a un 35 por ciento, de acuerdo con los niveles de 1995, para 2016. La Directiva de Incineración de Residuos (2000/76/EC) produjo una regulación similar para las instalaciones de tratamiento termal. El objetivo del

Japan's Sound Material Cycle fue reducir la cantidad de residuos en rellenos de 110 millones de toneladas en 1990 a 28 millones de toneladas en 2010. Estos enfoques de Control y Comando han sido efectivos, particularmente debido a que se podría alcanzar economías de escala por medio de medidas legislativas, y el suministro de materiales derivados de residuos, consecuentemente, podría estar garantizado. Sin embargo, los enfoques de Control y Comando son costosos y requieren capacidad de aplicación para producir resultados.

En países de bajo ingreso, el reciclaje es mayoritariamente controlado por un sector informal que, generalmente, no es reconocido por los gobiernos; y es primordialmente impulsado por el costo de las materias primas y de mano de obra barata. La escasa tasa de recolección-transformación y explotación del componente disponible del reciclaje del sector informal dificulta el cálculo general de los niveles de reciclaje en países en vías de desarrollo. La Tabla 3 proporciona las tipologías de recolección de residuos de acuerdo con el PIB per cápita, lo que muestra que el sector informal representa una fuerza dominante en el sistema de gestión de residuos.

Sin embargo, no existen datos en el mundo para mostrar la brecha de inversión entre la situación actual del sector de residuos y un escenario verde deseable. Esto plantea un desafío para estimar la magnitud de la inversión requerida a nivel global para lograr el enverdecimiento del sector.

3.3 Beneficios de la inversión en el enverdecimiento del sector de los residuos

El enverdecimiento del sector de los residuos se espera que genere beneficios económicos, ambientales y sociales importantes. Entre los cuales se incluyen: 1) ahorro de energía y recursos naturales; 2) creación de nuevas empresas y fuentes de empleos; 3) producción de composta como apoyo a la agricultura orgánica; 4) producción de energía a partir de residuos; 5) menores emisiones de GEI; y 6) contribuciones a una mayor equidad y erradicación de la pobreza. Mejorar y evitar costos a la salud, evitar la contaminación del agua y los costos respectivos de suministros alternativos del agua, también son importantes flujos de beneficios. Adicionalmente, se espera que el enverdecimiento del sector de los residuos en toda la cadena de suministro genere un amplio rango de beneficios no identificados plenamente en la lista anterior. Sin embargo, debido a la disponibilidad limitada de información cuantitativa, en esta sección no se puede ahondar con mayor profundidad con relación a dichos beneficios. Se requiere de una mayor investigación en estas áreas.

Particulares	Países de bajo ingreso	Países de ingreso medio	Países de alto ingreso
PIB en \$/cápita/año	< \$5,000	\$5,000 – \$15,000	\$5,000 – \$15,000
Consumo promedio de papel y cartón por kg/cápita/año	20	20 – 70	130 – 300
Residuos municipales (kg/cápita/año)	150 – 250	250 – 550	350 – 750
Tasa formal de recolección de residuos municipales	< 70%	70% – 95%	> 95%
Marco regulatorio de gestión de residuos	Estrategia nacional ambiental inexistente o débil*, escasa aplicación del marco regulatorio, ausencia de estadísticas	Estrategia nacional ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, marco regulatorio existente pero con aplicación insuficiente, pocas estadísticas	Estrategia nacional ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, marco regulatorio establecido y aplicado, estadísticas suficientes
Recolección informal	Altamente desarrollado, volumen importante de captura, tendencia a la organización en cooperativas o asociaciones	Desarrollado y en proceso de institucionalización	Cuasi inexistente
Composición de los residuos municipales (% sobre la base del peso)			
Orgánico/fermentable	50 – 80	20 – 65	20 – 40
Papel y cartón	4 – 15	15 – 40	15 – 50
Plásticos	5 – 12	7 – 15	10 – 15
Metales	1 – 5	1 – 5	5 – 8
Vidrio	1 – 5	1 – 5	5 – 8
Contenido de humedad	50% – 80%	40% – 60%	20% – 30%
Valor calorífico (en kcal/kg en base seca)	800 – 1,100	1,100 – 1,300	1,500 – 2,700
Tratamiento de residuos	Rellenos no controlados > 50% Reciclaje informal 15%	Sitios de rellenos > 90%, inicio de recolección selectiva, reciclaje organizado 5%, reciclaje informal coexistente	Recolección selectiva, incineración, reciclaje > 20%
Reciclaje informal	Altamente desarrollado, volumen de captura sustancial, tendencia a la organización en cooperativas o asociaciones	Desarrollado y en proceso de institucionalización	Cuasi inexistente

* En algunos países las estrategias medioambientales son débiles o poco comprensivas.

Tabla 3: Tipologías de recolección de residuos por PIB per cápita

Fuente: Adaptado de Chalmin & Gaillochet (2009)

Conservación de energía y recursos

La puesta en práctica de las 3R reduce la demanda de materias primas. A esto se le conoce como el efecto de conservación de recursos (Ferrer & Ayres, 2000). La Administración de Información sobre Energía de EE.UU. (AIE) sugiere, por ejemplo, que el reciclaje de papel ahorraría hasta 17 árboles y reduciría el consumo del agua hasta en un 50 por ciento. También relacionado con este efecto de conservación de recursos está el valor de mercado integrado de los residuos reciclables. Por ejemplo, en el Estado de Washington (EE.UU.) dicho valor (que no fue calculado) proveniente de los residuos reciclables eliminados -incluyendo papel, cartón, metales, plásticos, vidrio y electrónicos- creció de 182.4 millones en 2003 a 320 millones en 2008 (State of Washington, 2010). Un ejemplo positivo, no obstante, se encuentra en Viridor, una compañía líder en la gestión de residuos en Reino Unido,

cuyos ingresos en 2008 -2009 alcanzaron los 528 millones de libras esterlinas, y cuya utilidad aumentó un 22 por ciento desde 2000 a 2001, un 40 por ciento del cual provino del valor recuperado de residuos (Drummond, 2010).

El aluminio es uno de los principales recursos reciclables. Según la Asociación Europea de Aluminio y la Organización Europea de Refinadores y Refundidoras de Aluminio, las tasas de reciclaje del aluminio mundial son cercanas al 90 por ciento para los dispositivos de transporte y construcción, y de un 60 por ciento para las bebidas enlatadas. El bajo costo del aluminio reciclado se deriva del drástico descenso del consumo de energía requerido para fundirlo a partir de su materia prima: la bauxita. El aluminio reciclado se puede emplear en todas sus aplicaciones: desde piezas para automóviles y componentes de ingeniería para barras de

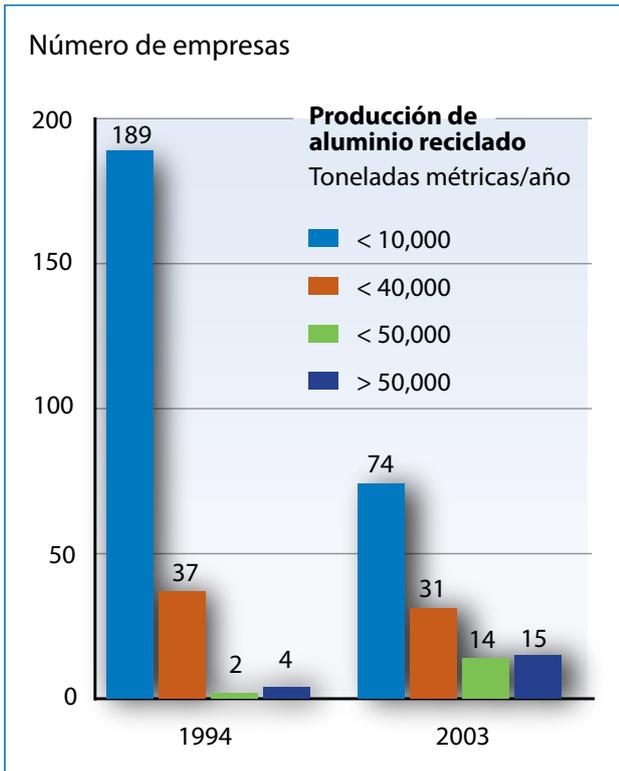


Figura 9: Capacidad de crecimiento de la industria del aluminio reciclado en Europa Occidental

Fuente: Adaptado de EEA & OEA (2006)

extrusión y láminas onduladas, hasta para un agente desoxidante usado en la industria del acero.

La Figura 9 muestra la capacidad creciente de la industria del aluminio en Europa Occidental, la cual casi triplicó su producción de 1.2 millones de toneladas en 1980 a 3.7 millones de toneladas en 2003, principalmente, debido a que la actividad de reciclaje de las fundidoras se incrementó en un 94 por ciento durante este periodo. De esta forma, Europa conservó aproximadamente 16.4 millones de toneladas de bauxita y 200,000 toneladas de otros elementos de aleación empleados para el reforzamiento y otros propósitos como son, entre otros, el silicio, cobre, hierro, magnesio, manganeso y zinc. También se ahorró 1.5 millones de m³ de espacio destinados a rellenos durante este proceso.

La Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) demostró que al reciclar una tonelada de aluminio se podrían acumular los siguientes ahorros de recursos: 1.3 toneladas de residuos de bauxita; 15 m³ agua de refrigeración y 0.86 m³ de agua para tratamiento. Además, se puede evitar la generación de dos toneladas de CO₂ y 11 kg de SO₂.

Parte de la conservación de recursos, también existe un beneficio en el ahorro de energía por la sustitución de materiales vírgenes con recursos recuperados de

Tipo de material	Ahorro de energía ^{1,2} (%)	Ahorro del flujo de emisiones de GEI derivado del reciclaje ³ (kg CO ₂ eq. por tonelada de material reciclado)	Ahorro del precio del carbono en dólares por cada 1000 toneladas de material reciclado (13.4 dólares por tonelada de CO ₂ eq.)
Aluminio	90-95	95	1,273
Férrico	74	63	844
Textiles	NA	60	804
Acero	62 - 74	1,512	20,260
Cobre	35 - 85	NA	-
Plomo	60 - 65	NA	-
Papel	40	177	2,372
Zinc	60	NA	-
Plástico	80 - 90	41 (HDPE)	549
Vidrio	20	30	402

NA: Datos no disponibles

Tabla 4: Ahorros de energía y de flujo de emisiones de GEI debido al reciclaje de residuos

Fuente: BIR (2008), BMRA (2010), European Communities (2001), Glass Packaging Institute (2010) y World Steel Association (2011)

los flujos de residuos. De acuerdo con el Consejo de Defensa de Recursos Naturales (NRDC, por sus siglas en inglés), el reciclaje es la estrategia de gestión de residuos con mayor nivel de conservación de energía. El NRDC (1997) ha hecho énfasis en el hecho de que los materiales enviados a una incineradora liberan energía en una ocasión, mientras que el reciclaje puede proporcionar ahorros de energía a lo largo de varios ciclos de producción. El reciclaje de una tonelada de aluminio y acero, por ejemplo, ahorra el equivalente a 37 y 2.7 barriles de petróleo, respectivamente. Por el contrario, el aluminio y el acero, al ser incinerados, absorben calor y reducen la cantidad neta de energía producida.

Los ahorros de energía ayudan a su vez a reducir las emisiones de GEI. Por ejemplo, se cree que al utilizar desechos de altos hornos para producir cemento se genera un ahorro de hasta el 59 por ciento de las emisiones integradas de CO₂; y el 42 por ciento de la energía integrada requerida para fabricar hormigón y sus elementos constitutivos (World Steel Association, 2010). El reciclaje en Reino Unido, en términos generales, ahorra un equivalente entre diez millones y 15 millones de toneladas de CO₂ al año (WRAP, 2006). La Tabla 4 proporciona estimaciones con respecto a los ahorros de energía procedentes del reciclaje de residuos y a los ahorros netos de emisiones de GEI por los desechos evitados (los cuales se refieren a la cantidad

Cuadro 4: Ahorros en costos y recuperación de recursos a partir del reciclaje

■ La Prostheses Foundation en Chiang Mai (Tailandia) conduce un programa extraordinario utilizando materiales reciclados. La Fundación produce extremidades artificiales con las anillas de aluminio que se jalan para abrir bebidas enlatadas. Las anillas contienen titanio, un metal ligero, resistente, lustroso, anticorrosivo y valioso. Estas piezas son obtenidas a partir de fuentes diseminadas por todo el país, incluyendo a varias empresas de gran tamaño. Unas 35,000 anillas producen un kilogramo de metal utilizable, a partir del cual pueden producirse dos extremidades artificiales. La fundación ha reciclado cerca de 5,000 toneladas de anillas y ha creado un impacto socioeconómico neto muy positivo. Las prótesis hechas con aluminio reciclado son mucho menos costosas (aproximadamente 5,500 bahts tailandeses (THB) o 160 dólares la pieza) en comparación con las prótesis importadas (90,000 THB, el equivalente a 2,650 dólares). Adicionalmente, una pierna artificial fabricada a partir de anillas recicladas

pesa sólo seis kilogramos, mientras que otras prótesis similares importadas pesan alrededor de 11 kg.

Fuente: Prosthetic Foundation (2007)

■ En noviembre de 2009 se inició en Japón una campaña de reciclaje para recolectar teléfonos celulares, en la que participaron 1,886 tiendas y supermercados. Aquellas personas que devolvieron teléfonos celulares usados se les invitó, a cambio de la compra de un nuevo dispositivo, a entrar a un sorteo con un valor de entre 1,000-50,000 yenes (equivalentes a 12-600 dólares), según el precio del teléfono celular adquirido. En tan sólo cuatro meses la iniciativa recolectó 569,464 teléfonos celulares usados con un contenido en metales preciosos equivalente a 22 kg de oro, 140 mg de plata, 10 g de cobre y 4 mg de paladio.

Fuente: Mohanty (2010)

neto de GEI ahorrados en cualquier actividad incluyendo las emisiones relacionadas, las absorciones y las compensaciones).

Sin embargo, un efecto potencial contraproducente de realizar la transición de una economía basada en la recuperación de recursos podría ser la pérdida inicial de economías de escala ya establecidas en la extracción, lo que podría suponer implicaciones para las industrias manufactureras, quizá en términos de mayores costos de bienes primarios a corto y medio plazo. Esto aún está por estudiarse más a fondo en términos cuantitativos. De cualquier forma se espera que -conforme los sistemas 3R se extiendan dentro de los procesos de negocios y los mercados maduren- los costos de los bienes se pueden estabilizar e, incluso, bajar. El Cuadro 4 proporciona ejemplos de reciclajes que conducen a ahorros en los costos y a la recuperación de metales preciosos.

Creación de empleos

La fuerza laboral que sostiene al sector del reciclaje contribuye de manera importante a resolver uno o más problemas ambientales en el mundo (por ejemplo, la mitigación del cambio climático o la prevención de la contaminación). Estos trabajadores, ya sean empleados en el sector formal o auto-empleados, tendrían que ser considerados dentro de una categoría de agentes de cambio sobre quienes se apoyan políticas

ambientales y económicas. El alto valor de su contribución a las políticas climáticas y el valor social añadido que generan deberían ser reconocidos ampliamente y de forma más clara.

El reciclaje es uno de los sectores más importantes en términos de creación de empleos. No obstante, muchos empleos relativos al reciclaje o asociados con la gestión de residuos no pueden ser considerados como empleos verdes debido a que no satisfacen los requerimientos mínimos de un trabajo digno. Los indicadores prioritarios que se tienen en cuenta en un trabajo digno incluyen: trabajo infantil, salud y seguridad en el lugar de trabajo; y protección social y libertad de asociación (varias formas de organización de trabajadores, tales como los sindicatos, asociaciones locales y cooperativas). Por otro lado, puesto que algunos empleos dentro de la cadena de reciclaje representan una fuente de ingresos para trabajadores con niveles de educación bajos o procedentes de un entorno desfavorecido, estos empleos son un elemento importante para ayudar a reducir la pobreza. En el Cuadro 5 se expone una discusión detallada de la dimensión social de este fenómeno.

Una estimación reciente sugiere que hasta 15 millones de personas en países en vías de desarrollo están involucrados en la recolección de basura como medio de subsistencia (Medina, 2008). Se estima que la industria

Cuadro 5: Dimensión social de la gestión de residuos y empleos relativos al reciclaje: Implicaciones para un trabajo digno y reducción de la pobreza³

En años recientes se han implementado una serie de proyectos para el reciclaje de materiales en países en vías de desarrollo, lo cuales han sido motivados por la necesidad de hacer frente a la degradación ambiental y al mismo tiempo impulsar la generación de ingresos a nivel local y comunitario. Puesto que el trabajo involucrado en la recolección, procesamiento y distribución de materiales reciclables es realizado por trabajadores con pocas alternativas en otros ámbitos de la economía, los empleos en la cadena de reciclaje conllevan un elemento en favor de los pobres.

En Uagadugú (Burkina Faso) un proyecto para recolectar y reciclar residuos plásticos ha ayudado a mejorar la situación ambiental, ha creado fuentes de empleo y ha generado mayores ingresos para la población local. El proyecto permitió la apertura del primer centro de reciclaje del país, el cual es administrado por 30 mujeres y dos técnicos; los empleados, todos locales de la comunidad, trabajan ocho horas al día, cinco días a la semana y ganan el equivalente a 50 dólares al mes, un salario relativamente bueno comparado con el de otras ocupaciones dentro de la economía local. Los aproximadamente 2,000 recolectores de residuos ganan hasta 0.8 dólares al día. Desde su implementación, la ciudad y sus suburbios están más limpios. Además, muchas personas han logrado asegurar un ingreso estable, ya sea recogiendo residuos plásticos o trabajando como empleados de tiempo completo en el centro de reciclaje. Muchos de ellos solían encontrarse entre los grupos más pobres de la población suburbana de Uagadugú (ILO, 2007).

En Dacca (Bangladesh) un proyecto de generación de compost a partir de residuos orgánicos ayudó a crear 400 nuevos empleos en actividades de recolección y 800 más en el proceso de compostaje. Los trabajadores recogen 700 toneladas de residuos orgánicos al día, que produce 50,000 toneladas de composta al año. Estos empleos brindan a los trabajadores seguro médico, acceso a guarderías y una comida sin costo para ellos. Otros beneficios incluyen el acceso a composta a menor precio, menor necesidad de riego y mejor calidad del suelo (Sinha & Enayetullah, 2010).

Desde una perspectiva sociolaboral, es fundamental hacer frente a la necesidad de formalizar progresivamente el sector de los residuos al mismo tiempo que se logren objetivos ambientales y económicos. Esto puede llevarse a cabo mediante la creación de nuevos tipos de empleos y la reorganización de los segmentos económicos. Ejemplos comunes de esto incluyen

la recolección puerta a puerta de RSU, clasificación en las etapas iniciales de los residuos urbanos e industriales, intercambios de residuos de industria a industria, segmentación de la recolección de residuos y servicios de recuperación de desechos (por ejemplo, baterías usadas de ácido de plomo y residuos aceitosos), la aparición de servicios de contratación, organizaciones colectivas, programas de desarrollo de habilidades para llegar a un acuerdo respecto al tipo de material manejado por los trabajadores y las empresas, y el uso de tecnologías respetuosas con el medio ambiente para la gestión de residuos y la introducción de programas dirigidos a la Seguridad y Salud Laboral (OHS, por sus siglas en inglés).

La aplicación de leyes laborales nacionales y la legislación relativa a la OHS en la economía informal es uno de los retos principales a los que se enfrenta muchos países. Al mismo tiempo, la OHS proporciona el punto de entrada más sencillo para la ampliación de la protección laboral básica que incluya medidas básicas de OHS. El trabajo de la OIT y sus recomendaciones con respecto a la economía informal tendrían que ser considerados en el contexto de la formalización del sector de la gestión de residuos (trabajadores, habilidades, OHS, cooperativas, etc.) (ILO, 2010).

Las innovaciones sociales han demostrado ser fundamentales para el logro de resultados sostenibles mediante el favorecimiento de un enfoque orientado a los accionistas. En este sentido, la utilización de emprendedores sociales y ambientales y/o sindicatos obreros para ayudar a los trabajadores de residuos del sector informal a mejorar su trabajo y sus condiciones de vida es una alternativa importante que no debe descartarse. Por ejemplo, el proyecto Best of 2 Worlds, resultante del trabajo conjunto de Solving the E-waste Problem (StEP) y Umicore, un grupo de refinación de metales preciosos, investiga la eficiencia ecológica del desmantelamiento manual de basura electrónica en China con un control sobre los factores ambientales. Desde una perspectiva de economía verde, fortalecer el trabajo digno y estándares mínimos laborales es una prioridad igualmente importante para la creación de empleos productivos al mismo tiempo que se busca sacar provecho de las oportunidades económicas que el sector de los residuos puede proporcionar. Esto puede lograrse parcialmente mediante mejoras técnicas y tecnológicas. Sin embargo, en el sector también se pueden encontrar infinidad de intentos por introducir tecnologías que no se adaptan a las condiciones locales y que provocan retrocesos importantes.

³ Cuadro desarrollado con base en las contribuciones recibidas de la OIT para este capítulo.

del reciclaje de los EE.UU. obtuvo 236,000 millones de dólares por concepto de ingreso en 2007, empleando a más de un millón de personas, representando cerca del dos por ciento del PIB nacional (EPN, 2009). En Brasil, se han reportado más de medio millón de recolectores de basura y el país tiene cerca de 2,400 empresas y cooperativas involucradas en actividades de reciclaje y comercio de chatarra (UNEP, 2008).

En Buenos Aires (Argentina) se estima que aproximadamente 40,000 recolectores de basura producen un impacto económico equivalente a 1.78 millones de dólares por año, lo cual es cercano al 0.5 por ciento del PIB de esa ciudad (Medina, 2008). Otras estimaciones pronostican que el número de estos recolectores en India es de, al menos, un millón, mientras que en China se han estimado hasta diez millones de trabajadores involucrados en actividades relacionadas con el reciclaje (UNEP, 2008). Scheinberg et al. (2010) han estudiado el reciclaje informal en seis ciudades: El Cairo, Egipto; Cluj-Napoca, Rumania; Lima, Perú; Lusaka, Zambia; Pune, India; y Ciudad Quezón (parte de Gran Manila), Filipinas. Estos autores encontraron que más de 75,000 individuos y sus familias están involucrados en el reciclaje de cerca de tres millones de toneladas de residuos al año, con un valor económico de más de 120 millones de dólares.

En países en vías de desarrollo el segmento del reciclaje dentro de la industria de los residuos es controlado predominantemente por el sector informal, donde constituye un trabajo peligroso e inseguro. Típicamente, el uno por ciento de la población urbana en países en vías de desarrollo participa en la recolección informal, de los cuales la mayoría son mujeres y niños. Por tal razón se requieren esfuerzos para brindar reconocimiento, respecto y protección adecuada a este sector de la población para garantizar que los problemas relacionados con su salud y seguridad sean tratados adecuadamente.

Conforme al Institute of Local Self Reliance (ILSR, por sus siglas en inglés), la clasificación y procesamiento de materiales reciclables por sí solos generan diez veces más empleos que el relleno de tiraderos de basura o la incineración por tonelada. Las industrias del reciclaje en EE.UU. experimentaron un crecimiento notable pasando de 8,000 compañías que emplearon a 79,000 personas y generaron ventas por 4,600 millones de dólares en 1967, a más de 56,000 instalaciones, tanto del sector público como privado que mantuvieron 1.1 millones de empleos y generaron 236,000 millones de dólares en ventas brutas anuales en 2000 (ILSR, 2002). La recuperación y reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos usados generan empleos técnicos o de servicios. Las nuevas habilidades laborales que estos empleos requieren tendrían que ser desarrolladas me-

dante programas de certificación nacionales centrándose especialmente en la reparación y los estándares de mantenimiento de aparatos usados.

A medida que el negocio de los residuos se vuelve más sofisticado surgen nuevas posibilidades de empleo. Esto incluye la aplicación de las TIC, por ejemplo, en el rastreo y cartografía de residuos mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG, por sus siglas en inglés) y/o Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), software para la contabilidad de cargos sobre residuos mediante un Sistema de Información Administrativo (MIS, por sus siglas en inglés); comunicación masiva para la concientización y capacitación para el desarrollo de habilidades. No obstante, los datos acerca de estos nuevos desarrollos no están disponibles.

Aun cuando la recolección, separación y reprocesamiento de residuos son actividades intensivas en mano de obra, los efectos totales sobre el empleo neto no se pueden generalizar. La reducción del nivel de empleo podría ser provocado por la centralización de las operaciones de recuperación de energía y su tratamiento, como el compostaje y el llenado de vertederos de basura. Porter (2002) advierte que los empleos creados por el sector del reciclaje sustituyen empleos en otras partes de la economía y son, a menudo, puestos con salarios bajos. En el proceso de enverdecimiento, las pérdidas de empleo en las industrias relacionadas con la extracción de materiales vírgenes y sus utilidades asociadas podrían ser motivo de preocupación, ya que un mayor uso de materiales reciclados implica una menor extracción de recursos, a pesar de los amplios beneficios para la economía. A pesar de todo, el efecto general sobre el empleo neto parece ser positivo. Por ejemplo, algunos estudios han encontrado que por cada 100 nuevos empleos creados en el sector del reciclaje se pierden 13 empleos en el sector de los residuos sólidos y la extracción de materiales vírgenes en Carolina del Norte, EE.UU. (CEQ, 1997).

El concepto de reutilización creativa también se ha elevado, generando nuevos empleos y productos de valor añadido que pueden ser comercializados para obtener ganancias. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, por sus siglas en inglés) observa que el comercio internacional de bienes y servicios creativos creció a un ritmo promedio sin precedentes de 8.7 por ciento al año desde 2000 hasta 2005, con China como exportador líder (UNCTAD, 2008). Organizaciones como el Proyecto de Acción Escolar y Comunitaria de Reutilización (SCRAP, por sus siglas en inglés) en los EE.UU., y el Scrap Arts Project Limited, en Reino Unido, promueven la reutilización creativa de residuos al ofrecer formación mediante diversos talleres. China cuenta con un negocio próspero en la fabricación de productos reciclados

Cuadro 6: Transformación del abono urbano en fertilizante orgánico

La Kunming Dongran Technology Company (China) es una empresa que se especializa en el tratamiento de desechos humanos mediante la digestión anaeróbica y la conversión de estiércol biológico en fertilizante orgánico. Dongran Technology fue fundada en 2003 con una inversión inicial de diez millones de yuanes chinos (1.5 millones de dólares). Con el avance de sus capacidades científicas, la Reforma Nacional de Yunnan y la Comisión de Desarrollo avalaron a Dongran como un proyecto de Construcción-Operación-Transferencia para la ciudad de Kunming en el distrito de Wu Hua. Esto le permite a la empresa recibir fondos del Gobierno para financiar, diseñar, construir y operar una planta, y para recuperar sus costos de inversión, operación y mantenimiento. En la mayoría de las áreas urbanas, los desechos humanos son tratados con aguas residuales. Sin embargo, Dongran trata específicamente los desechos humanos como una entidad aparte y, por lo tanto, reduce la probabilidad de

transmisión de enfermedades. Adicionalmente, mediante la separación de abono del proceso de tratamiento de aguas residuales que realiza Dongran, la carga derivada de la gestión de residuos por parte del Buró de Saneamiento y Protección Ambiental se reduce considerablemente. Mientras que Dongran recibe dinero por parte del Gobierno de la ciudad de Kunming –en el distrito Wu Hua –para el tratamiento de los residuos, su fuente principal de ingresos proviene de la producción de abono orgánico mediante la fermentación de desechos humanos, lo cual transforma los residuos en un producto comercializable. El abono orgánico sólido se emplea en plantaciones de tabaco, una industria importante, que es fuente de ingresos para la provincia de Yunnan, así como en vegetales, flores, frutas y té mientras que el abono orgánico líquido es empleado, a menudo, como nutriente para las semillas.

Fuente: Enverdeciendo a China. Disponible en: <http://greeningchina.wordpress.com/2010/08/25/turning-urban-manure-into-organic-fertilizer/>

provenientes, en su mayoría, de residuos o productos reciclados semi-terminados disponibles en África (véase el Cuadro 5 para un ejemplo de reciclaje en relación con la generación de empleos dignos y su contribución en la reducción de la pobreza).

Producción de compost

El uso de compost a partir de residuos orgánicos como fertilizante y acondicionador del suelo trae consigo beneficios para los agricultores de pequeña escala y reduce la escorrentía de nutrientes y la lixiviación de nitrógeno (Nyamangara et al., 2003). También podría aumentar las propiedades de tratamiento de carbono del suelo y mejorar el rendimiento de las cosechas. Una estimación sobre el valor económico de estos beneficios no está disponible actualmente. El Cuadro 6 proporciona un ejemplo de cómo los residuos orgánicos pueden ser transformados en productos comercializables con amplios beneficios para la localidad. El capítulo 'Agricultura' ahonda en el caso de negocios para el uso de residuos en la mejora de la producción de cultivos.

Una estimación indirecta se puede calcular en términos de la pérdida comercial que se evita, debido al uso excesivo de fertilizantes químicos. El Centro de Tecnología de Alimentos y Fertilizantes (FFTC, por sus siglas en inglés) para la región Asia-Pacífico, por ejemplo, atribuye la reducción en el volumen de exportaciones y la demanda externa de una parte de la producción agrícola en la región a los altos niveles de residuos de fertilizantes. Estas pérdidas económicas podrían evi-

tarse al emplear compost orgánico para la producción agrícola.

Producción de energía a partir de residuos

La recuperación de energía y otros subproductos útiles a partir de residuos ha sido posible gracias a importantes avances tecnológicos que han conducido a la implementación de proyectos de producción de WtE. Se estimó el valor del mercado de energía a partir de residuos en 19,900 millones de dólares en 2008, y según los pronósticos, crecerá en un 30 por ciento para 2014 (Argus Research Company, Independent International Investment Research Plc y Pipal Research Group, 2010). Por ejemplo, la República de Corea ha establecido una meta para la proporción de energía a ser obtenida a partir de residuos y de la biomasa en un 3.17 por ciento para 2013, y en un 4.16 por ciento para 2020 (Ministry of Environment, Republic of Korea, 2009). Se espera que esto dé como resultado la reducción de 9.1 millones de emisiones GEI en 2013 y de 44.82 millones de toneladas para 2020. El país tiene planificado convertir todas sus instalaciones de residuos en plantas de recuperación de energía para 2020 mediante la construcción de, por lo menos, 74 plantas de Combustible Derivado de Residuos (RDF por sus siglas en inglés) y de biogás, 24 incineradores generadores de energía y 25 plantas de recuperación de gas a partir de rellenos (Ministry of Environment, Republic of Korea, 2009).

En la mayoría de los casos, los proyectos de recuperación de energía proveen oportunidades para la generación y distribución de energía de forma descentrali-

Cuadro 7: Suministro rural de energía proveniente de los residuos

■ Las empresas agrícolas que promueven la conversión de residuos de biomasa ricos en componentes orgánicos tienen un gran potencial para suministrar energía a regiones rurales. El Banco Asiático de Desarrollo (BAD) ha apoyado la instalación de más de 7,500 digestores de biogás en más de 140 villas rurales en China y ha sugerido modelos potenciales para empresas agrícolas tales como las industrias a pequeña y mediana escala de tipo comunitario e industrias a gran escala para la subregión del Gran Mekong (GMS, por sus siglas en inglés).

Fuente: Owens (2009)

■ La digestión anaeróbica de residuos orgánicos sólidos para generar combustible para cocinar ha demostrado ser una opción prometedora para pueblos y pequeñas ciudades en países tropicales como en India. Se ha reportado que tanto en India y Sri Lanka operan

exitosamente más de 2,000 plantas a pequeña escala a partir de residuos de cocinas y mercados, además de algunas plantas anaeróbicas de mediana escala.

Fuente: EAWAG (2007)

■ Desde 2008, alrededor de 500 hogares rurales en el estado indio de Bihar se han beneficiado de la electricidad generada independiente de la red eléctrica proveniente de la cáscara de arroz. Se utilizan tres quintales (300 kg) de cáscara de arroz al día en una planta de energía para generar 32 kilovatios de energía. El costo de la cáscara de arroz es de 60 rupias (1.3 dólares) por quintal. El costo de producción por planta al mes es de unas 20,000 rupias (426 dólares). Hay suficiente electricidad para iluminar hasta dos habitaciones y cargar un teléfono celular por dos dólares al mes.

Fuente: CFI (2010)

zada cuando no está disponible una red de suministro de electricidad. Por ejemplo, se tiene registrado que los 140,000 millones de toneladas de residuos agrícolas generados en el mundo, sobre todo en zonas rurales, cuentan con un potencial energético equivalente a los 50,000 millones de toneladas de petróleo (UNEP, 2009c). El Cuadro 7 muestra ejemplos del rol que juegan los residuos en la satisfacción de la demanda de energía rural en Asia y de los exitosos esfuerzos de algunas empresas.

Recientemente, los proyectos de recuperación de energía han recibido una mayor atención e inversiones por parte de los gobiernos en los países desarrollados. Particularmente, ha habido bastante interés en la UE debido a los objetivos vinculantes bajo la Directiva de Energía Renovable de la UE (OECD, 2009). La Figura 10 muestra la creciente tendencia, en la UE, de la producción de energía a partir de residuos urbanos renovables (residuos de biomasa) y no renovables (energía a partir de residuos a base de pellet).

Mientras que la biometanización ha tenido éxito en Europa debido a la excelente separación de las fuentes de residuos en las fases iniciales del proceso, esta tecnología no ha tenido tanto éxito en muchas ciudades de Asia, en donde la separación de residuos es muy baja o casi nula. Las plantas de biogás a gran escala han demostrado ser económicamente viables con un Retorno de Inversión (ROI) calculado en el orden del siete al 15 por ciento (Singh, 2006). Las plantas de biogás descentralizadas de menor tamaño se benefician de un

periodo de amortización más bajo debido a los costos evitados de eliminación, resultando en un periodo de amortización de dos a cuatro años.

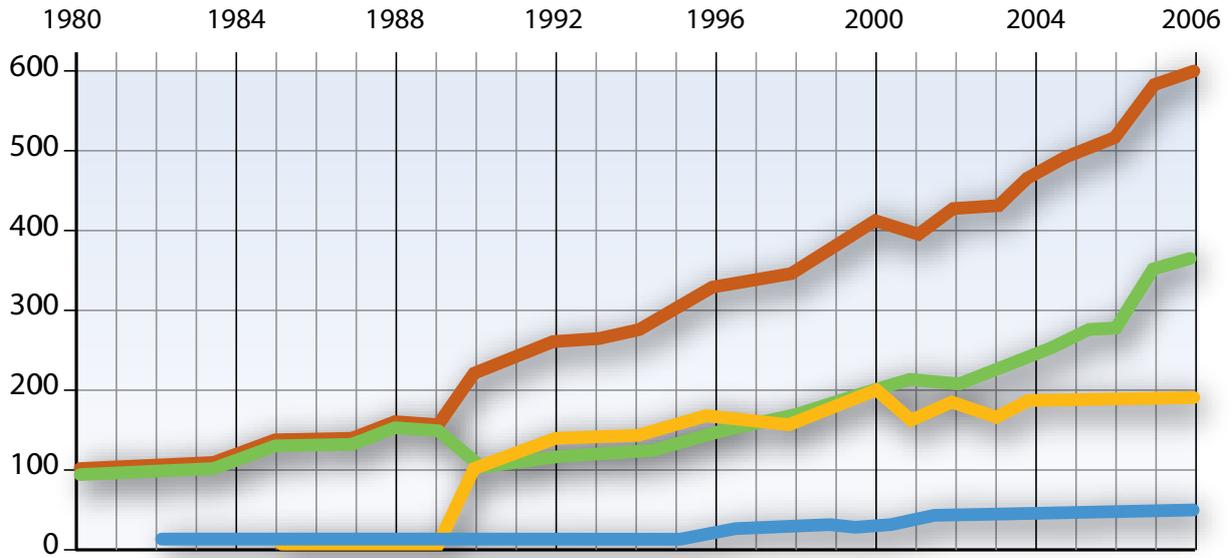
Mediante el uso de tecnologías avanzadas, los residuos pueden ser convertidos en productos energéticos útiles. Tan solo en los EE.UU. se ha estimado una producción de tres millones de toneladas de Combustibles Derivado de Residuos en 2003 (EC, 2003). Se ha reportado que las tecnologías térmicas contribuyen con una participación considerable en el mercado, lo que equivale a alrededor del 93 por ciento (18,500 millones de dólares). El resto de la participación del mercado, equivalente al siete por ciento (1,400 millones de dólares), se atribuye a las tecnologías biológicas. Japón, Canadá y Reino Unido también están experimentando con tecnologías térmicas avanzadas como la Gasificación por Arco de Plasma.

Menores emisiones de GEI

El enverdecimiento del sector de los residuos ofrece grandes oportunidades para la mitigación del cambio climático. De acuerdo con estimaciones nacionales recientes por parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el sector de los residuos, incluyendo las aguas residuales, producen un promedio de 2.8 por ciento de las emisiones nacionales de GEI (IPCC, 2007a). El Panel de Evaluación Tecnológica y Económica del Protocolo de Montreal (TEAP, por sus siglas en inglés) estimó que a nivel mundial los bancos de SRO estaban disponibles en una cantidad aproximada de 3.78 millones de to-

Residuos renovables

Miles de TeraJoule netos



Residuos no renovables

Miles de TeraJoule netos

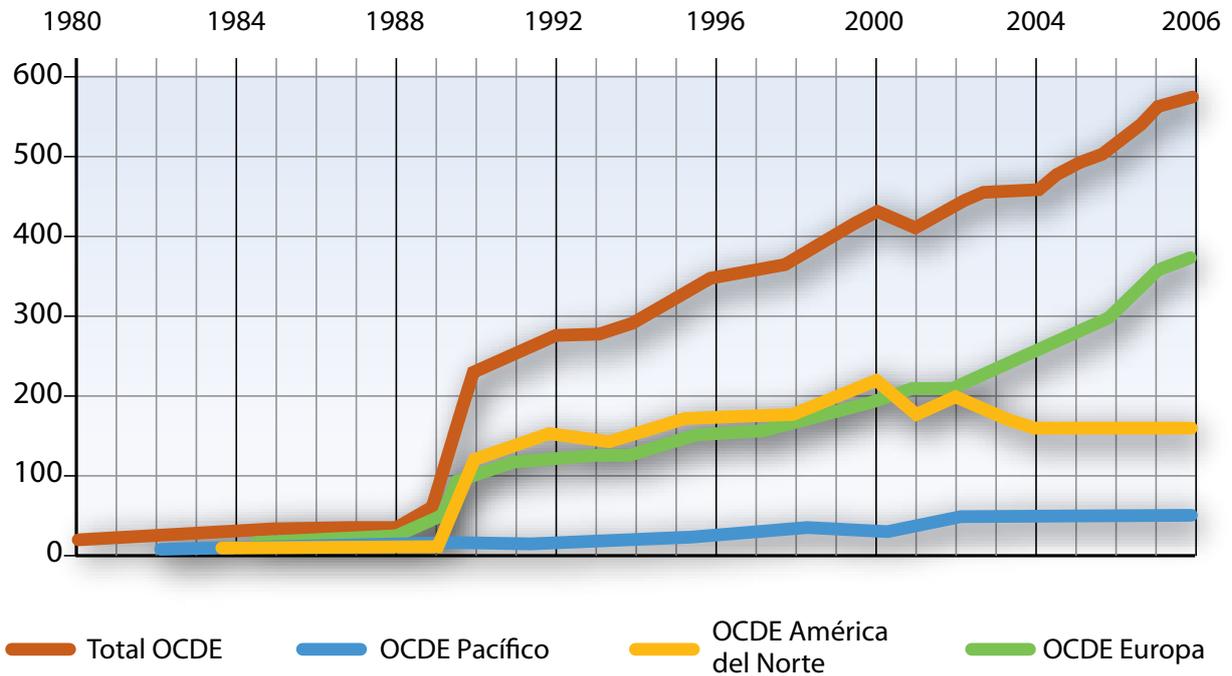


Figura 10: Producción de energía proveniente de residuos urbanos renovables y no renovables en Europa

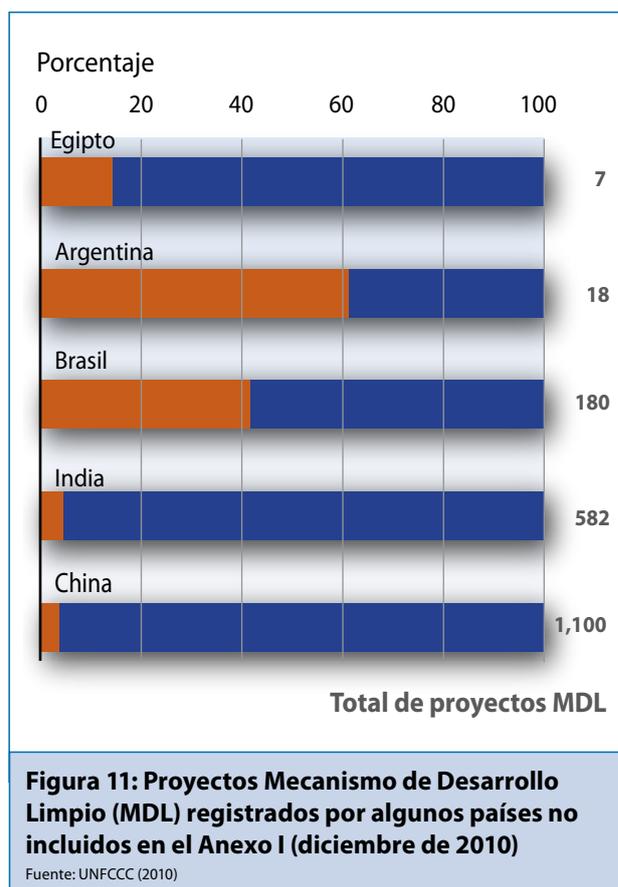
Fuente: UN (2010a)

neladas Potenciales de Agotamiento del Ozono (ODP, por sus siglas en inglés) ponderadas en 2002 (55 veces el consumo mundial de SRO en 2007) con un potencial para liberar 20,000 millones de tCO₂-eq de emisiones de GEI (UNEP, 2009b).

Se piensa que la incineración y la co-combustión industrial para la generación de energía a partir de residuos es capaz de proporcionar beneficios importantes relacionados con el cambio climático en dos áreas. En primer lugar, estas tecnologías ayudan a reducir

emisiones de GEI. De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés, 2007b), se estima que el potencial de mitigación mundial para la reducción de emisiones de metano de los rellenos en 2030 fue de más de 1,000 MtCO₂-eq (o 70 por ciento de las emisiones estimadas) con costos por debajo de los 100 dólares/tCO₂-eq/año. Entre el 20 y el 30 por ciento de las emisiones previstas para 2030 pueden ser reducidas a un costo negativo, y entre un 30 y el 50 por ciento a costos menores a los 20 dólares/tCO₂-eq/año. Se pueden alcanzar reducciones de emisiones más significativas a costos más altos por medio de la explotación adicional del potencial de mitigación de los procesos termales para generar energía a partir de residuos. En segundo lugar, se pueden ganar créditos de carbono. El MDL –introducido bajo el Protocolo de Kioto– otorga créditos a las emisiones de residuos evitadas y es, por lo tanto, aplicable a toda la generación de energía a partir de residuos, a la recuperación de gas de rellenos para la generación de energía y para proyectos de compostaje. La Figura 11 describe el número total de proyectos MDL registrados por algunos países no incluidos en el Anexo I y la fracción de proyectos registrados en el sector de los residuos tal para febrero de 2010. El Banco Mundial ha estimado los potenciales ingresos financieros anuales por millón de residentes en 2,580,000 dólares para la recuperación de gas de rellenos sanitarios; 1,327,000 dólares para el compostaje; hasta 3,500,000 dólares para el reciclaje y 115,000 dólares (más ahorros de combustible) para las estaciones de transferencia (Hoornweg & Giannelli, 2007). La recuperación de gas de rellenos con 1 millón de toneladas de residuos da como resultado la reducción de 31,500 toneladas de CO₂ equivalente a un rendimiento potencial en ingreso de 140,000 dólares por año (a un precio del carbono de 4.5 dólares por tonelada), cuando se registra como un proyecto MDL (Greiner, 2005).

La mayoría de los vertederos en China e India son de pequeñas dimensiones e insalubres y, en muchas grandes ciudades, han sido construidos apenas durante los diez últimos años. Esto ha resultado en el escaso número de proyectos de MDL en el sector de los residuos (nueve por ciento de todos los proyectos MDL registrados). Se espera que esta situación cambie en el transcurso de la siguiente década. Brasil es el país en vías de desarrollo que de forma mayoritaria ha explotado la opción de MDL para el sector de los residuos, con 72 proyectos y más de 10 millones de Certificados de Reducción de Emisiones (CER, por sus siglas en inglés). El Banco Mundial ha estimado que el potencial de CER de los proyectos de generación de energía a partir del gas obtenido en rellenos, a realizarse en 11 rellenos de cuatro países: Brasil (3), Colombia (6), Perú (1) y Uruguay (1), es de 16.98 millones de tCO₂eq. Los



beneficios del reciclaje de residuos con relación a los CER se ilustran en el Cuadro 8.

Apoyo en favor de la equidad y la reducción de la pobreza

Los residuos es el sector en el que el problema de la equidad y la pobreza es probablemente más acusado. La contaminación procedente de muchas instalaciones de tratamiento y eliminación que operan por debajo de estándares mínimos de calidad tiene un efecto directo sobre las poblaciones que viven cerca de dichas instalaciones. Se ha observado que los basureros con residuos más peligrosos y las incineradoras están localizados en su mayoría en los barrios más pobres, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo (Wapner, 2002). Buena parte de la bibliografía que hace referencia a las instalaciones de residuos en los EE.UU. contiene discusiones sobre elementos raciales y relacionados con niveles de pobreza (Jenkins et al., 2002). Además, la falta de opciones de subsistencia alternativas, junto con el valor de los materiales recuperados, propicia que muchos hombres, mujeres e, incluso, niños de los sectores más pobres se involucren en actividades de recolección de basura en países de ingreso bajo y medio, sin ningún tipo de protección para su salud.

El enverdecimiento del sector de los residuos incluye consideraciones acerca de los problemas de equidad y

Cuadro 8: Créditos de carbono a partir de residuos

■ La reutilización de ceniza volante reditúa en créditos de carbono

En India, alrededor de 26,000 hectáreas de tierra están cubiertas por estanques procesadores de ceniza volante. Este área contiene cerca de 90 millones de toneladas de ceniza volante que es generada anualmente dentro del país. Se estima que por cada tonelada de ceniza volante reutilizada para la elaboración de concreto se reduce el equivalente a una tonelada de CO₂ de emisiones de GEI. Lafarge India Pvt. Ltd. ha implementado una actividad de proyecto de MDL mediante la reutilización de ceniza volante para reemplazar la escoria de hulla en la planta de cemento Arasmat en Chattisgarh, India. Mediante el aumento de la porción de ceniza volante (para reemplazar la escoria de hulla) añadida a la mezcla de cemento procedente de una estación externa de energía térmica, la actividad del proyecto ha tenido éxito al reducir aproximadamente 69,359 toneladas de CO₂ al año, con un potencial para ganar CER por un valor de 0.9 millones de dólares.

Fuente: UNFCCC (2006)

■ El reciclaje de material proveniente de desechos sólidos reditúa en créditos de carbono

Una nueva metodología a pequeña escala denominada AMS-III AJ Recuperación y Reciclaje de Materiales a partir de Desechos Sólidos, válida desde el 26 de marzo de 2010, fue aprobada por el Órgano Ejecutivo (EB) del MDL. Esto facilita la recuperación y el reciclaje de plásticos de Polietileno de Alta Densidad (HDPE, por sus siglas en inglés) y de Polietileno de Baja Densidad

(LDPE, por sus siglas en inglés) en RSU para transformarlos en productos intermedios o finales, tal como la resina plástica. Esta metodología rechaza la necesidad de producir materiales vírgenes a partir de HDPE y LDPE en instalaciones destinadas para ello y ha resultado en ahorros de energía y reducción de emisiones, además de ser elegible para obtener créditos de carbono. Sin embargo, los residuos deben ser de procedencia local, de fuentes ubicadas dentro de 200 km alrededor de las instalaciones de reciclaje; los plásticos separados del resto de los residuos y transportados más allá de 200 km a la redonda no son elegibles.

Fuente: CDM EB (2010)

■ Proyectos de MDL in Dacca, Bangladesh

Waste Concern, una organización no lucrativa en Bangladesh, tiene registrados dos proyectos de MDL relacionados con los residuos en la ciudad de Dacca. Uno de los proyectos involucra el compostaje de 700 toneladas de residuos orgánicos al día en la ciudad con la intención de generar un equivalente cercano a las 624,000 tCO₂ en su primer periodo de acreditación entre 2006 y 2012. El proyecto pretende reducir las emisiones de GEI mediante la desviación de residuos con alto contenido orgánico de un relleno sanitario a un proceso de compostaje aeróbico. Otro proyecto sobre extracción y utilización de gas procedente de un relleno sanitario en la aldea de Matuail, en Dacca, también se tiene registrado, y se espera que genere un equivalente cercano a las 566,000 tCO₂ durante el mismo periodo.

Fuente: UNFCCC (2005)

pobreza. Invertir en el enverdecimiento del sector no significa únicamente construir instalaciones. También incluye la formalización del sector para que los trabajadores reciban capacitación, protección y beneficios para su salud; y una retribución justa por su trabajo. Adicionalmente, el enverdecimiento del sector favore-

ce los sistemas de tratamiento de residuos descentralizados, focalizados y uso intensivo de mano de obra, en oposición a las instalaciones de residuos a gran escala, centralizadas y de uso intensivo de capital, lo que genera oportunidades de empleo para las comunidades locales.

4 Efectos de una mayor inversión en el sector de los residuos

Con el fin de identificar los posibles efectos de una mayor inversión en el sector de los residuos a escala mundial se ha utilizado un modelo de sistema dinámico (empleando promedios globales) con un énfasis particular en la gestión de residuos y el reciclaje. En un caso ideal, el análisis de inversiones para mejorar la gestión de residuos sólidos abarcaría tanto la generación de residuos como la cadena entera de gestión de los mismos incluyendo la recolección, separación, transporte, reciclaje y recuperación, tratamiento y eliminación; sin embargo, la falta de datos ha limitado la inclusión de estos componentes. Por lo tanto, las estimaciones presentadas más adelante deberán ser interpretadas como ejemplificaciones de la naturaleza y la magnitud de la generación de residuos y como una muestra de las posibilidades de invertir en la recolección y tratamiento de residuos. También debe tenerse en cuenta que las diferencias entre países no han sido consideradas en las cifras globales, incluyendo tanto la generación como los costos.

El modelo económico generalizado presupone que un dos por ciento del PIB mundial será asignado sobre una base anual como inversión adicional en diez sectores verdes (G2) durante el periodo 2011-2050. Luego, los resultados de esta inversión son comparados con los de un escenario base sin una inversión adicional, y con un escenario BAU2, en donde se invierte la misma cantidad adicional de acuerdo con las tendencias proyectadas por el modelo de escenario base.

Dentro de este modelo multisectorial, al sector de los residuos se le asignó un 0.16 por ciento del PIB mundial (108,000 millones de dólares en 2011), que se eleva junto con el PIB a 310,000 millones de dólares en 2050, correspondiendo a un promedio anual de inversión de 198,000 millones de dólares en el periodo 2011-2050. El propósito de este ejercicio es ilustrar lo que sucedería si determinada cantidad adicional de inversión estuviera disponible para el enverdecimiento del sector de los residuos (junto con el enverdecimiento de otros sectores). El enfoque, no obstante, no permite generar resultados con respecto a la cantidad de inversión necesaria para alcanzar una meta específica para el enverdecimiento del sector. Debido a las limitaciones de datos, el modelo no puede estimar los efectos en términos del valor de mercado de, por ejemplo, los materiales y productos reciclados, la energía recuperada y los fertilizantes de compostaje. La modelación de todos los

escenarios de inversión de economía verde a lo largo de los distintos sectores se encuentra detallada en un capítulo aparte dentro de este informe.

En el modelo, la generación de residuos (por ejemplo, previo al reciclaje y la recuperación) es impulsada principalmente por la población y el PIB. En 2010, se recolectaron aproximadamente 11,200 millones de toneladas de residuos sólidos en todo el mundo.⁴ De estos, 8,400 millones de toneladas fueron residuos orgánicos agrícolas y forestales, 1,800 millones de toneladas correspondieron a RSU y el resto estuvo constituido por residuos industriales, basura electrónica y residuos CyD.⁵ Bajo un escenario base (sin inversiones adicionales), se prevé que la cantidad de residuos sólidos generados cada año ascienda a 17 por ciento, lo que equivale a 13,100 millones de toneladas para 2050.

El total de los residuos recolectados son tratados en general empleando seis diferentes enfoques, los cuales incluyen: el relleno sanitario, recuperación de energía, recuperación de materiales, incineración, compostaje y reciclaje, los cuales son muy probables de expandirse en un futuro. Por ejemplo, se estimó que la generación total de energía a partir de residuos en 2010 fue de alrededor de 71,600 GWh incinerando 192 millones de toneladas de residuos urbanos, con una capacidad de 54 GW proveniente principalmente de plantas de combustión de residuos. Bajo el escenario BAU (sin inversiones adicionales), se prevé que esta capacidad de generación crezca de forma más modesta a únicamente 200 GWh para 2050, lo que corresponde a 500 millones de toneladas de residuos incinerados al año. También se prevé que el tamaño de los rellenos sanitarios se amplíe, en especial si no se realizan esfuerzos adicionales para construir plantas de WtE. En el escenario base (BAU), el total de los residuos concentrados en los rellenos sanitarios se incrementará en un 50 por ciento pasando de las casi 8,000 millones de toneladas actuales a 12,000 millones de toneladas.

4 El modelo se refiere a los residuos recolectados y no a los generados, ya que por lo general sólo los residuos recolectados aparecen en los datos estadísticos.

5 Obsérvese que estas dos categorías se superponen: Los RSU también pueden incluir partes de residuos orgánicos. Por favor téngase en cuenta que Chalmin y Gaillochet (2009) han reportado que cada año se producen entre 3,400 y 4,000 millones de toneladas de residuos urbanos peligrosos.

Los rellenos urbanos modernos que permiten la producción de biogás representan solo una pequeña contribución, aunque se esperan mejoras adicionales en términos de desempeño tecnológico y económico en el futuro. Con respecto a la recuperación de material a partir de residuos bajo el escenario base (BAU), se prevé que la cantidad total de materiales reciclables de RSU aumente de 180 millones de toneladas en 2010 a 280 millones de toneladas para 2050.

El escenario de inversión verde asigna entonces el 0.16 por ciento del PIB mundial para tres áreas de la gestión de residuos: reciclaje de residuos, compostaje de residuos orgánicos agrícolas y forestales y recolección de desechos. Las inversiones para el reciclaje de residuos y el compostaje (incluyendo la recuperación de energía) son prioritarias (para apoyar la recuperación de materiales y las actividades agrícolas) y la inversión restante se destina a una mayor recolección. Bajo el escenario G2, un promedio de aproximadamente 46,000 millones de dólares es asignado al reciclaje de residuos y al compostaje a lo largo de todo el periodo, basado en un costo promedio estimado de reciclaje a escala mundial de 100 dólares por tonelada de residuos. La inversión promedio anual para la recolección de residuos es de 152,000 millones de dólares para el escenario G2. La asignación para la recolección bajo el escenario G2 refleja la necesidad de controlar el incremento neto en la generación de residuos en las próximas décadas.

En el escenario G2, la inversión conduce a un aumento en el porcentaje de RSU, residuos industriales y basura electrónica reciclada pasando de un 9.9 por ciento en 2010 a un 33.4 por ciento para 2050, un 6.6 por ciento más que en el escenario base (BAU).

Estas mejoras pueden dividirse en: 1) una duplicación de la tasa de reciclaje de los residuos industriales (un incremento del siete al 15 por ciento); 2) el reciclaje cuasi total de basura electrónica (de un nivel actual estimado de 15 por ciento)⁶, y 3) un incremento de aproximadamente 3.5 veces sobre la actual tasa de reciclaje de RSU, la fuente principal de materiales reciclados, del diez al 34 por ciento.

Además, según las simulaciones, todos los residuos orgánicos habrían sido transformados en compost o recuperados para la producción de energía para 2050, en comparación con el 70 por ciento para ambos escenarios base (BAU). El incremento del compostaje incrementaría el suministro de fertilizante orgánico con efectos positivos sobre la calidad del suelo y el rendimiento del sector agrícola.⁷

Bajo el escenario base (BAU), la proporción de residuos totales recogidos que terminaría en los rellenos sanitarios está prevista que aumente del 22 al 28 por ciento para 2050. Con la inversión adicional asumida bajo el escenario G2, esta proporción se reduciría a menos del cinco por ciento. La principal razón que explicaría esta reducción es una disminución en la proporción de RSU que llegaría a los rellenos, decreciendo del 60 a un 20 por ciento. Además, la reducción podría atribuirse a un mayor reciclaje de residuos orgánicos, CyD y basura electrónica. Bajo el escenario G2, la cantidad total de residuos en rellenos sanitarios se estabilizaría en 8,000 millones de toneladas para 2014, y descendería drásticamente para regresar al nivel de 1970 de 3,500 millones de toneladas en 2048.

Basado en supuestos relativamente simples respecto al nivel de intensidad de mano de obra del reciclaje de residuos, en actividades de compostaje y recolección, se esperaría que las inversiones verdes asumidas en el sector de gestión de residuos contribuyeran a la creación de nuevas fuentes de empleo. Se esperaría que generasen casi el diez por ciento de empleos adicionales en todo el mundo para 2050 en comparación con el escenario BAU2, lo que equivaldría a entre 23 y 24 millones de nuevos empleos, tan solo en actividades relacionadas con la recolección de residuos.⁸ Sin embargo, estos promedios globales no revelan las diferencias regionales. Es de esperar, por ejemplo, que puedan alcanzarse mayores niveles de empleo en economías emergentes de más rápido crecimiento, en donde las tasas actuales de recolección y reciclaje son más bajas. También es importante señalar que estas simulaciones no incluyen las inversiones para la reducción de la generación de residuos, las cuales podrían minimizar los flujos de residuos generados y en consecuencia reducir los empleos en las fases finales de la cadena de gestión de residuos.

⁶ Dado el periodo de 40 años para la proyección, es posible un aumento significativo de la cantidad de basura electrónica que está siendo reciclada; sin embargo, se debe reconocer que una tasa del 100 por ciento no sería realista.

⁷ Tal como se discute en el capítulo 'Agricultura'.

⁸ Atendiendo a una intensidad de trabajo de 1,760 personas/millones de toneladas de residuos recolectados.

5 Condiciones propicias

La transferencia de mayores niveles de inversión para el enverdecimiento del sector de los residuos a gran escala no ocurrirá por sí sola. Hay una serie de condiciones esenciales que permitirían a los países avanzar en esta dirección. Esta sección describe cuatro de ellas: 1) financiamiento; 2) incentivos; 3) medidas regulatorias y de política; y 4) acuerdos institucionales.

5.1 Financiamiento

Invertir en el enverdecimiento del sector de los residuos requiere recursos financieros sustanciales, tanto para inversiones en bienes de capital como de operación. Estos recursos podrían provenir de: 1) inversiones privadas; 2) financiamiento internacional; 3) costos de recuperación provenientes de los usuarios; y 4) otros mecanismos de financiamiento innovadores. El capítulo sobre 'Finanzas' proporciona mayor información acerca de la obtención de financiamiento por parte del sistema bancario y mercados de capital.

Inversión privada

La participación del sector privado, generalmente en la forma de Asociación Público-Privada (APP) puede, bajo ciertas condiciones, ser eficiente y reducir la presión fiscal sobre el presupuesto del gobierno. Por ejemplo, la participación del sector privado ha reducido el costo de los servicios de residuos en, al menos, un 25 por ciento en algunos países incluyendo Reino Unido, EE.UU. y Canadá; y en un 23 por ciento en Malasia (Bartone, 1999). La privatización de los servicios de transporte para la gestión de residuos ha permitido un ahorro en costos del 23 por ciento para la ciudad de Rajkot, en India (USAID, 1999).

Estudios realizados en la República de Irlanda encontraron también que las licitaciones pueden reducir de manera importante los costos incurridos por las autoridades locales en la prestación de servicios de recolección de desechos. Algunas comparaciones aproximadas –sobre costos previos y posteriores a las licitaciones y sobre costos de las autoridades locales frente a los de los contratistas privados– indican que las licitaciones pueden generar ahorros de entre el 34 y el 45 por ciento. La mayor parte de estos ahorros mediante la reducción de costos se atribuyen a un incremento de la eficiencia real como consecuencia de la subcontratación (Reeves & Barrow, 2000).

Existen diferentes tipos de APP. En el caso de los contratos de servicios, el socio del sector privado debe pro-

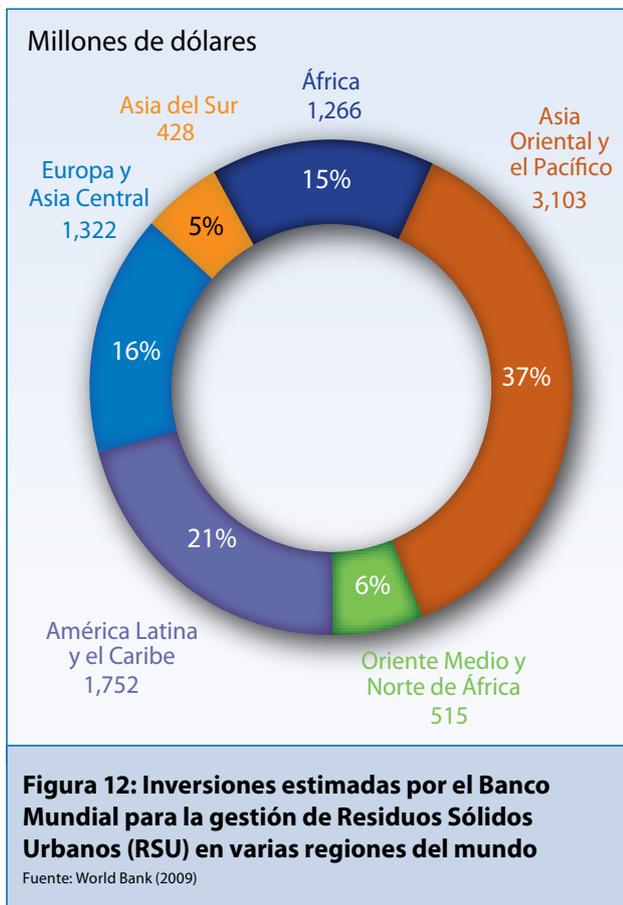
porcionar un servicio claramente definido al socio del sector público. En el caso de un contrato de gestión, el socio privado es responsable de actividades centrales como la operación y el mantenimiento. Algunos tipos de acuerdos de participación privada se arriendan, siendo la parte privada completamente responsable por la operación y el mantenimiento, y la parte pública se ocupa en conseguir nuevas inversiones. También, según el tipo de solución para la gestión de residuos, es posible la participación de agentes privados individuales o múltiples.

Algunos países en vías de desarrollo están comenzando a apreciar los beneficios de las APP (Ahmed & Ali, 2004). En varias ciudades colombianas y en algunas grandes ciudades en India y China, los municipios proporcionan la infraestructura y los equipos, mientras que los recolectores privados proporcionan la mano de obra. En Nueva Delhi (India), una planta de compostaje de hileras de tipo aeróbico se encuentra en funcionamiento mediante un contrato de concesión por 25 años, y un proyecto de gestión de residuos arrendado por diez años sobre la base de Desarrollo, Construcción, Operación y Transferencia (DCOT) (Babu, 2010).

En Filipinas, una incineradora privada de alta temperatura y con un sistema de monitoreo, fue construida para desechar residuos hospitalarios de alto riesgo y es utilizada por más de 200 centros médicos y hospitales. En la ciudad de Dakar (Senegal) tuvieron la experiencia de una empresa conjunta que inicialmente se constituyó como un monopolio pero más tarde se abrió a un acuerdo de privatización, lo que permitió mayor competencia y contratos de servicio múltiples. Estos son algunos ejemplos de financiamiento novedoso mediante APP para ofrecer mejores servicios y una mejor eficiencia de costos.

Financiamiento internacional

Los CER pueden ser una fuente potencial de financiamiento intergubernamental. Sin embargo, por el momento, el número de certificados expedidos a proyectos del sector de los residuos es mucho menor al reclamado por los proponentes del proyecto en los documentos presentados en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). La modelación para la generación de metano y sus estimaciones no ha sido clara, llevando a sobrestimaciones de CER, lo que a su vez ha dado como resultado que algunos proyectos sean rechazados en ocasiones. Algunos problemas técnicos tales como



los altos niveles de lixiviado que inhiben la extracción del gas y otros problemas en la supervisión y verificación han representado obstáculos mayores en países en vías de desarrollo. Abordar estos obstáculos permitiría a países en vías de desarrollo utilizar ingresos de los MDL para el enverdecimiento del sector de los residuos.

Además de los CER, otra fuente importante de financiamiento internacional para el enverdecimiento del sector de los residuos son los bancos de desarrollo multilateral. Por ejemplo, cerca de 199 proyectos relacionados con residuos con un valor de 15,700 millones de dólares fueron apoyados por el Banco Mundial en diversas regiones durante 2009. De todas estas regiones, Asia Oriental y el Pacífico han recibido la mayor parte del apoyo (37 por ciento), con compromisos de hasta 3,100 millones de dólares en 2009, tal como se muestra en la Figura 12.

Los Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente (MEA, por sus siglas en inglés) conducen a la creación de fondos específicos que pueden apoyar iniciativas que favorezcan el enverdecimiento del sector de los residuos. Por ejemplo, el Fondo Multilateral para la Implementación del Protocolo de Montreal (MLF, por sus siglas en inglés), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y donantes bilaterales, han ofrecido su apoyo financiero al PNUMA para apoyar a los países en vías

de desarrollo y a los Países con Economías en Transición (CEIT, por sus siglas en inglés) que cumplan con las medidas de control del Protocolo de Montreal relacionadas con la reducción progresiva de SRO. En este proceso se abordan aspectos sobre el desecho de productos y la gestión de residuos. La International Finance Corporation (IFC) (2008) sugiere que si bien los países que no están sujetos al Artículo 5 de la Convención de Montreal utilizan impuestos sobre las SRO (por ejemplo, impuesto por kg sobre la producción/importación de refrigerante), impuestos municipales, e impuestos sobre equipo nuevo; los países sujetos al Artículo 5 podrían utilizar la ayuda directa de los MLF y/o por vía de las plataformas de comercio de carbón apropiadas como los MDL para la implementación de una metodología de eliminación de SRO aprobada. Los MLF podrían considerar el cofinanciamiento de los costos aumentados asociados con la remoción y eliminación y/o recuperación y reciclaje de SRO de aparatos refrigerantes y espuma de empaques de electrodomésticos, o bien, financiar la eliminación de aparatos más antiguos.

Costos de recuperación de los usuarios

Los servicios de residuos se ofrecen como servicios públicos en muchos países. Por ejemplo, los pagos de recolección de residuos y de servicios de transporte por parte de hogares, empresas, instalaciones industriales de gran tamaño, pueden ayudar a recuperar el costo inicial y cubrir los costos de operación.

Efectivamente, la recuperación de costos es una estrategia para generar fondos para invertir en el enverdecimiento del sector. Tiene el potencial de transferir los costos de gestión medioambiental y de salud pública -incluyendo costos administrativos, de capital y de operación- a los hogares, permitiendo una mejor distribución de los costos según el principio de 'quien contamina paga'. Las medidas de recuperación de costos pueden incluir cargos administrativos y cuotas que cubran el establecimiento y mantenimiento de sistemas de registro, autorización y permisos, y cargos y tarifas para el usuario por el uso del servicio público de recolección de basura y servicios de tratamiento y eliminación de residuos. Medidas de responsabilidad ambiental o multas ambientales también pueden ser diseñadas de manera que ayuden a garantizar que tanto el costo de remediación y limpieza como el costo de salud ambiental sean cubiertos por las partes negligentes, esto es, por los agentes contaminadores en lugar de a través de recursos del presupuesto público.

Otros mecanismos de financiamiento novedosos

El microfinanciamiento y el financiamiento híbrido son mecanismos de financiamiento novedosos particularmente útiles para apoyar esfuerzos a pequeña escala. El Proyecto de Participación de Gestión Sostenible de

Residuos establecido en Brasil en 2006, por ejemplo, creó fondos de microcréditos a través de donaciones (Hogarth, 2009). Estos fondos son usados como capital de trabajo para financiar el transporte y respuestas de emergencia asociadas al sector de los residuos. Los fondos también son empleados para extender préstamos a los recolectores de basura, quienes reembolsarán sus préstamos después de recibir el pago por los depósitos del reciclaje.

Otro ejemplo es el del micro-financiamiento para microempresas que viene administrando una pila de basura de dos millones de toneladas desde hace 40 años llamada Smokey Mountain, en la Gran Manila, Filipinas. Las microempresas participan en la recolección, clasificación y ventas de residuos mediante una Planta de Reciclaje de Materiales (MRF, por sus siglas en inglés). El microfinanciamiento permitió a estas empresas solicitar préstamos e incrementar su capacidad para generar ingresos. Mediante un reactor biológico donado, la empresa procesa hasta una tonelada de residuos diariamente con apoyo de programas de concientización sobre la separación de residuos orgánicos en 21 edificios aledaños al vecindario (UN, 2010b).

Los modelos híbridos financieros (que combinan deuda y acciones) están siendo explorados cada vez con mayor atención para apoyar proyectos de gestión de residuos con dificultades económicas. Existen ejemplos de principios de 2000 en Reino Unido, cuando el Gobierno británico introdujo préstamos prudentes que brindaron a los consejos municipales mayor libertad para pedir préstamos, con lo que se eliminó cualquier restricción con respecto a la cantidad de deuda que podían acumular (UN, 2010b).⁹

Otro modelo de financiamiento novedoso incluye el financiamiento conjunto entre dos o más municipios para optimizar las inversiones y atraer tecnologías más modernas, como los proyectos de WtE que no son competitivos a pequeñas escalas (OECD, 2007).

5.2 Incentivos y desincentivos económicos

Los incentivos y desincentivos económicos sirven para motivar a consumidores y empresas a reducir la

generación de residuos y eliminarlos de manera responsable, contribuyendo de esta manera a incrementar el apoyo para el enverdecimiento del sector de los residuos. Los incentivos que prevalecen comúnmente en el sector de los residuos son: 1) impuestos y cuotas; 2) créditos al reciclaje y otras formas de subsidios; 3) depósito-reembolso; y 4) bono de desempeño y por cumplimiento de estándares o fondos de garantía ambiental.

Los impuestos por volumen de rellenos sanitarios pueden alentar la reducción de la cantidad de residuos y son relativamente fáciles de implementar. Su efectividad, no obstante, depende de la tasa de impuesto por tonelada de residuos y de la existencia de medidas adecuadas de supervisión y aplicación de la ley. También es importante garantizar que el impuesto no resulte en el desecho ilegal de basura en lugar de impulsar un enfoque 3R.

Una manera de desacelerar la generación de residuos es a través del sistema 'Pague al tirar' (PAYT, por sus siglas en inglés). Sin embargo, es necesario tomar precauciones frente al desecho ilegal de basura o el mal uso de las instalaciones de reciclaje. Se debe garantizar el financiamiento absoluto de la infraestructura de gestión de residuos y es necesario aumentar los niveles de concientización. PAYT tiene un efecto positivo en el reciclaje. Por ejemplo, a través del PAYT se incrementó la tasa de reciclaje del siete por ciento al 35 por ciento en Portland (Oregón, EE.UU.); y del 21 por ciento al 50 por ciento en Falmouth, Maine (EE.UU.) en tan solo un año de aplicación (Shawnee Kansas, 2009).

También se puede lograr la reducción de residuos por medio de desincentivos económicos para artículos como las bolsas de plástico. Por ejemplo, en la ciudad de Nagoya (Japón), y después de una amplia consulta con empresas minoristas y de dos años de pilotaje, se asignó un recargo a las bolsas de plástico en abril de 2009. El esquema fue adoptado por un 90 por ciento del mercado comercial. La iniciativa resultó en la reducción del uso de bolsas de plástico usadas al realizar las compras en un 90 por ciento a partir de diciembre de 2009. Se estimó un ahorro de alrededor de 320 millones de bolsas, con un peso de 2,233 toneladas entre octubre de 2007 y octubre de 2009 (Environmental Affairs Bureau, 2010).

Es importante regularizar los negocios del sector informal y apoyarlos con incentivos para desarrollar mercados locales y negocios pequeños y medianos de reciclaje formal. Los esquemas de crédito al reciclaje pueden ser una manera de motivar el reciclaje urbano o privado al aumentar su rentabilidad; sin embargo, han tenido aplicaciones muy limitadas hasta el momento. Otra forma de incentivo positivo son los subsi-

⁹ Las autoridades locales podían decidir por sí mismas si prestaban dinero, y en qué medida, para financiar cualquier propósito relevante para sus funciones, siempre que se cumplieran los requisitos para la gestión prudente de sus asuntos financieros (Asenova et al., 2007). El Departamento del Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Gobierno de Reino Unido aconsejó préstamos prudentes para inversiones de bajo riesgo. Por ejemplo, aproximadamente el 60 por ciento de un proceso de TMB se financió mediante préstamos prudentes en el Consejo de Sussex del Oeste.

Cuadro 9: Incentivos para la inversión privada en limpieza y saneamiento de zonas industriales abandonadas o en desuso

En agosto de 2010, el alcalde de la ciudad de Nueva York y el comisionado del Departamento de Conservación Ambiental del Estado de Nueva York anunciaron un acuerdo que abrió el camino para que la ciudad comenzara con la limpieza de terrenos industriales abandonados o áreas medianamente contaminadas que no eran lo suficientemente tóxicas para ser consideradas por los programas de limpieza federales o estatales (Superfund). Alrededor de 2,832 hectáreas vacías o subutilizadas alrededor de la ciudad podrían ser utilizadas para nuevos desarrollos bajo este programa.

En 2008, la ciudad creó una Oficina de Remediación Ambiental para ejecutar el programa, que comenzó

en un pequeño espacio en el Bronx. Una entre 1,500 a 2,000 zonas abandonadas alrededor de la ciudad fue elegida como lugar para las Pelham Parkway Towers, un complejo habitacional asequible para los nuevos residentes.

Se espera que el programa de restauración de áreas abandonadas, que ofrece incentivos financieros para que los desarrolladores puedan desplazar algunos de los costos de limpieza de propiedades, agilice el proceso de limpieza y ponga fin a los servicios de autolimpieza llevados a cabo por los mismos desarrolladores sin supervisión gubernamental.

Fuente: New York Times (2010)

dios para desplazar los costos de limpieza. El Cuadro 9 proporciona un ejemplo de esta práctica en la ciudad de Nueva York.

En el plano doméstico, las cuotas de recolección de residuos a partir del peso o volumen para los residuos marrones –a ser incinerados o depositados en vertederos junto con la recolección voluntaria de reciclables, incluyendo materia orgánica– son ampliamente utilizados para incentivar actividades 3R. Este tipo de políticas coexiste por lo general con inversiones tanto para los sistemas de recolección en hogares, como para sitios de depósito comunitario para reciclables. Por ejemplo, en la República de Corea, un sistema de Cuotas de Residuos en base al Volumen (VBWF, por sus siglas en inglés) se introdujo en 1995 para reemplazar a un sistema de tarifa fija. La VBWF es un esquema de pago por bulto en donde los hogares colocan residuos en sacos prepagados y los reciclables son recolectados de forma gratuita. El sistema de VBWF generó una reducción de RSU de 21.5 por ciento de 1994 a 2009, y un incremento en la tasa de reciclaje del 15.4 por ciento en 1994 al 61.1 por ciento en 2009 (Ministry of Environment, Republic of Korea, 2010).

5.3 Medidas regulatorias y de política

Los tipos de políticas y medidas regulatorias más comunes incluyen:

- objetivos regulados para la minimización, reutilización, reciclaje; y objetivos requeridos para el desplazamiento de materiales vírgenes en los insumos de producción;

- regulaciones relevantes para el mercado de gestión de residuos, por ejemplo, requisitos de autorización/licenciamiento para el manejo, almacenamiento, tratamiento y desecho final de residuos; normas para materiales reciclados y para instalaciones, incluyendo tecnologías de control de contaminantes, y

- políticas y planeación de uso de suelo.

En la mayoría de los casos, un apartado especial dentro de alguna política o legislación abarcaría estos distintos tipos de regulaciones. Por lo tanto, la siguiente discusión no distinguirá entre estas distintas tipologías.

La presión regulatoria en torno a la gestión de residuos comenzó a mediados de la década de los setenta con el endurecimiento de las leyes de eliminación de residuos en los países desarrollados. La directiva de la UE (1975) respecto a la eliminación de residuos petroleros y la RCRA, de EE.UU. (1976) que reguló en torno a la eliminación de residuos sólidos y peligrosos han sido las medidas regulatorias más importantes que identificaron a la gestión de residuos como un problema urbano digno de ser atendido por políticas gubernamentales.¹⁰

¹⁰ La RCRA fue la Principal Ley Federal aprobada en los EE.UU. que regula la eliminación de RSU y residuos peligrosos y comprende varias funciones reguladoras sobre residuos peligrosos y no peligrosos. Entre sus disposiciones más importantes se menciona el programa de Subtítulo C, el cual monitorea el rastro de residuos peligrosos desde su punto de generación, transporte, tratamiento y hasta su eliminación. Los Superfund Sites hacen referencia a las instalaciones de gestión de residuos abandonadas que se encuentran reguladas bajo la Ley Integral de Respuesta Ambiental, Compensación y Responsabilidad (CERCLA, por sus siglas en inglés).

Cuadro 10: Desvío de rellenos en Reino Unido

La directiva de rellenos de la UE ha sido un elemento clave para impulsar en Reino Unido la búsqueda de inversores privados para gestionar sus residuos. La directiva exige a sus Estados miembros a reducir la cantidad de residuos biodegradables destinados a rellenos sanitarios a menos de un 35 por ciento sobre los niveles de 1995 para 2020. Una mayor generación de desperdicios ha hecho más difícil para los Estados miembros como Reino Unido cumplir con dichos objetivos. Por este motivo, el Departamento de Asuntos Ambientales, Alimentarios y Rurales promueve un conjunto de proyectos en espera de aprobación con un costo de hasta 12,800 millones de dólares en inversión que requerirá financiamiento bajo la Iniciativa Financiera Privada (IFP) gubernamental. También más incineradores están siendo proyectados por contratistas privados.

Fuente: Adaptado de Reuters (2010).

El Cuadro 10 proporciona un ejemplo sobre cómo una directiva de la UE ejerció influencia en Reino Unido para reducir la cantidad de residuos biodegradables destinados a los rellenos sanitarios.

El Convenio de Basilea sobre Movimiento Transfronterizo de Residuos Peligrosos y su Eliminación fue adoptado en 1989 y entró en vigor en 1992. El Convenio prevé un estricto esquema de notificación y aborda cuestiones como la minimización de la generación de residuos peligrosos en términos de cantidad y peligrosidad, desechándolos tan cerca de su lugar de origen como sea posible, reduciendo la transportación de residuos peligrosos, maximizando la reutilización y reciclaje de residuos amigables con el medio ambiente, promocionando la eliminación y tratamiento de residuos amigables con el medio ambiente, y extendiendo la cobertura de servicios de residuos.

Desde principios de la década de 1990, la UE ha venido desarrollando de manera activa medidas de política relacionadas con los residuos. Las siguientes Directivas y Estrategias de la UE han sido fundamentales para el enverdecimiento de la industria de residuos de la región: Empaquetado (1994); Estrategia de Comunicación de Residuos (1996); Relleno (1999); Vehículos al Final de su Vida Útil (EoLV, 2000); Directiva de Equipo Eléctrico y Electrónico para Residuos (WEEE, 2002); Estrategia Temática para la Prevención de Residuos;

Reciclaje de Residuos y Uso Sostenible de Recursos Naturales (2005); la Directiva del Marco Normativo de Residuos de la UE (2008), y la Iniciativa de Materias Primas (2008). Lograr la meta de eliminación del 85 por ciento de vehículos en desuso en 2006 tuvo el potencial para reducir el costo de rellenar vertederos de basura en 90 millones de euros al año para la UE, lo que representó un ahorro del 40 por ciento en comparación con el costo anterior a la directiva. Alcanzar el objetivo del 95 por ciento para 2015 reduciría el costo en más del 80 por ciento (GHK & Bio Intelligence Service, 2006). La Directiva WEEE ha obligado a empresas productoras de equipos eléctricos y electrónicos de todo el mundo a adoptar políticas efectivas sobre el ciclo de vida de sus productos, como son las políticas de devolución y de recuperación. En términos generales, las iniciativas verdes como las que han sido adoptadas para cumplir con los requisitos EoLV y WEEE han sido beneficiosas para las empresas y les han ahorrado entre un 40 y un 65 por ciento de los costos de manufactura mediante la reutilización de componentes y materiales (Ali & Chan, 2008).

Algunos países han avanzado de forma individual respecto a la regulación de residuos y la aplicación de leyes relacionadas con los mismos. La Ordenanza alemana de Empaquetado introducida en 1991 ayudó a alentar el reciclaje de residuos de empaques, los cuales son recolectados a través de una organización externa. La Regulación para el Reciclaje de Columbia Británica de 2004 trajo consigo un aumento considerable en la proporción de residuos reciclados en Canadá.

Algunos ejemplos en países en vías de desarrollo incluyen la Ley para la Prevención y Control de Residuos Sólidos Contaminantes de la República Popular China adoptada en 1995; la Estrategia Nacional de Gestión de Residuos de Suráfrica de 1999; las Reglas para el Tratamiento y Gestión de Residuos Urbanos de India del año 2000; la Ley de Gestión de Residuos Ecológicos Sólidos de Filipinas de 2000; la Ley de Residuos Sólidos y Gestión de la Limpieza Pública de Malasia de 2007; y la Ley sobre Gestión de Residuos de Indonesia de 2008. Aunque los efectos de estas medidas serán palpables hasta su aplicación, la existencia de estos instrumentos proporciona una señal y punto de partida para futuros compromisos políticos a favor del enverdecimiento del sector de los residuos.

Además de políticas y legislaciones generales, también existen regulaciones específicas. La Responsabilidad Ampliada del Productor (EPR, por sus siglas en inglés) o los programas de Responsabilidad sobre la Devolución para el Productor, como el Programa Europeo Green Dot, han motivado a los fabricantes establecidos en Europa a simplificar sus empaquetados. Estos programas han dado lugar a conceptos de di-

seño innovadores como el Diseño para el Medio Ambiente (DfE, por sus siglas en inglés) y el Diseño para el Desmontaje (DfD, por sus siglas en inglés). La aplicación de conceptos como una producción más limpia y una mejora continua de la calidad en los procesos de manufactura podría llevar a la generación de residuos de mejor calidad para su reutilización y reciclaje. Tales conceptos podrían ayudar a crear una mayor conciencia verde dentro de la cadena de suministro, y sobre la conducta de los consumidores. En la República de Corea, por ejemplo, la EPR se introdujo en el empaquetado (papel, vidrio, acero, aluminio y plástico) y en ciertos productos específicos (baterías, llantas, aceite lubricante y lámparas fluorescentes) desde 2003. De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente de la República de Corea, la iniciativa dio como resultado el reciclaje de 7.7 millones de toneladas de residuos entre 2003 y 2008, lo que supuso un incremento en la tasa de reciclaje del 13.5 por ciento, en comparación con la tasa anterior a la aplicación del EPR. Esto se tradujo en un beneficio económico de 1.7 billones de won, equivalentes a 1,600 millones de dólares (Ministry of Environment, Republic of Korea, 2010).

Las industrias pueden tener medidas voluntarias y autorregulatorias. Por ejemplo, Hitachi ha diseñado lavadoras que pueden ser fácilmente desensambladas, ahorrando hasta un 33 por ciento del tiempo de fabricación con máquinas que requieren menos mantenimiento; esto proporciona confianza a los consumidores y reduce el costo de desecho. De manera similar, Fuji Xerox recolecta máquinas fotocopiadoras, impresoras y cartuchos de tinta de nueve países de la región Asia-Pacífico, desensamblando y clasificando las partes en 64 categorías para su reutilización en nuevas máquinas. Philips ha lanzado una gama de productos de marca verde como son las lámparas de Ultra Alto Rendimiento con un 52 por ciento menos de material de empaque; luces T8 de 25 vatios, con un 40 por ciento menos de niveles de mercurio; televisiones de pantalla plana, con el 17 por ciento menos de empaquetado; reproductores DVD con un 26 por ciento de menos peso, y desfibriladores con un 28 por ciento menos de peso comparado con modelos anteriores, entre otros.

Con el fin de obtener nuevas oportunidades y aplicaciones para la reutilización de materiales de residuos, y para que el término 'residuo' deje de tener una connotación negativa, se requieren de mayores desarrollos en materia de política que modifiquen la definición de residuos y destaquen su valor como un recurso con alto valor. Además, medidas de políticas tendientes a la concientización, educación, investigación, formación y desarrollo de capacidades, será esencial para fomentar habilidades y conocimientos necesarios para la gestión de residuos y para lograr cambios en el comportamiento humano.

5.4 Acuerdos institucionales entre los sectores formales e informales

En muchos países en vías de desarrollo, las políticas de Comando y Control pueden no ser tan efectivas como los instrumentos económicos debido a su capacidad institucional. Adicionalmente, en ocasiones las inversiones en tecnologías de residuos no han dado beneficios debido a cierta debilidad institucional. Generalmente, las inversiones han sido desalentadas a causa de instituciones deficientes o por la falta de mercados.¹⁰ Además, en los países en vías de desarrollo las capacidades institucionales para el control de las importaciones de bienes/residuos usados son inexistentes o poco funcionales.

Uno de los principales problemas institucionales del sector de los residuos es la relación entre los segmentos formales e informales. Una de las causas primarias que explican la existencia de un sector informal -con un fuerte crecimiento en países en vías de desarrollo- es la dificultad para alcanzar economías de escala al buscar la formalización de las unidades existentes de reciclaje informal. Porter (2002) identifica cinco tipos de fallas de mercado en el sector formal del reciclaje: 1) fallas al proveer a los hogares con señales de mercado correctas acerca del reciclaje; 2) fallas al no reciclar la cantidad correcta y al elegir el método apropiado de reciclaje para las instalaciones controladas o administradas por autoridades locales (ya que están sujetas a restricciones con respecto a la generación de utilidades); 3) fallas al no lograr un incremento en la estabilidad del mercado del reciclaje debido a su naturaleza inestable; 4) fallas al elaborar políticas óptimas para la fijación de impuestos y subsidios a sustitutos de productos vírgenes; y 5) fallas para proporcionar a los fabricantes señales de mercado correctas respecto a la eliminación y el reciclaje de sus productos y el empaquetado.

A pesar de lo anterior, el sector informal mantiene un rol importante en la gestión de residuos, en especial, mediante su recolección y reciclaje informal. Incentivar las actividades formales de reciclaje proporcionando acceso al microfinanciamiento y a los mercados, podría ayudar a acelerar el movimiento de un régimen informal a un régimen formal del sector. Por otro lado, incrementar la concientización acerca de los benefi-

10 La RCRA fue la Principal Ley Federal aprobada en los EE.UU. que regula la eliminación de RSU y residuos peligrosos y comprende varias funciones reguladoras sobre residuos peligrosos y no peligrosos. Entre sus disposiciones más importantes se menciona el programa de Subtítulo C, el cual monitorea el rastro de residuos peligrosos desde su punto de generación, transporte, tratamiento y hasta su eliminación. Los Superfund Sites hacen referencia a las instalaciones de gestión de residuos abandonadas que se encuentran reguladas bajo la Ley Integral de Respuesta Ambiental, Compensación y Responsabilidad (CERCLA, por sus siglas en inglés).

Lugar	Descripción de la cooperación comunitaria
Daca, Bangladesh	<p>En Daca, se ha implementado de forma efectiva el compostaje descentralizado a través de la participación comunitaria. La Waste Concern ha establecido un modelo de negocios para este propósito. Las contribuciones comunitarias en la forma de cargo al usuario representan un 30 por ciento de los ingresos del proyecto y hacen que sea financieramente viable. El programa generó nuevos empleos para las comunidades y mejoró las condiciones de vida en la región.</p> <p>Fuente: Zurbrügg et al. (2005)</p>
Nagpur, India	<p>La recolección de basura de puerta en puerta con la participación comunitaria ha alcanzado un ahorro concreto del orden de los 50 millones de rupias (equivalentes a un millón de dólares) en servicios de residuos sólidos de la municipalidad. Una ONG se involucró para impulsar la participación de la comunidad. La iniciativa proporcionó medios de subsistencia para 1,600 personas provenientes de los segmentos más necesitados de la sociedad. El esfuerzo también aumentó la credibilidad financiera de la ONG involucrada, con lo que el nivel de presupuesto se multiplicó por treinta.</p> <p>Fuente: Agarwal (2005)</p>
El Cairo, Egipto	<p>La comunidad minoritaria de los Zabbaleen se ha dedicado a la recolección informal de residuos en El Cairo (Egipto) desde la década de los años treinta. Alrededor de 20,000 Zabbaleen participaron en la recolección de residuos (30-40 por ciento de un estimado de 9,000 toneladas por día), reciclado hasta el 80 por ciento de los residuos recolectados. Desde el establecimiento de asociaciones en la década de 1970, y el lanzamiento de un Programa Zabbaleen de Desarrollo y Medio Ambiente en 1981, junto con el apoyo de la Fundación Ford, el Banco Mundial, Oxfam y otros, las condiciones de trabajo y la infraestructura básica para la recolección de residuos y su clasificación ha mejorado considerablemente. Durante la década de 1990, los Zabbaleen continuaron trabajando bajo un sistema de franquicias mediante el pago de una cuota de licencia a las Autoridades de Limpieza y Embellecimiento de El Cairo y Giza por el derecho exclusivo a prestar el servicio a un número específico de bloques de apartamentos. Se recaudaron cuotas directamente de los hogares (de 0.3 a 0.6 dólares en promedio). Para apoyar a los recolectores de basura se estableció una escuela primaria, un proyecto de reciclaje de papel, una escuela de tejido, un centro de salud y un proyecto de apoyo a pequeñas industrias. Se prohibió el uso de carros tirados por asnos para la recolección de basura.</p> <p>Fuente: Aziz (2004) y Wilson et al. (2006)</p>

Tabla 5: Cooperación comunitaria en la gestión de residuos

cios sociales y de salud asociados a la formalización del sector puede ayudar a comprender la importancia de los beneficios intangibles.

Las operaciones de los negocios informales de residuos están asociadas a riesgos para la salud de la población y a menudo implican condiciones laborales poco dignas. Es importante abordar los riesgos de salud y seguridad derivados del uso de productos reciclados y recuperados; e idear políticas, regulaciones y normas apropiadas. Los países en vías de desarrollo necesitan adaptar algunos de estas estructuras de trabajo para garantizar que los trabajadores en el sector informal y los clientes que utilicen productos reciclados estén bien protegidos.

Suchada et al. (2003) enfatizan que, cuando ha existido una relación operativa entre los sectores formal e informal de la industria del reciclaje de residuos, se ha observado que el sector ha funcionado eficientemente y ha alcanzado una tasa de reciclaje del 38 por ciento respecto al flujo total de residuos. Sin embargo, la cooperación entre autoridades gubernamentales y trabajadores del sector informal de los residuos es, en ocasiones, escasa debido a la desconfianza inherente de la relación.

La formalización de los recolectores de basura, en donde sea considerada conveniente, requiere de apoyo político y reformas a las políticas existentes. La formalización no es la única forma de garantizar una mayor cooperación entre los sectores público, formal privado e informal privado. Las Organizaciones Comunitarias (CBO, por sus siglas en inglés) y las Organizaciones No Gubernamentales (ONG), han contribuido al empoderamiento de los trabajadores informales del sector de residuos al extender microcréditos y gestionar el acceso el financiamiento externo.

En los programas comunitarios de gestión de residuos, un líder de la comunidad identifica a un proveedor de servicios y/o planea y gestiona los servicios. Las micro y pequeñas empresas también están tomando forma en países en vías de desarrollo como Brasil en donde, a diferencia de las CBO y ONG, realizan actividades de recolección con fines de lucro (Ahmed & Ali, 2004). La cooperación comunitaria ha ayudado a alcanzar un éxito relativo en muchos países en vías de desarrollo. La recolección de basura a través de una organización comunitaria en cooperativas y microempresas ha resultado de mucha utilidad para la gestión de residuos urbanos. La Tabla 5 describe algunos ejemplos en todo el mundo, en donde la cooperación comunitaria ha contribuido a la creación de negocios en el sector de la gestión de residuos.

6 Conclusiones

El creciente volumen y la complejidad de los residuos plantean riesgos a los ecosistemas y a la salud humana, aunque existen oportunidades para el enverdecimiento del sector. Estas oportunidades provienen de una creciente demanda por una mejor gestión de residuos y recursos, y de energía recuperada a partir de los residuos. Este cambio en la demanda es impulsado por el ahorro en costos, una mayor concientización ambiental y la creciente escasez de recursos naturales. El desarrollo de nuevas tecnologías para el tratamiento de residuos basadas en las 3R, tecnologías como el Tratamiento Mecánico y Biológico (TMB) y la biometanización avanzada, han facilitado el enverdecimiento del sector. El crecimiento del mercado de residuos es el reflejo de la demanda subyacente que apoya este enverdecimiento, especialmente el nuevo paradigma de vincular los residuos con el uso de recursos a través del ciclo de vida de los productos.

Diferentes países enfrentan desafíos distintos; aunque el camino hacia el enverdecimiento del sector comparte objetivos comunes. La prevención y reducción de residuos desde su lugar de origen es esencial para todos los países, aunque esto es de especial importancia para los países en vías de desarrollo debido a su crecimiento demográfico más acelerado y el consumo cada vez mayor de materiales y recursos. El crecimiento general de la población y de sus ingresos supone que el volumen total de residuos no se reduzca. El enverdecimiento del sector es la única forma de desacoplar este vínculo. Es importante reducir la conversión de materiales usados en residuos urbanos. La adecuada recolección, separación, transporte y reciclaje de residuos, así como la construcción de instalaciones básicas, son pasos básicos para muchos países en vías de desarrollo. En la mayoría de los casos, en estos países, una intervención adicional corresponde a la limpieza de lugares donde se encuentran vertederos de basura existentes, los cuales perjudican al medio ambiente y a la salud de los recolectores de basura, quienes son en su mayoría hombres, mujeres, e incluso niños, de los estratos más pobres. Por lo tanto, es crucial garantizar que existan regulaciones estrictas y que políticas medioambientales comprehensivas sean desarrolladas para abordar la necesidad del reciclaje y la reducción de rellenos.

Las fases de recuperación y reciclaje dentro de la cadena de tratamiento de residuos son las que probablemente tienen un mayor potencial en términos de contribución para apoyar una economía verde. A me-

didada que los recursos naturales se vuelvan más escasos y con la perspectiva de alcanzar el pico de producción del petróleo cada vez más cercana, el valor comercial de los materiales y la energía recuperados a partir de los residuos podrían ser fundamentales. Es muy probable que se incremente la tasa de reciclaje actual de todo tipo de residuos. Muchos países desarrollados y economías emergentes han establecido altos estándares para ellos mismos en esta área, y es probable que adquieran ventajas comparativas en productos remanufacturados y reciclados. Los países en vías de desarrollo, al planear la instalación de plantas de tratamiento, deberían tomar en consideración el crecimiento potencial de la recuperación de recursos y energía como una industria de importancia cada vez mayor. La elección de entre las opciones de tratamiento de residuos debería basarse en toda una serie de beneficios, incluyendo costos ambientales y sociales no incurridos, y no debería considerarse únicamente en función de los costos tecnológicos.

Ciertamente, existen múltiples beneficios resultantes del enverdecimiento del sector de los residuos, aun cuando es difícil conseguir datos para sustentar esta idea cuantitativamente. Entre estos beneficios se encuentran la recuperación de recursos a partir de residuos para ayudar a reducir la extracción de materias primas, nuevos productos como el compost y la energía obtenidos a partir de residuos, menores costos derivados de la reducción de emisiones de GEI, créditos de carbono, costos de salud evitados, y creación de nuevos empleos. El enverdecimiento del sector implica la formalización del sector informal en muchos países en vías de desarrollo, incluyendo el acceso a una capacitación adecuada, protección de la salud, y un nivel de compensación digno para los trabajadores del sector, contribuyendo, por lo tanto, al mejoramiento de la equidad y a la mitigación de la pobreza. Se requieren esfuerzos adicionales para recopilar datos y conducir un análisis cuantitativo a escala nacional – desde una perspectiva de costos totales – para permitir a los formuladores de políticas el diseño de una estrategia de enverdecimiento del sector de los residuos de un modo más informado.

Movilizar una mayor inversión para el enverdecimiento del sector de los residuos requiere una serie de condiciones favorables. Los gobiernos deberían incrementar sus asignaciones presupuestarias para el sector. Además, la asociación con el sector privado tiene el potencial de reducir la presión fiscal sobre los go-

biernos, al mismo tiempo que mejora la eficiencia de los servicios prestados. En muchos países en vías de desarrollo, el éxito de tales acuerdos dependen de si el marco institucional es favorable al medio ambiente, y si su calidad permite un nivel de transparencia adecuado para la asignación de contratos de proveedores de servicios particulares. El microfinanciamiento, la asistencia internacional para el desarrollo y otros mecanismos de financiamiento también pueden ser explorados con el fin de apoyar a los sistemas de tra-

tamiento de residuos regionales, los cuales proporcionan oportunidades de empleo a comunidades locales y reducen la necesidad de transportar residuos a largas distancias. Otro elemento importante en el enverdecimiento del sector en muchos países en vías de desarrollo es el fortalecimiento de la confianza entre el sector público y el sector informal de los residuos. En el proceso de formalización debería darse una especial atención para la inclusión de recolectores de basura de escasos recursos.

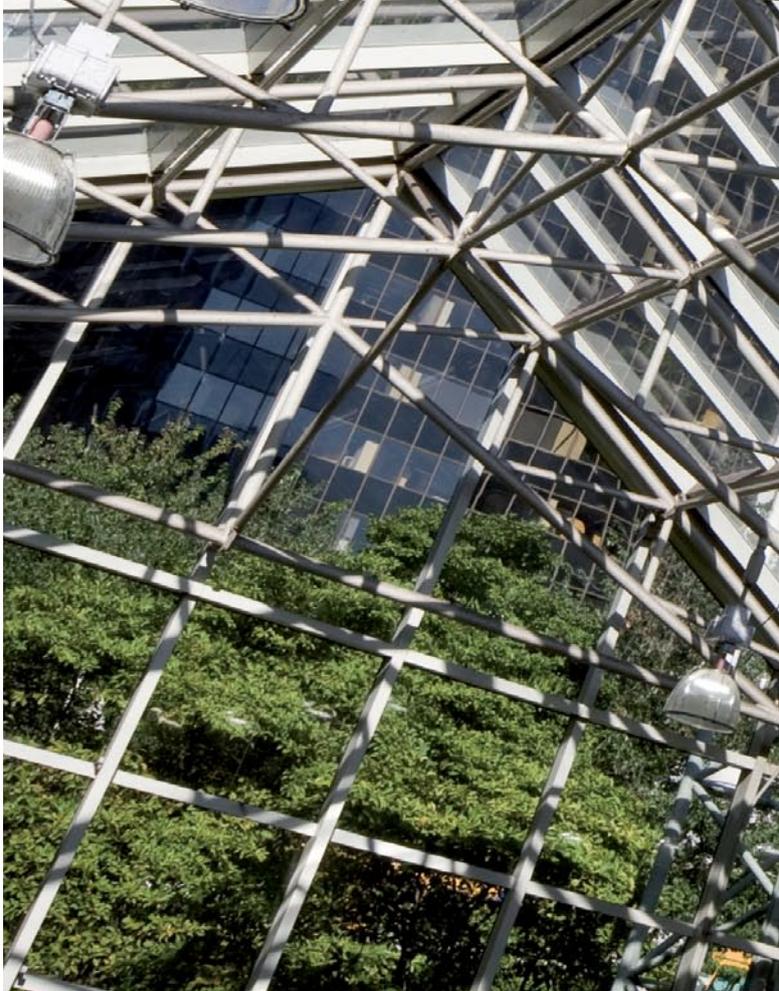
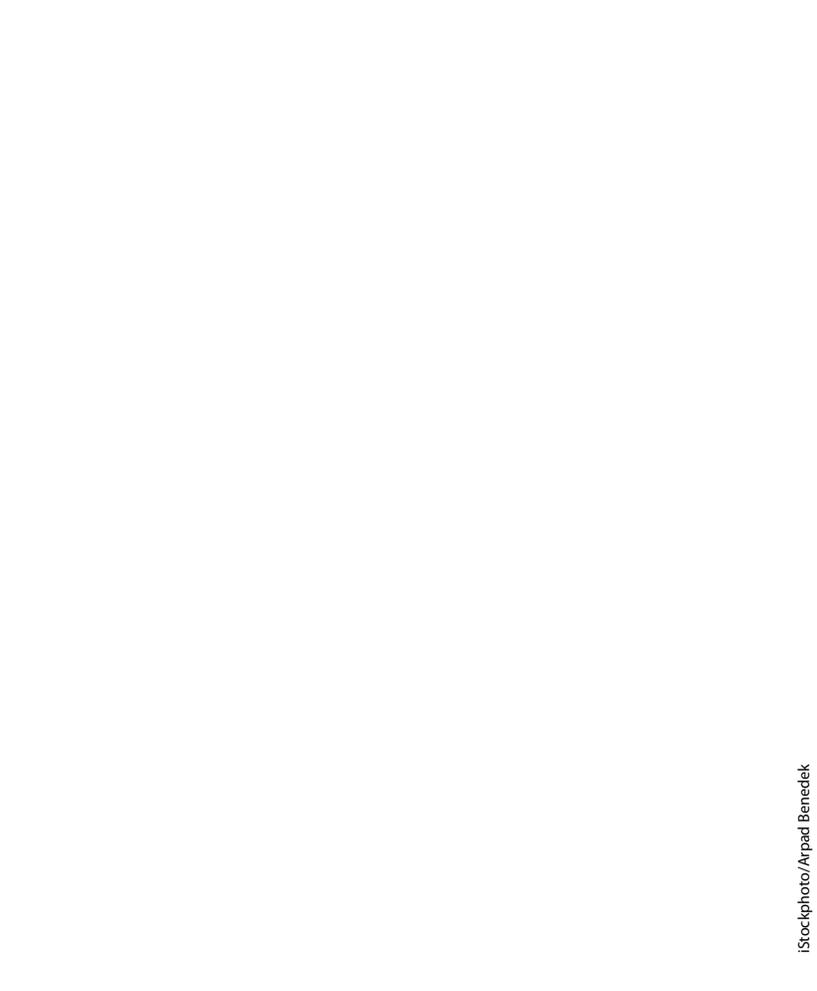
Referencias

- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. F. & Zepeda, F. (1998). *Diagnosis of municipal solid waste management in Latin America and the Caribbean: Joint publication of the Inter-American Development Bank and the Pan American Health Organization*. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/acrobat/diagnos.pdf>
- Agarwal, V. S. (2005). *Sustainable waste management: Case study of Nagpur, India*. (Papers on Sanitation and Solid Waste Management). Asian Development Bank.
- Ahmed, S. A. & Ali, M. (2004). Partnerships for solid waste management in developing countries: Linking theories to realities. *Habitat International*, 28, 467-479. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd43/ali.pdf>
- Ali, L. & Chan, Y. C. (2008). *Impact of RoHS/WEEE on effective recycling-electronics system integration*. (2nd Electronics System Integration Technology Conference 521 Greenwich). UK: IEEE. Retrieved from <http://www.ee.cityu.edu.hk/~epa/publications-ycchan/ConferencePublications/ConferencePublications-81.pdf>
- Asenova, D., Hood, J., Fraser, L., & Bailey, S. J. (2007). *From the private finance initiative to the new prudential borrowing framework: A critical accounting perspective*. Retrieved from <http://www.st-andrews.ac.uk/business/ecas/7/papers/ECAS-Asenova.pdf>
- Ayres, R. U., & Simonis, U. (1994). *Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development*. Tokyo: United Nations University Press.
- Aziz, H. (2004). *Improving the livelihood of child waste pickers: Experiences with 'Zabbaleen' in Cairo, Egypt*. The Netherlands: Waste.
- Babu, M. (2010). *PPP in waste management in India: Opportunities, barriers and way ahead*. IL&FS Waste Management and Urban Services. Retrieved from http://www.un.org/esa/dsd/susdevtopics/sdt_pdfs/meetings2010/icm0310/2g_Manesh_Babu.pdf
- Baker, E., Bournay, E., Harayama, A., & Rekecawicz, P. (2004). *Vital Waste Graphics*. (Basel Convention). GRID Arendal. Retrieved from http://www.grida.no/_res/site/file/publications/vital-waste/wastereport-full.pdf
- BIR (2008). *Report on environmental benefits of recycling*. October 2008. Retrieved from http://www.bir.org/assets/Documents/publications/brochures/BIR_CO2_report.pdf
- Bleischwitz, R., Giljum, S., Kuhndt, M., & Schmidt-Bleek, F. (2009). *Eco-innovation: Putting the EU on the path to a resource and energy efficient economy*. Wuppertal Institute. Retrieved from http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/ws38.pdf
- BMRA (2010). *About metal recycling*. Retrieved from http://www.recyclemetals.org/about_metal_recycling
- Bogner, J., Abdelrafie Ahmed, M., Diaz, C., Faaij, A., Gao, Q., Hashimoto, S., ...Zhang, T. (2007). Waste management. In B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave & L. A. Meyer (Eds.), *Climate change mitigation*. (Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Borzino, M. A. (2002). *Promotion of 3Rs*. (At the Promotion National Level Working Group 1, Senior Officials Meeting on the 3R Initiative, Ministry of the Environment, Brazil). Retrieved from <http://www.env.go.jp>
- Bournay, E. (2006). *Vital waste graphic 2*. (Basel Convention, UNEP and GRID-Arendal, Volume 2, Edition 2). Retrieved from http://www.grida.no/_res/site/File/publications/vital-waste2/VWG2_p32and33.pdf
- Brunner, P. H., & Fellner, J. (2007). Setting priorities for waste management strategies in developing countries. *Waste Management and Research* 25(3), 234-240.
- Calcott, P., & Walls, M. (2005). Waste, recycling and design for environment: Roles for markets and policy instruments. *Resource and Energy Economics*, 27(4), 287-305.
- Campbell, C. J. (2005). *The coming oil crisis*. Brentwood, UK: Multi-science publishing.
- Council on Environmental Quality (CEQ). (1997). *Environmental Quality: 25th Anniversary Report*. Washington, DC: US Government Printing Office.
- CDM EB. (2010). *Recovery and recycling of materials from solid wastes*. (AMS III AJ./Version 01, Sectoral Scope: 13, EB 53. March 26, 2010). Retrieved from <http://cdm.unfccc.int>
- Chalmin, P., & Gaillochet, C. (2009). *From waste to resource: An abstract of world waste survey 2009*. Paris: Edition Economica.
- Chinese Government's Official Web Portal. (n.d.). Retrieved from <http://www.gov.cn>
- Cohen, N., Hertz, M., & Ruston, J. (1988). *Coming full circle*. New York: Environmental Defense Fund.
- Cointreau-Levine, S. (1994). Private sector participation in municipal solid waste services in developing countries. In *The formal sector: Vol. 1*. (Urban Management Programme Discussion Paper No. 13). UNDP. Department of Environmental Affairs. (2010). *National waste management strategy*. (First draft for public comment, March 2010). Retrieved from <http://www.wastepolicy.co.za/nwms/sites/default/files/NWMS%20first%20draft.pdf>
- Drummond, C. (2010). *Presentation at Bank of America Merrill Lynch Utilities & Renewables Conference*. (April 14-15, 2010). Retrieved December 29, 2010, from <http://www.pennon-group.co.uk/.../BankofAmericaMerrillLynchUtilities&RenewablesConference14-04-10.pdf>
- Duan, H., Huang, Q., Wang, Q., Zhou, B., & Li, J. (2008). Hazardous waste generation and management in China: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 158(2-3), 221-227.
- EAWAG (2007). *Anaerobic digestion of biodegradable solid waste in low and middle income countries*. Christian Muller, May 2007. Retrieved from http://www.eawag.ch/forschung/sandec/publikationen/swm/dl/Anaerobic_Digestion_high_resolution.pdf
- EC (1999). *Council Directive 1999/31/EC of April 26, 1999 on the landfill of waste*. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:182:0001:0019:EN:PDF>
- EC. (2003). *Refuse derived fuel: Current practice and perspectives*. (B4-3040/2000/306517/MAR/E3. Final Report, WRc Ref: CO5087-4, July 2003). Retrieved from <http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/rdff.pdf>
- EC (2009). *European Parliament and Council Directive 94/62/EC of December 20, 1994 on packaging and packaging waste*. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1994L0062:20090420:EN:PDF>
- EEA, & OEA (2006). *Aluminium recycling in Europe: The road to high quality products*. Retrieved from <http://www.world-aluminium.org/cache/fl0000217.pdf>
- EEA (2007). *Progress in management of contaminated sites: Assessment*. Retrieved from <http://themes.eea.europa.eu>
- EEA (2009). *Generation of packaging waste and GDP in the EU-15*. (December 18, 2009). Retrieved from <http://www.eea.europa.eu>
- EEA (2010). *Why Belgium cares about waste*. Retrieved from http://www.eea.europa.eu/soer/countries/be/soertopic_view?topic=waste
- Energy Watch Group (2007). *Coal: Resources and future production*. (Final version 28032007, EWG-paper no. 1/07). Retrieved from http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/EWG_Report_Coal_10-07-2007ms.pdf
- Environmental Affairs Bureau (2010). *Waste reduction efforts in Nagoya: Challenge towards a circular society*. Retrieved from <http://www.hls-sc.org/Documents/Session%20A%20PDF/AP2.pdf>
- EPA (1999). *Characterization of municipal solid wastes in the United States: 1998 update*. (Prepared for U.S. EPA Municipal and Industrial Solid Waste Division, Office of Solid Waste Report No. EPA 530- by Franklin Associates, July 1999). Retrieved from <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/99tables.pdf>
- EPA (2007). *Municipal solid waste generation, recycling, and disposal in the United States: Facts and Figures for 2006*. United States Environment Protection Agency. Retrieved from <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/msw06.pdf>
- EPA (2009). *Municipal solid waste generation, recycling, and disposal in the United States: Detailed tables and figures for 2008*. (November 2009). USEPA Office for Resource Conservation and Recovery. Retrieved from <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/msw2008data.pdf>
- EPA (2010). *Materials characterization paper, in support of the proposed rulemaking: Identification of nonhazardous secondary materials that are solid waste auto shredder residue*. Retrieved from <http://www>

- epa.gov/wastes/nonhaz/define/pdfs/auto-shred.pdf
- EPN (Environment Paper Network). (2009). *Opportunities for economic growth and carbon emissions reduction in the U.S. pulp and paper industry*. Retrieved from <http://www.environmentalpaper.org/documents/Green%20Economy%20and%20Paper%20Industry%20%281%29%282%29.pdf>
- Eurostat (2010a). *End-of-life vehicles (ELVs): Reuse and recovery rate*. (Last updated on 16.04.2010). Retrieved from <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/wastestreams/elvs>
- Eurostat (2010b). *Municipal waste generated, 1000 tonnes, 1995-2008*. (Update 11/03/2010). Retrieved from <http://www.environmentalpaper.org/repaper-docs/green-economy-and-paper-industry-1.pdf>
- Eurostat (2010c). *Europe in figures: Eurostat yearbook 2010*. Retrieved from http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/CH_11_2010/EN/CH_11_2010-EN.pdf
- European Communities (2001). *Waste management options and climate change: Final Report to European Commission*. DG Environment, AEA Technology.
- Fellner (2007). *Responsible material flow management: The case of waste management in developing countries*. Retrieved from <http://www.ian.us.tu-darmstadt.de/Termine/Fellner.pdf>
- Ferrer G., & Ayres, R. U. (2000). The impact of remanufacturing in the economy. *Ecological Economics*, 32(3) 413-429.
- Fuji Xerox (2009). *Corporate Profile, Japan*. Retrieved from http://www.fujixerox.com/eng/company/company_profile/pdf/t01_eall.pdf
- GHG and Bio Intelligence Service (2006). *In the framework of the contract to provide economic analysis in the context of environmental policies and of sustainable development*. (Final Report to DG Environment). Retrieved from http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/study/final_report.pdf
- GHK (2006). *Strategic evaluation on environment and risk prevention under structural and cohesion funds for the period 2007-2013; National Evaluation Report for Bulgaria*. Retrieved from http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/evaluation/pdf/evalstrat_env/bu_main.pdf
- Glass Packaging Institute (2010). *Recycling and the environment, environmental facts*. Retrieved from <http://www.gpi.org/recycle-glass/environment/environmental-facts-1.html>
- Greening China. Retrieved from <http://greeningchina.wordpress.com/2010/08/25/turning-urban-manure-into-organic-fertilizer/>
- Greiner, S. (2005). Municipal solid waste and carbon finance. *Urban Week*, 07 March 2005. Retrieved from <http://siteresources.worldbank.org>
- Hajkovicz, S. A., Tellames, K., & Aitaro, J. (2005). *Economic cost scenarios for solid waste-related pollution in Palau, IWP-Pacific Technical Report*. 9International Waters Project, No. 28). Retrieved from http://www.sprep.org/att/publication/000519_IWP_PTR28.pdf
- Hogarth, R. (2009). *Microcapital story: Participatory sustainable waste management project extends microfinance to informal recyclers in Brazil*. Retrieved from www.microcapital.org
- Hoorweg, D., & Giannelli, N. (2007). Managing municipal solid waste in Latin America and the Caribbean: Integrating the private sector, harnessing incentives. *GRIDlines*, 28. Washington, DC: World Bank. Retrieved from www.ppiaf.org/documents/gridlines/28lacs.pdf
- Hunt, C. (1996). Child waste pickers in India: The occupation and its health risks. *Environment and Urbanization*, 8(2).
- ICF (2008). *Study on the collection and treatment of unwanted ozone-depleting substances in Article 5 and Non-Article 5 countries*. Retrieved from http://ozone.unep.org/Meeting_Documents/mop/20mop/E-ICF%20Study%20on%20Unwanted%20ODS.pdf
- IFC (2010). *IFC helps light remote Indian villages with rice husk waste*. Retrieved from <http://www.ifc.org/ifcext/southasia.nsf/Content/huskfeature>
- ILO (2007). *Green jobs initiative in Burkina Faso: From waste to wages*. Retrieved from http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/press-and-media/centre/insight/WCMS_084547/lang--en/index.htm
- ILO (2010). *Ouagadougou Process and the ILO Jobs Pact: A roadmap for Africa*. Retrieved from http://www.ilo.org/jobspact/news/lang--en/WCMS_123196/index.htm
- ILSR (2002). *Recycling means big money in the Big Apple*. Seldman N., & Lease, K. Washington, DC. Retrieved from [http://www.ilsr.org/recycling/wrrs/Big\\$BigApple.pdf](http://www.ilsr.org/recycling/wrrs/Big$BigApple.pdf)
- Indian Environmental Portal. (2000). Surat: Banking on money. *Down to Earth*, 8(20000131). Retrieved from <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/node/25936>
- IPCC (2007a). *Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 AR4*. Retrieved from http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf
- IPCC (2007b). *Climate change 2007: Mitigation of climate change AR4*. (Chapter 10 Waste Management). Retrieved from <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter10.pdf>
- Jenkins, R. R., Maguire, K. B., & Morgan, C. (2002). *Host community compensation and Municipal solid waste landfills*. National Centre for Environmental Economics. Retrieved from [http://yosemite.epa.gov/ee/epa/eed.nsf/WPNumber/2002-04/\\$File/2002-04.PDF](http://yosemite.epa.gov/ee/epa/eed.nsf/WPNumber/2002-04/$File/2002-04.PDF)
- Yu, J., Williams, E., Ju, M., & Yang Y. (2010). Forecasting global generation of obsolete personal computers. *Environmental Science & Technology*, 44(9), 3232-3237 Retrieved from <http://pubs.acs.org/stoken/prespac/presspac/full/10.1021/es903350q>
- Kiyotaka, K., & Itaru, N. (2002). *Present state of end of life vehicle recycling rates and recycling of automobile shredder residue*. (Proceedings of Japan Society of Automotive Engineers (JSAE) Annual Congress, Vol. 53-02, pp. 5-8).
- Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K.-H., Haberl, H., & Fischer-Kowalski, M. (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*, 68(10), 2696-2705.
- Lacoste, E., & Chalmin, P. (2007). From Waste to Resource: 2006 World Waste Survey. *Economica*, April 2007.
- Lee, J. S.(2010). *Green growth strategy and energy policy in Korea*. March 29, 2010, UN Governance. Retrieved from <http://www.greengrowth.org/download/2010/korea/Green.Strategies.and.Korea%27s.Energy.PoliciesJaeseung.Lee.pdf>
- Leggett, J. (2005). *Half gone: Oil, gas, hot air and the global energy crisis*. London: Portobello.
- MachineDesign. October 25, 2008. Retrieved from <http://machinedesign.com/article/packaging-goes-back-to-nature-1023>
- Mayor of London (2010). *The Mayor's vision for London's waste*. January 2010. Retrieved from <http://legacy.london.gov.uk/mayor/environment/waste/docs/vision-jan2010.pdf>
- Medina, M. (2008). *The informal recycling sector in developing countries: Organizing waste pickers to enhance their impact*. (Note No. 44. October 2008). GRIDlines.
- Methanetomarkets (2005). *Methane to Markets Partnership Landfill Subcommittee: Country profile for Argentina*. Retrieved from http://www.globalmethane.org/documents/landfills_cap_argentina.pdf
- Ministry of the Environment, Government of Japan. (2008). *The world in transition, and Japan's efforts to establish a sound material-cycle society*. Retrieved from http://www.env.go.jp/en/recycle/smcs/a-rep/2008gs_full.pdf
- Ministry of Environment, Republic of Korea. (2008). *4th Framework Plan for Resource Recycling*.
- Ministry of Environment, Republic of Korea. (2009). *Comprehensive masterplan for waste-to-energy*. Retrieved from http://eng.me.go.kr/board.do?met hod=view&docSeq=194&bbsCode=res_mat_policy
- Ministry of Environment, Republic of Korea. (2009). *Low-carbon green growth of Republic of Korea: Progress in 2008-2009*. December 2009. Retrieved from http://www.greengrowth.go.kr/english/en_information/en_report/userBbs/bbsView.do
- Ministry of Environment, Republic of Korea. (2010). *Annual report of volume based waste fee*.
- Mohanty, C. R. C. (2010). *Mainstreaming the 3Rs: Global, regional and national perspectives*. United Nations Centre for Regional Development (UNCRD). Retrieved from http://www.iges.or.jp/en/wmr/pdf/activity100728/1_Mohanty_Day1_Session1.pdf
- Mountford, H. (2010). *Green Growth: OECD Work, IMG on a Green Economy*. March 23-24, 2010. OECD. Retrieved from <http://www.unemg.org/LinkClick.aspx?fileticket=GBiXQWB8NKM%3D&tabid=3563&lang uage=en-US>
- Nakamura, T. (2009). *Waste Agriculture Biomass Convention*. (The 6th Biomass Asia Workshop in Hiroshima, 18-20 November 2009). Osaka: IETC. Retrieved from http://www.biomass-asia-workshop.jp/biomassws/06workshop/presentation/25_Nakamura.pdf
- New York Times (2010). *New York Tackles 'Brownfields' Cleanup*. In *Green: A blog about energy and the environment*. 5 August 2010. Retrieved 6 August 2010 from <http://green.blogs.nytimes.com/2010/08/05/new-york-tackles-brownfields-cleanup/>
- NRDC (1997). *Too good to throw away, Recycling's proven record*. Retrieved from <http://www.nrdc.org/cities/recycling/recyc/recyinx.asp>

- Nyamangara, J., Bergstrom, L. F., Piha, M. I., & Giller, K. E. (2003). Fertilizer use efficiency and Nitrate Leaching in a Tropical Sandy Soil. *Journal of Environmental Quality*, 32, 599-606.
- Ocean Conservancy (2010). *Trash travels: From our hands to the sea, around the globe, and through the time: 2010 Report*. International Coastal Cleanup. Available at: http://www.oceanconservancy.org/images/2010ICCRReportRelease_pressPhotos/2010_ICC_Report.pdf
- OECD (2004). *Addressing the economics of waste*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- OECD (2007). *Lessons learnt from financing strategies for the municipal waste management sector in selected eecca countries*. (Environmental Finance, EAP Task Force). Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/54/62/39177573.pdf>
- OECD (2008a). *Environmental data compendium 2006-2008*. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/22/58/41878186.pdf>
- OECD (2008b). *Key environmental indicators*. Paris: OECD Environmental Directorate. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/20/40/37551205.pdf>
- OECD (2009). *Sustainable manufacturing and eco-innovation: Framework, practices and measurement synthesis report*. Paris: Directorate for Science, Technology and Industry, OECD.
- The official magazine of the classic and historic automobile club of Australia. (2007). Volume 41, No. 12, June. Retrieved from <http://www.chaca.com.au/Journals/web%20june2007.pdf>
- Owens, G. M. (2009). Analyzing impacts of bioenergy expansion in China using strategic environmental assessment. *Management of Environmental Quality*, 18(4), 396-412.
- Packaging Europe. January 25, 2010. Retrieved from <http://www.packagingeurope.com/NewsDetails.aspx?nNewsID=34203>
- Lal, P., & Takau, L. (2006). *Economic costs of waste in Tonga, Apia*. Samoa: SPREP. Retrieved December 29, 2010, from http://www.sprep.org/att/publication/00052_1_IWP_PTR33.pdf
- Pareto, V. E., & Pareto, M. P. (2008). *The urban component of the energy crisis*. Social Science Research Network.
- Pintér, L. (2006). *International experience in establishing indicators for the circular economy and considerations for China*. (Report for the Environment and Social Development Sector Unit, East Asia and Pacific Region). The World Bank.
- Porter, R. C. (2002). *The economics of waste: Resources for the future*. (pp. 72-74). Washington, DC.
- Prosthetic Foundation (2007). Retrieved from <http://www.prosthesesfoundation.or.th>
- Recycling International (2010). Retrieved from <http://www.recyclingbizz.com/glass/LA945887.html>
- Reeves, E., & Barrow, M. (2000). The impact of contracting out on the costs of refuse collection services: The case of Ireland. *The Economic and Social Review*, 31(2), 129-150.
- Reuters. (2010). August 13, 2010. Retrieved from <http://www.reuters.com/article/idUSTRE67B0BT20100812>
- Reuters. (2010). April 16, 2010. Retrieved August 13, 2010, from <http://www.reuters.com/article/idUKTRE63F25D20100416?type=companyNews>
- SAAEA. (2010). *Waste to energy: The crises South Africa faces*. Retrieved from <http://saaea.blogspot.com/2010/03/waste-to-energythe-crises-south-africa.html>
- Scheinberg, A., Simpson, M. H., Gupta, Y., Anschutz, J., Haenen, I., Tasheva, ...Gunsilius, E. (2010). *Economic aspects of the informal sector in solid waste management: Main report*. Eschborn, Germany: GTZ. Retrieved from <http://www.gtz.de/de/dokumente/gtz2010-en-economic-aspects-waste.pdf>
- Schwarzer, S., De Bono, A., Giuliani, G., Kluser, S., & Peduzzi, P. (2005). *E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and use*. UNEP GRID Europe. Retrieved from http://www.grid.unep.ch/product/publication/download/ew_ewaste.en.pdf
- Shawnee, K. (2009). *Solid waste report*. (September 2, 2009). Retrieved from http://gsh.cityofshawnee.org/pdf/cityclerk/solid_waste_report09082009.pdf
- Singh, M. P. (2006). Application of CDM to waste management projects in Punjab. (Presentation made to the CM Punjab on June 29, 2006). Retrieved from <http://www.earthizen.org/papers/cdm-waste-management-punjab.pdf>
- Sinha, A. H., & Enayetullah, I. (2010). *Innovative ways to promote decentralized composting by waste concern in Bangladesh: A toolbox for building sustainable solid waste system*. (C40 Cities Climate Leadership Group Waste Workshop, March 22-24, 2010, London). Retrieved from http://www.c40cities.org/londonwasteworkshop/downloads/after-the-event/Session%2005%20-%20Technologies/01%20-%20C40%20Presentation_UK_WC.pdf
- State of Washington, Department of Ecology. (2010). *Economic value of solid waste recyclables*. Retrieved December 29, 2010 from http://198.239.150.195/beyondwaste/bwprog_economic_value_recyclables.html
- Suchada, P., Trankler, J., Cholada, K., & Scholl, W. (2003). *The role of formal and informal sectors in solid waste management of developing countries*. (Proceedings Sardinia 2003, Ninth International Waste Management and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari. October 6-10, 2003). Cagliari, Italy: CISA.
- UNCTAD (2008). *Creative industries emerge as key driver of economic growth with trade nearly doubling in decade*. (Press release UNCTAD/PRESS/PR/2008/003). Retrieved from <http://www.unctad.org/templates/Weflyer.asp?docID=9467&inItemID=1634&lang=1>
- UNEP (2005). *E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and use*. (Environmental Alert Bulletin). Retrieved from http://www.grid.unep.ch/product/publication/download/ew_ewaste.en.pdf
- UNEP (2009a). *Marine litter: A global challenge, ocean conservancy, regional seas*. GPA. Retrieved from http://www.unep.org/pdf/unep_marine_litter-a_global_challenge.pdf
- UNEP (2009b). *Report by the Secretariat on funding opportunities for the management and destruction of banks of ozone-depleting substances*. (UNEP/OzL.Pro/Workshop.3/2/Add.1. July 13, 2009). Retrieved from http://ozone.unep.org/Meeting_Documents/workshop_on_ODS_banks/WORKSHOP-3-2-Add1E.pdf
- UNEP (2009c). *Converting waste agricultural biomass into a resource: Compendium of technologies*. Retrieved from http://www.unep.or.jp/letc/Publications/spc/WasteAgriculturalBiomassEST_Compendium.pdf
- UNEP (2010). *Framework of global partnership on waste management*. (Note by Secretariat). Retrieved from http://www.unep.org/jp/letc/SPC/news-nov10/3_FrameworkOfGPWM.pdf
- UNEP & UNU (2009). *Recycling: From e-waste to resources: Sustainable innovation and technology transfer industrial sector studies*. July, 2009.
- UNEP (2011). *Assessing mineral resources in society: Metal stocks & recycling rates*. (International Resource Panel). Nairobi: UNEP.
- UNEP (2007). *Environmental pollution and impacts on public health: Implications of the Dandora Municipal dumping site in Nairobi, Kenya: Report Summary*. Retrieved from http://www.unep.org/urban_environment/pdfs/dandorawastedump-reportssummary.pdf
- UNEP (2008). *Green jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*. Nairobi: UNEP.
- UNESCAP (2009). *Review of progress, constraints and policy challenges with regard to the implementation of international, regional and national commitments: waste management (hazardous and solid wastes)*. (Regional Implementation Meeting for Asia and the Pacific ahead of the 18th session of the Commission on Sustainable Development, November 30 – December 1st, 2009, Bangkok). Retrieved from <http://www.unescap.org/esd/rim/18/documents/new/WASTE%20MANAGEMENT.pdf>
- UNFCCC (2005). *Project 0169: Composting of organic waste in Dhaka*. (Project Design Document. Version 17_0, December 9, 2005). Retrieved from <http://www.cd.unfccc.int>
- UNFCCC (2006). *Substitution of clinker with fly ash in Portland Pozzolana Cement (blended cement) at Lafarge India: Arasmeta Cement Plant*. (Project Design Document – Version 02, Project 0746, September 19, 2006). Retrieved from <http://www.cdm.unfccc.int>
- UN (2010a). *Trends in sustainable development: Chemicals, mining, transport and waste management*. Department of Economic and Social Affairs, Division of Sustainable Development. Retrieved from http://www.wu.org/esa/dsd/resources/res_pdfs/publications/trends/trends_Chemicals_mining_transport_waste/ch4_waste_management.pdf
- UN (2010b). *Policy options and actions for expediting progress in implementation: Waste management*. (Report of the Secretary. General, Economic and Social Council. December 20, 2010). Retrieved from http://www.pfcm.com/esa/dsd/csd/csd_pdfs/csd-19/sg-reports/CSD-19-SG-report-waste-management-final-single-spaced.pdf
- UNFCCC (2010). *Project search*. Retrieved from <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>
- UN-Habitat (2010). *Women in informal employment globalizing and organizing (WIEGO)*. Retrieved from <http://www.wiego.org/publications/Refusing%20to%20be%20Cast%20Aside-Wastepickers-Wiego%20publication-App.pdf>

- USAID (1999). *Innovative approaches to solid waste management in India: Focus on private sector participation*. (Note No. 15, February 1999, Indo-US Financial Institutions Reformed Expansion Project: Debt Market Component FIRE [D]). Retrieved from <http://www.niua.org/indiaurbaninfo/fire-D/ProjectNo.15.pdf>
- USGS (2001). *Fact Sheet, FS-060-01*. July 2001. Retrieved from <http://pubs.usgs.gov/fs/fs060-01/fs060-01.pdf>
- Van der Zee, D. J., Achterkamp, M. C., & de Visser, B. J. (2004). Assessing the market opportunities of landfill mining. *Waste Management*, 24, 795-804.
- Wapner, P. (2002). Ecological Displacement and Transnational Environmental Justice. *Global Dialogue*, 4(1), Winter 2002: Retrieved from <http://www.worlddialogue.org/content.php?id=178>
- WHO. (2007). *Population health and waste management: Scientific data and policy options*. (Report of WHO workshop, Rome, Italy, March 29-30, 2007). Retrieved from http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0012/91101/E91021.pdf
- WHO. (2010). *Wastes from health-care activities: Fact sheet N° 253*. (Reviewed November 2007). Retrieved from <http://www.who.int/media/centre/factsheets/fs253/en/>
- Wilson, D., Velis, C., & Cheeseman, C. (2006). Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. *Habitat International*, 30, 797-808.
- Wilson, D. C., Araba, A. O., Chinwah, K., & Cheeseman, C. R. (2009). Building recycling rates through the informal sector. *Waste Management*, 29(2), 629-635.
- World Bank (1999). *What a waste: Solid waste management in Asia*. (Urban Development Sector Unit, East Asia and Pacific Region). Retrieved from http://www.worldbank.org/urban/solid_wm/erm/CWG%20folder.uwp1.pdf
- World Bank (2005). *East Asia infrastructure department. Waste management in China: Issues and recommendations*. (Urban development working Paper No. 9).
- World Steel Association (2010). *Factsheet: Steel industry by-products: Achieving the goal of zero waste*. Retrieved from http://www.worldsteel.org/pictures/programfiles/Fact%20sheet_By-products.pdf
- World Steel Association (2011). *LCI data for steel products*. (Data provided by Clare Broadbent, June 9, 2011).
- WRAP. (2006). *Environmental benefits of recycling: An international review of life cycle comparisons for key materials in the UK recycling sector*. Waste & Resources Action Programme. Retrieved from: http://www.wrap.org.uk/downloads/LCA_report_Executive_Summary_May_2006.598516be.pdf
- WWF International. (2008). *Living Planet Report*. Switzerland. Retrieved from <http://www.footprintnetwork.org/download.php?id=505>
- Yatsu, R. (2010). *Comprehensive policies and programs towards a sound material cycle society*. (International Consultative Meeting on Expanding Waste Management Services in Developing Countries, March 18, 2010, Tokyo).
- Zurbrügg, C., Drescher, S., Rytz, I., Sinha, A. H. M., & Enayetullah, I. (2005). Decentralized composting in Bangladesh: A win-win situation for all stakeholders. *Resources, Conservation and Recycling*, 43, 281-292.



Istockphoto/Arpad Benedek



Construcciones

Inversión en eficiencia energética y de recursos



Agradecimientos

Autores-coordinadores del capítulo: **Philipp Rode**, socio investigador principal y director ejecutivo, LSE Cities, Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres, Reino Unido; **Ricky Burdett**, profesor y director de Estudios Urbanos, LSE Cities, Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres, Reino Unido; **Joana Carla Soares Gonçalves**, profesora del Departamento de Tecnología de la Arquitectura, Universidad de São Paulo, Brasil.

Vera Weick y Moustapha Kamal Gueye (en las etapas iniciales del proyecto) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), organizaron el capítulo, incluyendo el manejo de la revisión por pares, la interacción con los autores coordinadores en las revisiones, la conducción de investigación complementaria y la consecución de la producción final de este capítulo. Derek Eaton editó y revisó la sección de modelación, y Sheng Fulai dirigió la edición.

Asimismo, contribuyeron los siguientes autores: Ludger Eltrop, jefe de Departamento del Institute of Energy Economics and Rational Use of Energy, Dep. SEE, IER, Universidad de Stuttgart (Alemania) y profesor visitante en la Universidad de Johannesburgo (Sudáfrica); Duygu Erten, City Director-Estambul, Iniciativa Clinton para el Clima (CCI, por sus siglas en inglés), de Estambul (Turquía); José Goldemberg, profesor de la Universidad de São Paulo (Brasil); Andreas Koch, investigador del Instituto Europeo para la Investigación Energética (EIFER, por sus siglas en inglés) en Karlsruhe (Alemania); Tom Paladino, presidente en Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (LEED), AP, PE, Paladino and Company; Brinda Viswanathan, profesora asociada de la Escuela de Economía de Madras, Chennai, (India); Gavin Blyth, LSE Cities, Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres (Reino Unido).

Como autores secundarios figuran: Sebastien Girard, del Instituto Europeo para la Investigación Energética (EIFER) en Karlsruhe (Alemania); Barbara Erwine, consultora senior en Paladino and Company, Seattle, (EE.UU.); Klaus Bode, socio fundador de BDSP Partnership of Environmental Engineers, en Londres (Reino Unido); Sandro Tubertini, de BDSP Partnership, en Londres (Reino Unido); Ishwarya Balasubramanian, de Escuela de Economía de Madras, Chennai (India); Marlies Härdtlein del Institute of Energy Economics and Rational Use of Energy, Dep. SEE, IER, en la Universidad de Stuttgart (Alemania); Till Jenssen, del Institute of Energy Economics and Rational Use of Energy, Dep. SEE, IER, en la Universidad de Stuttgart (Alemania); Leonardo Marques Monteiro, investigador PhD, Departamento de Tecnología de la Arquitectura, Universidad de São Paulo (Brasil); Roberta Consentino Kronca Mulfarth, profesora del Departamento de Tecnología de la Arquitectura en la Universidad de São Paulo (Brasil); Renata Sandoli, investigadora del Departamento de Tecnología

de la Arquitectura en la Universidad de São Paulo, (Brasil); Etienne Cadestin y James Schofield, de la Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres (Reino Unido); Cornis van der Lugt (PNUMA); Jacob Halcomb (PNUMA SBCL); Peter Graham (PNUMA SBCL); Andrea M. Bassi, John P. Ansah y Zhuohua Tan (Millennium Institute); Edmundo Werna (OIT); Abdul Saboor (OIT); y Ana Lucía Iturriza (OIT).

Coordinadores del proyecto: Daniela Tanner y Gesine Kippenberg, LSE Cities, Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres (Reino Unido).

También quisiéramos agradecer a quienes apoyaron con sus aportaciones en la revisión del borrador, entre ellos: Laura Altinger, Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE, por sus siglas en inglés); Christopher Beaton (IISD, por sus siglas en inglés); Karin Buhren (ONU-Hábitat); Chia-Chin Cheng (PNUMA Risoec); Matthew French (ONU-Hábitat); Greg Kats (Capital e), Robert Kehew (ONU-Hábitat); Kian Seng Ang, Building and Construction Authority (Singapur); Christophe Lalande (ONU-Hábitat); Robert McGowan, Donna McIntire (PNUMA); Kevin Mo (The Energy Foundation); Jeffery Kwei Sung Neng (Building and Construction Authority Singapore); Synnove Lyssand Sandberg y Niclas Svenningsen (PNUMA); Mark Swilling, de la Universidad de Stellenbosch (Sudáfrica); Tan Tian Chong (Building and Construction Authority Singapore); Kaarin Taipale (Marrakech Task Force on Sustainable Buildings and Construction); Oesha Thakoerdin (Building and Construction Authority Singapore); y Benjamin Henry Towell (Building and Construction Authority of Singapore).

También extendemos nuestros agradecimientos a los siguientes miembros del Grupo de Trabajo sobre propiedad de la Iniciativa Financiera del PNUMA (PNUMA FI), y a la Iniciativa Climática y de Construcciones Sostenibles del PNUMA (SBCL, por sus siglas en inglés). Por el primer organismo, Paul McNamara (PRUPIM, por sus siglas en inglés); Blaise Debordes (Caisse de Dépôts); y Preston R. Sargent (Kennedy Associates); Por el segundo, Maria Atkinson (Lend Lease Corporation, Australia); Robert Beauregard (Canada Wood); Caroline Frenette (Canada Wood); Paravasthu Jagannathan (EHS, por sus siglas en inglés, de Emiratos Árabes Unidos); Sylvain Labbé (Canada Wood), Rodney Milford (CIDB, por sus siglas en inglés), en Sudáfrica; Dominik Oetiker (SIKA, Suiza), y Sarah Turner (Lend Lease Corporation, Australia).

Quisiéramos agradecer a las siguientes personas por su apoyo en el proceso de investigación y/o edición, entre ellos: Omer Cavusoglu (LSE), Miranda Iossifidis (LSE), Hanif Kara (AKT), Irina Kraicheva (LSE), Emma Rees (LSE), Guido Robazza (LSE), Liz Rusbridger (LSE), y Natza Tesfay (LSE).

Índice

Lista de acrónimos	377
Mensajes clave	378
1 Introducción	380
1.1 Objetivo del capítulo	380
1.2 Alcance y definición	380
1.3 Estructura del capítulo	380
2 Retos y oportunidades	381
2.1 Retos	381
2.2 Oportunidades	384
3 Caso económico para la inversión en construcciones verdes	390
3.1 Necesidades de inversión	390
3.2 Medición de los costos y los beneficios	391
3.3 Efectos económicos, ambientales y sociales	395
3.4 Escenarios de inversión para una mayor eficiencia energética en el sector de la construcción	403
4 Condiciones propicias e instrumentos de políticas	407
4.1 Obstáculos para enverdecer las construcciones	407
4.2 Instrumentos y herramientas de políticas	407
5 Conclusiones	417
Referencias	419

Lista de figuras

Figura 1: Espacio residencial y comercial en China, la UE y EE.UU. (2003).....	382
Figura 2: Proyecciones del IPCC sobre la potencial mitigación de CO ₂ para 2030	384
Figura 3: Potencial de inversión para nuevas construcciones y modernización de edificios en relación con el nivel actual de sostenibilidad de construcciones de edificios en países representativos	389
Figura 4: Consumo de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector de la construcción: escenarios actuales, de referencia y de mitigación	396
Figura 5: Demanda total de energía por año en el sector de la construcción 2010-2050	403
Figura 6: Emisiones totales de CO ₂ por año en el sector de la construcción entre 2010-2050	403

Lista de tablas

Tabla 1: Emisiones de CO ₂ procedentes de las construcción previstas para 2030	383
Tabla 2: Resumen de las principales oportunidades para construcciones ecológicas en diferentes sectores.....	388
Tabla 3: Economía de la transformación del sector de la construcción en el mundo	391
Tabla 4: Beneficios financieros de las construcciones verdes (dólares por m ²)	399
Tabla 5: Impacto económico neto a 20 años de una inversión de un millón de dólares en mejoras a la construcción verde: Ejemplos ilustrativos	401
Tabla 6: Intensidad de emisiones en las simulaciones del modelo GER	405

Lista de cuadros

Cuadro 1: Costo del ciclo de vida para una oficina comercial en un clima tropical	392
Cuadro 2: Construcción residencial en China	393
Cuadro 3: Modernización de edificios para oficinas ya existentes en EE.UU.....	394
Cuadro 4: Ahorros de agua en una vivienda para cuatro personas	397
Cuadro 5: Dimensión social de las construcciones verdes: Implicaciones para un trabajo digno y reducción de la pobreza	400
Cuadro 6: El efecto rebote	404
Cuadro 7: Contabilidad y mediciones confiables	410
Cuadro 8: Herramientas para promover el enverdecimiento de la construcción	412

Lista de acrónimos

ADEME	Agencia Francesa del Medio Ambiente y Control de la Energía	ICT	Tecnologías de la información y la comunicación
AIE	Agencia Internacional de Energía	INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda para los Trabajadores (México)
BAD	Banco Asiático de Desarrollo	IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
BAU	Escenario base	I+D	Investigación y Desarrollo
BCA	Building and Construction Authority (Singapur)	KfW	Banco Alemán de Desarrollo
CE	Comisión Europea	LED	Diodo emisor de luz
CEDEFOP	Centro Europeo para el Desarrollo de la Vocación Profesional	LEED	Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental
CEU	Universidad Central Europea	LPG	Gas licuado de petróleo
CFL	Lámpara Fluorescente Compacta	MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
CHP	Calor y energía combinados	MEPS	Normas mínimas de eficiencia energética
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	MURE	Medidas de Utilización Racional de la Energía
CO ₂	Dióxido de carbono	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
CRC	Compromiso de Reducción de Emisiones de Carbono	OIE	Organización Internacional de Empleadores
CSI	Confederación Sindical Internacional	OIT	Organización Internacional del Trabajo
CSIR	Consejo de Investigaciones Científicas e Industriales	OMS	Organización Mundial de la Salud
CTP	Costo Total de Propiedad	ONU-Hábitat	Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos
CVAA	Calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire	OSHA	Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (EE.UU.)
CyD	Construcción y Demolición	OyG	Operación y Gestión
DAES ONU	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas	PEES	Programa de Eficiencia Energética de Serbia
DVD	Digital versatile disc	PIB	Producto Interno Bruto
ECEE	Esquema de co-financiamiento de eficiencia energética	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ECV	Evaluación del Ciclo de Vida	PwC	PricewaterhouseCoopers
EPBD	Directiva de la UE sobre Rendimiento Energético de las Construcciones	SB	Construcciones Sostenibles
EPC	Contratación de rendimiento energético	SBCI	Iniciativa y de Construcciones Sostenibles del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ESE	Empresas de servicios energéticos	TBL	Triple Bottom Line
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (México)	TCTP	Tasas de Casos de Tiempo Perdido
Fv	Fotovoltaico	TIR	Tasas de Incidentes Registrables
G2	Escenario verde 2	UE	Unión Europea
GBC	Consejo de construcción verde	VPN	Valor Presente Neto
GEI	Gases de efecto invernadero	WBCSD	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible
GER	Informe de Economía Verde		
GRIHA	Valoración Ecológica para la Evaluación Integral del Hábitat		

Mensajes clave

1. El sector de la construcción de hoy en día posee un enorme impacto ecológico. El sector de la construcción es el mayor contribuyente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el planeta con, aproximadamente, un tercio del consumo de energía de uso final en todo el mundo. Además de eso, el sector de la construcción es responsable de más de una tercera parte del consumo global de recursos, incluyendo el 12 por ciento de consumo de agua potable, y contribuye de manera considerable a la generación de residuos sólidos, estimada en un 40 por ciento del volumen total. Por lo tanto, este sector es fundamental para cualquier intento de utilización de recursos de forma más eficiente.

2. La construcción de nuevos edificios verdes y la modernización de los edificios con un alto consumo de energía y de recursos pueden resultar en ahorros importantes. Existen oportunidades importantes para mejorar la eficiencia energética en edificios, además de los considerados en este capítulo, y este sector tiene un potencial enorme para reducir las emisiones mundiales de GEI. Diversas proyecciones indican que inversiones anuales hasta 2050, de entre 300,000 millones a un billón de dólares (según los supuestos utilizados), podrían resultar en ahorros de, aproximadamente, una tercera parte del consumo actual de energía en edificios en todo el mundo. Adicionalmente, estas inversiones pueden contribuir de manera importante a reducir las emisiones de CO₂ necesarias para alcanzar el punto de referencia de 450 ppm de concentración de GEI. La reducción de emisiones por medio de una mayor eficiencia energética en la construcción puede alcanzarse a un costo de reducción promedio de menos 35 dólares por tonelada, reflejando un ahorro en el costo de energía en comparación a costos de menos diez dólares por tonelada en el sector del transporte o costos de reducción positivos en el sector energético de 20 dólares por tonelada.

3. El enverdecimiento de las construcciones también puede generar importantes beneficios para la salud y la productividad. El enverdecimiento de la construcción puede contribuir significativamente a mejorar la salud, calidad de vida y la productividad. Una mayor productividad de los trabajadores en edificios verdes puede dar como resultado ahorros mayores que los obtenidos con la eficiencia energética. En muchos países en vías de desarrollo, la contaminación en interiores causada por combustibles sólidos con una mala combustión (por ejemplo el carbón o la biomasa) en edificios residenciales, en combinación con una ventilación deficiente, es uno de los principales causantes de enfermedades graves y muertes prematuras. Se estima que cada año las infecciones del tracto respiratorio inferior como la neumonía y la tuberculosis vinculadas a la contaminación en interiores, causan cerca del 11 por ciento de las muertes cada año de manera global. Las mujeres y los niños suelen ser los más expuestos al riesgo debido a su exposición diaria. Una mejora en el acceso al agua y el saneamiento básico son otros beneficios significativos que surgen a partir de programas de construcción ecológicos.

4. El enverdecimiento del sector de la construcción puede conducir a un mayor número de empleos. Inversiones en una mayor eficiencia energética en edificios podrían generar empleos adicionales en países en vías de desarrollo donde el crecimiento en el sector de la construcción es pequeño. Se estima que por cada millón de dólares invertido en reformas sobre la eficiencia de edificios

se generan entre diez y 14 empleos directos y de tres a cuatro empleos indirectos. Si se considera la demanda existente de edificios nuevos en los países en vías de desarrollo, el potencial para incrementar el número de empleos verdes en el sector es aún mayor. Diferentes estudios apuntan a la generación de empleos mediante diversos tipos de actividades, como la construcción de nuevos inmuebles y la modernización; la producción de materiales y electrodomésticos más eficientes en el consumo de recursos; la expansión de fuentes de energía renovable, y servicios como el reciclaje y la gestión de residuos. El enverdecimiento de la industria de la construcción también ofrece la oportunidad de involucrar al sector informal y mejorar las condiciones laborales a lo largo de la misma, por medio de la implementación de programas de capacitación dirigidos a nuevos requerimientos de habilidades y a la mejora de métodos de inspección.

5. Los países en vías de desarrollo tienen la oportunidad de promover las construcciones eficientes en términos energéticos para las próximas décadas.

Se esperan actividades nuevas e importantes de construcción en países en vías de desarrollo con el fin de proporcionar hogares adecuados a más de 500 millones de personas y al mismo tiempo brindarle acceso a la electricidad a aproximadamente 1,500 millones de personas. El fenómeno de la urbanización y el rápido crecimiento económico en las economías emergentes también apuntan a un acelerado crecimiento de nuevas construcciones. En países en vías de desarrollo, considerar la construcción sostenible en el momento del diseño y la construcción tiene sentido en términos económicos. La modernización ecológica en un momento posterior, invariablemente, conduce a costos superiores, tanto económica como ambientalmente, que la integración de las consideraciones de sostenibilidad desde las primeras fases de diseño y construcción. Para los países desarrollados, los cuales poseen la mayor parte del conjunto de edificaciones disponibles existentes, la prioridad es poner en marcha medidas e incentivos que posibiliten inversiones a gran escala en programas de reequipamiento.

6. El rol de las políticas públicas y del liderazgo con el ejemplo, son vitales para el impulso del enverdecimiento en el sector de la construcción.

Se necesita un enfoque de ciclo de vida para cubrir el proyecto del edificio, los materiales de fabricación, el proceso de construcción, operación y mantenimiento de las construcciones, así como el diseño, el reciclaje y la reutilización de los residuos de procedentes de la construcción y la demolición (CyD). Considerando los costos ocultos y las fallas de mercado que caracterizan a la industria de la construcción, las medidas regulatorias y de control parecen ser las más efectivas y eficientes en cuanto a costos se refiere para lograr una transformación dirigida hacia el enverdecimiento del sector. Tales medidas requieren ser combinadas con otros instrumentos de fijación de precios para un mayor impacto, ya que deben considerarse ciertas realidades como el nivel de desarrollo del mercado local y los niveles de ingreso de los hogares. Además, los edificios gubernamentales, como las escuelas públicas, hospitales y vivienda social son lugares ideales para comenzar con la implementación de políticas de construcción verde, incluyendo la contratación pública ecológica. Al mismo tiempo, el papel progresista del sector privado, por ejemplo, a través de los Consejos de Construcción Verde, puede apoyar la transición a construcciones bajas en carbono y de uso eficiente de recursos.

1 Introducción

1.1 Objetivo del capítulo

Este capítulo presenta un caso –enfocándose en argumentos económicos– para el enverdecimiento del sector de la construcción. También proporciona una guía respecto a las políticas e instrumentos que pueden dar lugar a esta transformación. El objetivo general es posibilitar a los actores del sector público y privado a fin de aprovechar las oportunidades ambientales y económicas como el consumo eficiente de energía, agua y otros recursos; mejorar la salud, impulsar la productividad y crear empleos bajo condiciones laborales dignas, y reducir la pobreza.

1.2 Alcance y definición

Este capítulo aborda tanto la construcción nueva como la modernización de edificios ya existentes, con un enfoque en zonas urbanas, las cuales se siguen expandiendo y representan el hogar de más de la mitad de la población mundial. El capítulo comprende una agenda socioeconómica y ambiental con una consideración especial al clima, la salud y el empleo. El análisis sobre el uso de recursos se concentra principalmente en la energía, dada su importancia para el sector de la construcción y a la abundancia relativa de datos a escala global. Aunque se ha considerado la eficiencia en el consumo de agua y tierras, así como el reciclaje y los residuos, la cobertura de una agenda ambiental comprehensiva de todos los impactos del ciclo de vida está fuera del alcance de este análisis.

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (AIE) (Laustsen, 2008), los edificios ecológicos se caracterizan por una mayor eficiencia energética, un menor consumo de agua y materiales, y por producir mejoras en la salud y el medio ambiente. La definición de construcción sostenible de la Organización Internacional de Estandarización combina un impacto ambiental adverso mínimo

con aspectos económicos y sociales a lo largo de varias escalas geográficas. En este capítulo, el concepto de construcción verdes es igualmente amplio, incluyendo no solo dimensiones ambientales, sino también dimensiones económicas (ahorros de energía, el costo del enverdecimiento, periodos de amortización, productividad y creación de empleos) y dimensiones sociales (contaminación de interiores y la salud).

1.3 Estructura del capítulo

Este capítulo está conformado por tres partes principales. En primer lugar, brinda una introducción al sector y resalta los retos y las oportunidades a los que se enfrenta hoy en día. Son resaltados los desafíos al desarrollo, energía y medio ambiente. La sección señala las tendencias del crecimiento demográfico y la urbanización, que son causantes del crecimiento de la industria, y del uso de recursos y su impacto ambiental. En segundo lugar, la siguiente sección presenta un caso para la inversión en edificios verdes, lo que comienza con la descripción de necesidades de inversión, un análisis de costo-beneficio y las eficiencias que resultarían favorables. Una visión general de los beneficios cubre la energía y el agua, los residuos y materiales; la productividad y la salud, así como la creación de empleos. Se le da un especial énfasis al objetivo de política de reducción de emisiones de GEI procedentes del sector de la construcción, basado en las 450 partes por millón (ppm) como punto de referencia climático empleado por la AIE en sus escenarios de mitigación del cambio climático. La modelación del Millennium Institute proporciona un escenario de inversión verde para el sector por medio de la cuantificación de las implicaciones de ir más allá del escenario base (BAU). En tercer lugar, el capítulo ofrece un panorama general de los instrumentos y herramientas de política que pueden ser usados por los gobiernos y las instituciones reguladoras en diferentes niveles para avanzar en las construcciones verdes.

2 Retos y oportunidades

2.1 Retos

Durante los últimos 40 años se han desarrollado numerosas experiencias y se ha visto un progreso importante respecto a las estrategias y tecnologías de diseño de construcciones de bajo consumo energético. Sin embargo, en la mayoría de los países los edificios verdes se encuentran aún en una fase incipiente, aunque se espera que en un futuro se conviertan en norma. Los ensayos con edificios de cero-carbono neto, las casas pasivas y los edificios productores netos de energía están surgiendo en todo el mundo. Los retos principales que enfrentan las construcciones verdes son abordados especialmente en relación con el consumo significativo de recursos y las emisiones de CO₂. Esto se refiere tanto al conjunto de edificios existentes, como al crecimiento previsto de nuevas construcciones. Un componente clave de los edificios verdes tiene que ver con su ubicación y la manera en que estos interactúan con otros elementos de los sistemas urbanos y regionales, los cuales son tratados en el capítulo 'Ciudades'.

Dimensionando el sector de la construcción

Impulsado por el crecimiento demográfico y la urbanización, el sector de la construcción es un contribuyente importante al crecimiento económico tanto a escala nacional como mundial. En el planeta, se estima que su valor es de 7.5 billones de dólares por año o, aproximadamente, el 10 por ciento del PIB mundial (Betts y Farrel, 2009), mientras que el sector de la construcción emplea a más de 111 millones de personas (OIT, 2001). Desde un ámbito nacional, el sector genera entre el cinco y el diez por ciento del empleo (Iniciativa Climática y de Construcciones Sostenibles, SBCCI, por sus siglas en inglés, UNEP, 2007a).

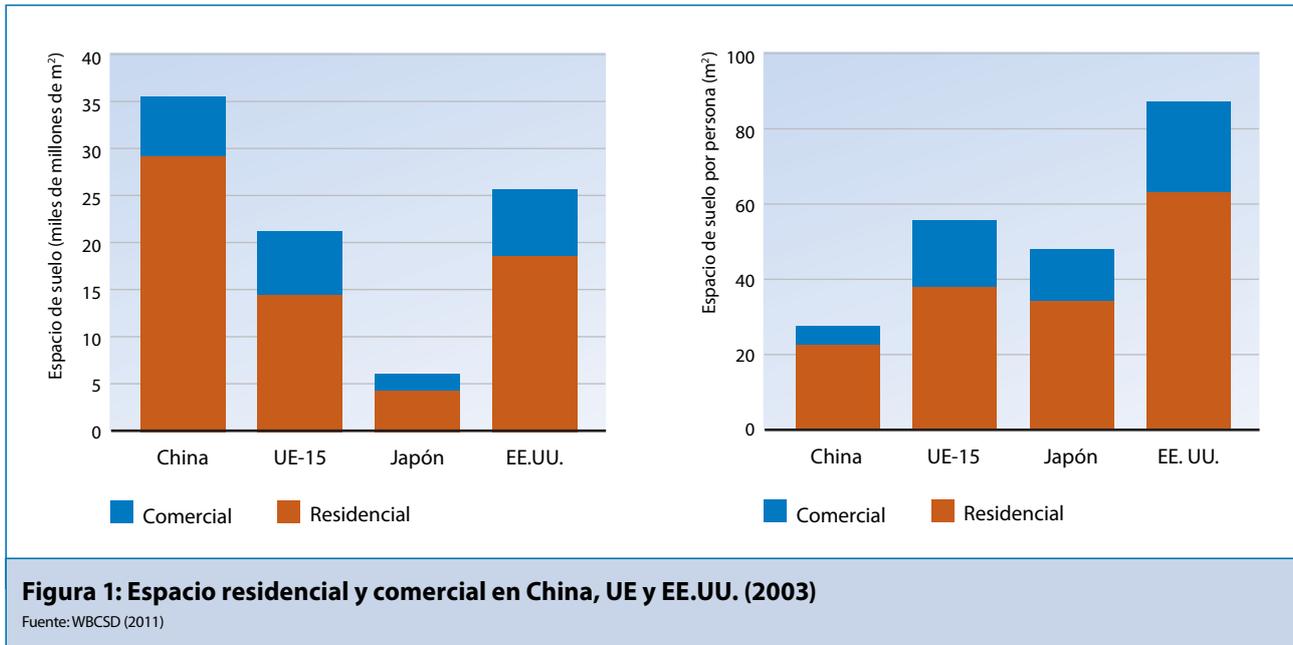
Existen diferencias importantes entre los países desarrollados y en vías de desarrollo tanto en la disponibilidad de edificios actuales como en el crecimiento esperado del sector de la construcción. Las poblaciones de los países desarrollados están, por lo general, más urbanizadas y son económicamente más dependientes del sector de servicios que de la industria o la agricultura. También poseen ingresos más altos por hogar que las poblaciones de los países en vías de desarrollo. Los países desarrollados son actualmente responsables de la mayor parte de la demanda de energía y de las emisiones de CO₂ asociadas a las construcciones existentes en el mundo.

Esta situación está cambiando rápidamente. El crecimiento económico esperado es modesto y el demográfico proyectado es nulo o incluso negativo en países de Europa del Este, Rusia y Japón. De esta manera, la demanda de energía y las emisiones de CO₂ asociadas a la construcción en estos países reportarán un crecimiento casi imperceptible en las próximas décadas. Existen algunas excepciones entre los países desarrollados, como EE.UU., en donde se prevén mayores tasas de fecundidad y de inmigración. Por el contrario, los países en vías de desarrollo presentan tasas de crecimiento aceleradas y se están urbanizando a gran velocidad, de hecho, se prevé que contribuyan con 2,300 millones de personas a la población mundial en las próximas cuatro décadas (DAES ONU, 2009). De los 9,000 millones de personas previstos en el mundo para 2050, se espera que el 70 por ciento resida en zonas urbanas (UN-Habitat, 2010).

India tiene un déficit de 24.7 millones de viviendas (NHHP 2007; Roy et al., 2007) y el país necesitará construir millones de viviendas durante varias décadas para hacer frente al incremento del nivel de ingresos proyectado y a la urbanización. El crecimiento de construcciones nuevas de edificios comerciales y residenciales actualmente promedia un siete por ciento al año en China, y un cinco por ciento al año en India y el Sureste Asiático, en comparación con el dos por ciento de los países desarrollados (Baumert et al., 2005). Dado que las estimaciones del conjunto de edificios en el mundo no están disponibles, la Figura 1 ofrece un panorama general del nivel de espacio para construcciones residenciales y comerciales en China, la UE, Japón y EE.UU.

Se espera que China duplique la cantidad actual de espacio para oficinas existentes en relación a EE.UU. en un período comprendido entre 2000 y 2020 (UNFCCC, 2009). Otro estudio calcula la disponibilidad de espacio de oficinas en China en 3,500 millones de m² y predice que crecerá en más del 70 por ciento para 2020 (Zhou et al., 2007). Tan solo en 2007, se construyeron 800 millones de m² de nuevos edificios en China y está proyectado que se construirán 1,000 millones de m² adicionales de nuevos edificios al año hasta 2020 (Cheng, 2010). La producción mundial de cemento se duplicará para 2050, siendo China e India los responsables de casi la mitad del total de la producción (UNFCCC, 2007b).

Las tendencias históricas muestran que un aumento en la riqueza conduce a estándares más altos respecto al espacio de vivienda y a un incremento en el uso de electrodomésticos, lo que tiene implicaciones sobre el



consumo de energía. Otro factor crítico en los países desarrollados es el cambio demográfico y social, con un aumento importante en el número de hogares para una sola persona. Por ejemplo, en Alemania, el consumo de energía para calefacción aumentó en un 11 por ciento de 1995 a 2000 para decaer posteriormente a un siete por ciento entre 2000 y 2005 como consecuencia de los altos costos de la energía, que aumentó un 2.8 por ciento de 1995 a 2005. El consumo de agua caliente para uso doméstico disminuyó ligeramente en un 1.4 por ciento durante el mismo periodo (1995-2005), pero el uso de electrodomésticos aún contribuyó con el 17 por ciento del consumo total de energía a pesar de mejoras sustanciales en su eficiencia energética. Aunque se han logrado mejoras importantes en la eficiencia energética en ciertos sectores, el consumo general de energía de los hogares particulares en Alemania aumentó en un 3.5 por ciento entre 1995 y 2005 (UBA, 2006).

Retos para el desarrollo

Los países en vías de desarrollo se están urbanizando a un ritmo dos o tres veces más rápida que los países desarrollados, lo que ha originado enormes asentamientos informales y barrios marginados (UNEP, ILO, IOE& ITUC, 2008). En la mayor parte del mundo subdesarrollado la proporción de vivienda informal y de muy bajo costo es amplia. En algunas ciudades, el sector informal de la ciudad es más grande que la parte formal. En Indonesia se estima que entre el 70 y el 80 por ciento de la construcción de viviendas es informal (Malhotra, 2003). En Brasil, más de la mitad de las viviendas de bajo costo han sido construidas por el sector informal (UNEP SBCI, 2010b).

Bajo este contexto, ofrecer viviendas ecológicas accesibles para la población más pobre representa un reto mayúsculo, ya que muchas de estas personas se enfrentan a obstáculos económicos para adquirir una vivienda

convencional. Sin embargo, un análisis de la vivienda de interés social no conduce a resultados claros sobre si la vivienda ecológica de interés social es más costosa en el momento de su construcción; las características del diseño ecológico pueden ser, aunque no necesariamente, más costosas que las características del diseño convencional. Por ejemplo, un proyecto independiente de vivienda de interés social llamado Casa Alvorada (48.50 m²) en la ciudad de Porto Alegre en el Estado de Rio Grande del Sur (Brasil) fue un 12 por ciento más costoso por metro cuadrado que una construcción de vivienda típica de dimensiones similares implementada por las autoridades municipales; pero un 18 por ciento más económica por metro cuadrado comparada con otros modelos municipales convencionales de, aproximadamente, la mitad de la superficie por unidad (23 m²) (Sattler, 2007). Además, si las características de diseño ecológico son más costosas durante la construcción, estas pueden generar beneficios en términos de ahorro de agua y energía durante la ocupación del inmueble.

La pobreza y la vivienda plantean desafíos únicos para los edificios sostenibles y la construcción en países en vías de desarrollo. Los barrios marginados, ya sean en la forma de asentamientos informales o unidades habitacionales deterioradas y hacinadas, están asociados a desafíos sociales y ambientales que incluyen la falta de acceso a electricidad, agua potable, atención a la salud y el tratamiento eficiente de residuos. Las localidades marginadas y mal conectadas con los servicios de transporte público representan un obstáculo adicional en tanto que limitan el acceso a oportunidades de empleo (véase el capítulo 'Ciudades').

El enverdecimiento de la construcción puede representar una de las estrategias para mejorar el acceso a servicios básicos y reducir la vulnerabilidad, y en términos

generales, a incrementar las condiciones de vida de la población de más escasos recursos. Frente a este desafío, por ejemplo, India realiza experimentos mediante tres métodos: la construcción vernácula (con un enfoque en soluciones locales y conocimiento tradicional); la construcción verde-apoyada por la Valoración Ecológica para la Evaluación Integral del Hábitat (GRIHA, por sus siglas en inglés)-, desarrollados por TERI (por sus siglas en inglés); y la construcción eficiente en energía (enfocada en el uso de energía en edificios comerciales) (UNEP SBCI, 2010a). Los nuevos enfoques podrían contribuir a proveer electricidad a los 1,500 millones de personas en los países en vías de desarrollo que actualmente no cuentan con acceso a este servicio (IEA, 2010a), y a apoyar a las 100 millones de personas que viven en condiciones de marginación y proporcionarles acceso seguro a agua potable y saneamiento, un claro Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM).

El uso de energía más limpia y eficiente será fundamental para evitar cualquier posible aprisionamiento para los segmentos más pobres de la sociedad. Los ahorros en los costos de energía también pueden ayudar a liberar recursos para invertir en otras necesidades básicas. Un estudio reciente realizado por el CSIR para la OIT (Van Wyk et al., 2009) ofrece varios ejemplos de proyectos relacionados con la energía en África: la instalación de sistemas solares fotovoltaicos (Fv) en escuelas, clínicas y centros comunitarios en Zambia; la introducción de iluminación solar en hogares por parte de emprendedores locales relacionados con el campo de la energía solar en Malawi; la electrificación de 60 centros de salud usando energía solar en Mozambique; y la construcción de molinos de viento y sistemas de agua operados mediante energía solar, así como 10,000 estufas mejoradas para más de 250,000 personas en Somalia.

Algunos aspectos de un mayor bienestar (por ejemplo, salud, agua, saneamiento y energía) pueden estar vinculados con el diseño y la tecnología de la construcción. Aunque los retos ambientales deben ser considerados en un contexto más amplio e ir más allá de la construcción de viviendas para tener en cuenta la inclusión eco-

nómica y social, y el enlace con otras actividades urbanas (véase el capítulo 'Ciudades'). La relevancia de la pobreza en las construcciones verdes en este contexto está estrechamente vinculada a los efectos de los programas de electrificación (véase la discusión en el capítulo 'Energía'), así como a los efectos sobre la pobreza que tienen la estructura de una ciudad y sus sistemas de transporte (véanse los capítulos 'Transporte' y 'Ciudades').

Retos de energía y medio ambiente

Ya se trate del conjunto de edificios existentes o de un crecimiento proyectado sobre un conjunto de edificios nuevos, este sector es el contribuyente principal de las emisiones de GEI. Aproximadamente, una tercera parte del uso final global de la energía en el mundo se produce en edificios (IEA, 2010a). Cerca del 60 por ciento de la electricidad en el mundo se consume en edificios residenciales y comerciales, aunque este uso varía dependiendo de la ubicación la ubicación geográfica, el clima y los patrones de consumo (IEA, 2009b). Para países desarrollados en regiones frías del mundo, la calefacción representa en promedio el 60 por ciento del consumo residencial de energía, seguido del calentamiento de agua con un 18 por ciento (UNEP SBCI, 2007a).

Las proyecciones para 2030 basadas en escenarios del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) sugieren que las emisiones de CO₂ provenientes de edificios seguirán representando aproximadamente la tercera parte del total de emisiones de CO₂. La Tabla 1 resume estas proyecciones para las emisiones de CO₂ bajo dos escenarios (IPCC, 2007). En el escenario de alto crecimiento, la contribución más elevada proviene de los países en vías de desarrollo, mientras que en el escenario de bajo crecimiento, la mayor proporción proviene de América del Norte y los países asiáticos en desarrollo, incluyendo a China e India. Si se consideran dependiendo de la ubicación las emisiones de CO₂ per cápita, ambos escenarios sugieren que para 2030 la mayor parte de las emisiones aún serán producidas por países de la OCDE.

Las emisiones de GEI representan la más importante externalidad negativa derivada del consumo excesivo

	Escenario de alto crecimiento (A1)	Escenario de bajo crecimiento (B2)
Emisiones de CO ₂ (en GtCO ₂)	8.6 → 15.6 (2004) (2030)	8.6 → 11.4 (2004) (2030)
Mayor proporción proveniente de	Asia, Oriente Medio/Norte de África, América Latina, África Subsahariana en vías de desarrollo	América del Norte y Asia en vías de desarrollo
Tasa promedio de crecimiento anual de emisiones de CO ₂ (2004-2030)	2.4%	1.5%

Tabla 1: Emisiones de CO₂ procedentes de la construcción previstas para 2030

Fuente: IPCC (2007)

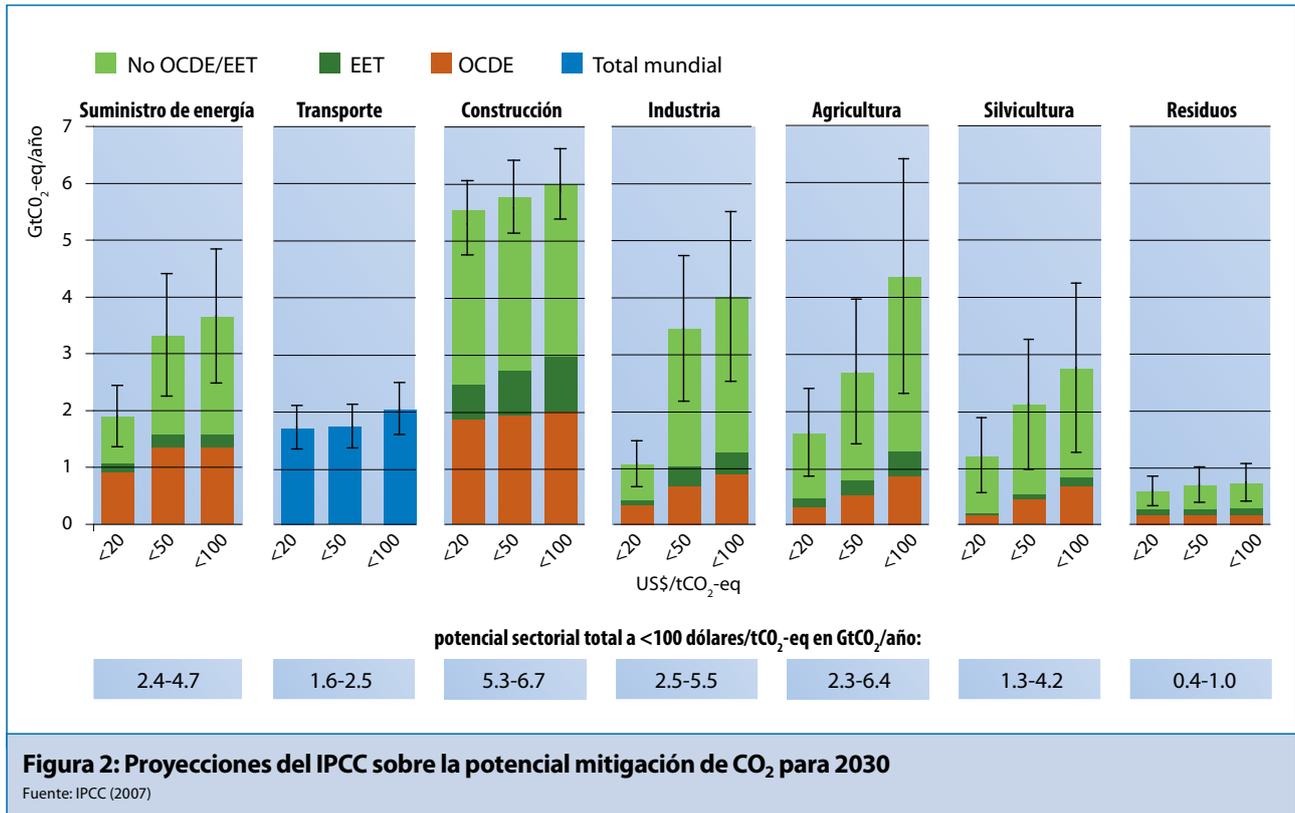


Figura 2: Proyecciones del IPCC sobre la potencial mitigación de CO₂ para 2030

Fuente: IPCC (2007)

vo de combustibles fósiles; sin embargo, la quema de combustibles fósiles también es la causa de otras externalidades como la contaminación del aire y problemas de salud. Aproximadamente, 3,000 millones de personas en el mundo dependen de la biomasa y el carbón para satisfacer sus necesidades de cocción de alimentos y de energía (IPCC, 2007). En países en vías de desarrollo, la contaminación del aire en interiores causada por combustibles sólidos con una mala combustión en combinación con una ventilación deficiente es una causa importante de enfermedades serias y muertes prematuras. Se estima que las infecciones pulmonares, como la neumonía y la tuberculosis, asociadas a la contaminación de interiores son la causa de cerca del 11 por ciento de las muertes humanas en el mundo cada año (PNUMA SBCL, 2010b). La WHO (2009) estima que cada año aproximadamente 1.3 millones de personas (en su mayoría mujeres y niños) mueren de manera prematura debido a la contaminación del aire en interiores producida por la biomasa. Las estimaciones de la WHO (2009) atribuyen más del 76 por ciento de todas las muertes por cáncer de pulmón a la utilización de combustibles sólidos.

Además del uso de energía y de las emisiones, el sector de la construcción es responsable de más de una tercera parte del consumo global de recursos anualmente, incluyendo el 12 por ciento del uso total de agua potable. La fabricación de materiales para la construcción consume alrededor del diez por ciento del suministro mundial de energía. Los residuos de la construcción y demolición de edificios generan cerca del 40 por cien-

to de los flujos de residuos sólidos en los países desarrollados, relacionados en su mayoría con la fase de demolición (UNEP SBCL, 2010b).

Desafíos de datos

Al considerar las credenciales ambientales de los edificios, la verdadera medida de su rendimiento únicamente se hace evidente con la ocupación, dado el impacto de factores como el comportamiento (hábitos culturales, expectativas ambientales y estilo de vida), cambios en las particularidades climáticas y de control de sistemas técnicos en edificios. El único método efectivo de evaluar la eficiencia energética de una construcción es a través de la medición de su consumo de energía durante un periodo de ocupación, idealmente un periodo mínimo de dos años. La falta de datos precisos dificulta nuestra comprensión de efectos como la ocupación, el diseño y sus componentes tecnológicos.

2.2 Oportunidades

Las oportunidades principales del enverdecimiento del sector de la construcción están dadas por el costo relativamente bajo del proceso, ya sea por parte de la modernización o de la construcción nueva; la disponibilidad de tecnologías; y la evolución verde de la oferta y demanda de energía. Estas tendencias alientan el esfuerzo de una transformación en el sector de la construcción. Las oportunidades principales del enverdecimiento del sector de la construcción están dadas por el costo relativamente bajo del proceso, ya sea por

parte de la modernización o de la construcción nueva; la disponibilidad de tecnologías; y la evolución verde de la oferta y demanda de energía. Estas tendencias alientan el esfuerzo de una transformación en el sector de la construcción.

Bajo costo neto

Aunque el sector de la construcción es el mayor contribuyente a las emisiones de GEI provocadas por los seres humanos, también posee el mayor potencial para reducir estas emisiones (IPCC, 2007). Basados en 80 estudios realizados en 36 países, el informe del IPCC sugiere que un 29 por ciento de reducción en las emisiones de base proyectadas puede alcanzarse para 2020 a un coste cero (por debajo de cero dólares/tCO₂-eq), mientras que pueden realizarse mejoras adicionales con niveles de inversión relativamente bajos.

La Figura 2 muestra las estimaciones sectoriales del potencial de mitigación económico por el uso de tecnologías y prácticas que se espera estén disponibles para 2030, a varios costos en dólares por tonelada de CO₂-equivalente (tCO₂-eq). El potencial de mitigación está expresado en GtCO₂-eq/año y el costo marginal en dólares por tCO₂-eq. Para cada sector, el potencial de mitigación está representado por tres barras ascendentes, de acuerdo con la cantidad que puede alcanzarse por menos de 20 dólares, por menos de 50 dólares y por menos de 100 dólares por tCO₂-eq.¹ En el sector de la construcción, asumiendo un costo por tCO₂-eq de no más de 100 dólares, el potencial de mitigación económico mundial oscila entre 5.3 y 6.7 GtCO₂-eq/año para 2030. Más importante aún, cerca del 90 por ciento de este potencial podría alcanzarse con menos de 20 dólares por tCO₂-eq, mucho más de los que se podría obtener en cualesquiera de los sectores descritos. Este rango está representado por el segmento dentro de la tercera barra para Edificios (<100). La mayor parte de este potencial de mitigación puede atribuirse a países que no forman parte de la OCDE/EET (Economías en Transición), seguido de los países de la OCDE y en menor medida de los países de EET.

Adaptando patrones de comportamiento

Antes de señalar el potencial técnico, financiero y regulador de las edificaciones verdes y sus impactos en la economía verde, es importante reconocer que se requerirán cambios profundos tanto en la actitud como en la conducta de los formuladores de políticas, inversionistas, consumidores y habitantes con el fin de lograr un cambio real. Las personas pasan la mayor parte

de su vida en sus hogares, lugares de trabajo y otros edificios; los norteamericanos pasan en promedio un 90 por ciento de su tiempo dentro de lugares cerrados (United States General Services Administration, 2008), y existen conductas y prácticas muy arraigadas con relación a la forma en la que las personas establecen patrones de confort y eficiencia. Por tal motivo, se reconoce cada vez más que el buen entendimiento de la razón económica y psicológica detrás de las decisiones tomadas por individuos e instituciones es fundamental para lograr mejoras de eficiencia energética en los edificios. Por ejemplo, un informe reciente de eficiencia energética en EE.UU. subrayó varios desvíos de comportamiento que afectan las decisiones de consumo de energía de los consumidores (Granade et al., 2009; Swim et al., 2009).

El concepto central de 'confort térmico' (CH) es más un estado mental (que refleja distintas condiciones culturales, de clase y geográficas) que una certeza técnica (ASHRAE, por sus siglas en inglés, 2005). Evaluar el nivel correcto de confort térmico es fundamental para establecer estándares de rendimiento para edificaciones (Cena & Clark, 1981), y requiere no solo una comprensión de lo que el cuerpo humano puede tolerar, sino también de la medida en la que las personas se encuentran dispuestas a realizar cambios de comportamiento sobre la forma en que experimentan una sensación de confort en su entorno. Esto afecta a la manera en que los ocupantes de edificios interactúan con su entorno de formas muy concretas, desde la elección de persianas para limitar la entrada de la luz solar a ciertas horas del día (en lugar de encender el aire acondicionado), hasta colocarse un suéter cuando la temperatura exterior desciende (en lugar de subir la temperatura del termostato). En suma, edificios verdes requieren de un compromiso más proactivo entre sus ocupantes y el ambiente que los rodea, lo cual está reflejado en el grado de técnicas de diseño ambiental "activas" o "pasivas" disponibles para construcciones particulares, tema que será abordado a continuación.

Diseño y tecnología

Las mejores oportunidades para lograr un rendimiento ambiental más alto en las construcciones pueden encontrarse en las primeras etapas de su diseño. Una metodología de diseño integral para construcciones verdes combina principios e insumos tecnológicos a lo largo de diferentes etapas. Requiere de un enfoque multidisciplinario e ir más allá del diseño convencional de construcciones, pero siempre bajo rigurosos procedimientos de evaluación para cumplir con los objetivos de rendimiento establecidos (Baker & Steemers, 1999). El diseño de edificios basado en consideraciones ambientales involucra una retroalimentación continua entre los diferentes elementos del diseño, al mismo tiempo que están completamente integradas las decisiones con respecto a la

¹ Téngase en cuenta que el potencial que puede alcanzarse por menos de 50 dólares por tCO₂-eq incluye el potencial que puede alcanzarse con menos de 20 dólares tCO₂-eq, y de manera similar por 100 dólares por tCO₂-eq. Por lo tanto, las barras crecen en tamaño de izquierda a derecha.

forma, orientación, componentes, sistemas de construcción y otros aspectos arquitectónicos de la edificación.

Existen dos paradigmas elementales en la construcción verde. El primero de ellos está basado en el concepto de diseño "pasivo", según el cual los edificios responden a su contexto de ubicación local mediante el aprovechamiento de elementos naturales (como las corrientes de aire y la luz solar) para limitar el efecto de las condiciones externas en el ambiente interno. Muchos edificios tradicionales con muros gruesos y ventanas pequeñas en climas cálidos, o con ventilación natural a través de patios y terrazas en zonas húmedas, pertenecen a esta categoría. El diseño pasivo tiene por objeto proporcionar un ambiente confortable a la vez que elimina y reduce la necesidad de calefacción, refrigeración, ventilación o iluminación artificial. El segundo paradigma está basado en un enfoque más "activo", el cual emplea la tecnología más reciente y conocimiento de vanguardia sobre los sistemas de gestión de construcciones para reducir la carga energética de las mismas. Las pantallas solares, tragaluces, chimeneas ambientales, células fotovoltaicas (Fv), turbinas de viento y otros dispositivos se encuentran como parte de la tecnología de vanguardia en algunos edificios. Ambos paradigmas pueden ser aplicados a las construcciones nuevas, así como a la modernización del conjunto de edificios ya existentes.

Muchas de las técnicas de diseño pasivas se están abriendo paso entre una nueva generación de diseños de construcción en los países desarrollados, mientras que nuevas formas de generación de energía verde están siendo integradas en proyectos de edificación en países en vías de desarrollo (Baker & Steemers, 1999; Hawkes, 1996; Herzog, 1996). El campo de la construcción está lleno de casos que ejemplifican la forma en que la combinación de un diseño pasivo con la tecnología ha reducido exitosamente el rastro energético de los edificios. Un estudio reciente que tomó como muestra 5,375 edificios comerciales en EE.UU. señala que el empleo eficiente de energía en iluminación, calefacción, ventilación, aire acondicionado y el uso de elementos de sombra en edificios nuevos pueden representar una reducción del 64 por ciento en el consumo de energía (Griffith et al., 2006). En Reino Unido, las directrices sobre el uso de energía indican que la introducción de ventilación natural puede lograr una reducción de entre el 55 y el 60 por ciento en el consumo de energía en edificios para oficinas, en comparación con los edificios para oficinas equipados con aire acondicionado y totalmente acristalados (CIBSE, 2004).

Actualmente, se le brinda una mayor atención al efecto que las soluciones de diseño ambientalmente sostenibles tienen sobre los gastos de operación en las construcciones y en la cantidad de energía incorporada en los materiales y procesos de construcción. Las Evaluaciones de Ciclo de Vida (ECV)² están siendo utilizadas con

mayor frecuencia, lo cual incluye no solo la operación y el mantenimiento, sino también la fabricación de materiales de construcción (McDonough & Braungart, 2002). Por otra parte, una nueva generación de directrices de la construcción se está enfocando en los costos totales de energía en las construcciones, desde la etapa de diseño hasta la conclusión del proyecto, incluyendo consideraciones con respecto a su reciclabilidad (Anderson et al., 2009; Hammond & Jones, 2008).

Más allá de la fabricación y construcción de un edificio, un enfoque holístico sobre el diseño de edificios y su uso también requiere considerar los componentes relacionados con la energía, incluidos los aparatos y el equipo empleado en la construcción. Su consumo de energía relativo varía para cada país, de acuerdo con diferencias climáticas y culturales. La siguiente lista de equipamientos y electrodomésticos demuestra la amplia gama de industrias proveedoras implicadas en el sector y están divididos en las siguientes categorías: residencial y pública, o comercial.

Sector de la construcción residencial	Sector de la construcción de oficinas y comercios
<ul style="list-style-type: none"> • Calefacción y refrigeración • Ventilación mecánica • Sistemas de agua caliente • Electrodomésticos (incluyendo cocción, lavado, refrigeración, entretenimiento y limpieza) • Iluminación de interiores 	<ul style="list-style-type: none"> • Calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire (CVAA) • Iluminación de interiores • Iluminación de exteriores • Equipo de oficina • Servidores y centros de datos

En edificios comerciales, el equipo de oficina comprende el área con mayor crecimiento de consumo de energía. En edificios residenciales en todo el mundo, una proporción cada vez mayor de consumo de energía está asociada a los electrodomésticos, incluidos los televisores, reproductores de DVD y computadoras. La implementación de las mejores tecnologías disponibles puede reducir su consumo de energía en más de un 50 por ciento. La proporción de consumo de energía derivada de los electrodomésticos en viviendas residenciales varía del 21 por ciento en China en 2000, al 25 por ciento en la UE en 2004 y un 27 por ciento en EE.UU. en 2005 (von Weizsäcker et al., 2009).

Gestionando la oferta y la demanda de energía

El uso de energía y los patrones de emisión están afectados por el desarrollo ambiental del edificio y su car-

² La Evaluación de Ciclo de Vida (ECV) es una herramienta diseñada para la valorización del impacto ambiental de un producto, proceso o servicio a lo largo de su ciclo de vida, también llamado 'huella ambiental'. Todos los insumos y productos finales de materiales, energía, agua y residuos durante el ciclo de vida entero del producto y sus efectos relativos se contabilizan, incluyendo la extracción de materias primas, el procesamiento, la fabricación, el transporte, el uso y la eliminación. El principal objetivo de una ECV es comparar los efectos de varias alternativas de procesos con el fin de elegir el menos perjudicial.

ga energética (por el lado de la demanda), o por su grado de utilización de fuentes verdes de energía (por el lado de la oferta). Los recientes desarrollos en el diseño y la tecnología ofrecen un potencial importante para cambiar la forma en que la oferta y la demanda son gestionadas en los edificios.

Por el lado de la demanda, existe evidencia creciente de que el consumo de energía puede reducirse modificando la especificación de tecnologías, aparatos y equipos dentro de los edificios, junto con el diseño de la estructura a construir de forma sostenible. Las compañías líderes en Infraestructura de Tecnologías de la Información y Comunicación (ICT, por sus siglas en inglés) producen *software* para centros de mando, los cuales pueden ayudar de manera activa a reducir la huella de carbono de la construcción por medio de la supervisión y el control de todos los elementos que usan energía en los edificios, desde la demanda de calefacción/refrigeración hasta la iluminación y la impresión.

Pero el patrón de uso de energía en los edificios varía considerablemente entre regiones y países de acuerdo con su ubicación geográfica, clima, patrones de consumo y al estado de desarrollo y urbanización (IPCC, 2007). La calefacción es un elemento predominante en Europa y el Norte de China, mientras que la calefacción de agua es de gran importancia en Japón (UNFCCC, 2009). En estas áreas, los medios efectivos de control de la demanda de energía y emisiones incluyen la mejora de sistemas de recuperación de calor, la optimización de la penetración de luz solar mediante edificios más descubiertos, sustituyendo la iluminación incandescente con sistemas de consumo de energía más eficientes como las Lámparas Fluorescentes Compactas (CFL, por sus siglas en inglés) y los Diodos Emisores de Luz (LED, por sus siglas en inglés) y la introducción de películas solares para reducir el sobrecalentamiento.³ Además de estas soluciones de diseño, se pueden incluir a los medidores inteligentes, que proporcionan a los consumidores de servicios públicos información en tiempo real sobre su consumo doméstico de energía, y que han demostrado ser muy efectivos en la reducción total del consumo doméstico de energía con una reducción de entre el cinco y el diez por ciento registrada en viviendas particulares en Alemania y en Reino Unido (Luhmann, 2007). En contraste, los edificios ubicados en regiones más cálidas por lo general no requieren calefacción y requieren menos uso de agua caliente. Las necesidades de energía en zonas rurales de bajo ingreso están amplia-

mente determinadas por actividades relacionadas con la cocción de alimentos (70 por ciento), y otras actividades domésticas (15 por ciento) (Nekhaev, 2004). En estas regiones, el efecto del consumo de energía será modificado de manera más radical por la introducción de fuentes de combustibles verdes y más limpias, así como de aparatos electrodomésticos más eficientes, que por la introducción de tecnologías de construcción verdes.

Por el lado de la oferta, ha habido un cambio importante en algunos países en favor de las energías renovables mediante tecnologías de biocombustibles y calentamiento solar, las cuales se han vuelto competitivas frente a fuentes de energía convencionales (Consejo Europeo de Energías Renovables, 2008). La tecnología fotovoltaica es todavía relativamente cara, pero con el aumento en el volumen de la capacidad instalada y con las mejoras en la producción, los precios continúan a la baja.⁴ Los sistemas de calefacción y refrigeración por distritos⁵ que vinculan a edificios también demuestran ser muy efectivos en la reducción de los costos de energía, sobre todo en Islandia, en donde el 94 por ciento de la demanda de calor proviene ahora de estas tecnologías (Euro Heat & Power, 2009).

Modernización y construcción nueva

En los países desarrollados las oportunidades de verdeamiento del sector de la construcción se encuentran, principalmente, en la modernización de edificios existentes, para hacerlos ambientalmente más eficientes a través de la reducción de su demanda de energía y del uso de fuentes de energía renovables. En las regiones urbanizadas del Norte de Europa y Norteamérica, no se ha vuelto a incrementar su stock de construcción rápidamente. En Reino Unido, por ejemplo, se espera que el 75 por ciento del stock de edificios ya existentes se encuentre en uso para 2050. En estas circunstancias, la modernización de edificios existentes se transformará en una área crítica de intervención para reducir las demandas de energía y así las emisiones de GEI (Ravetz, 2008).

4 La paridad de la red de suministro eléctrico, en donde la electricidad producida por paneles fotovoltaicos se encuentra disponible al mismo costo que la provisión de electricidad proveniente de la red de suministro eléctrico, se predice que será posible entre 2013 y 2014 de acuerdo con datos provenientes de Alemania (Bhandari & Stadler, 2009).

5 La calefacción y refrigeración por distrito se refiere a los sistemas de distribución de calor y/o frío generado en una ubicación centralizada para la calefacción y la combinación de energía y calor respectivamente. Los servicios de calefacción por distrito sirven tanto para la calefacción de espacios como de agua. Adicionalmente, tanto a los edificios comerciales e industriales como a los edificios públicos se les puede suministrar con calor procesado. La fuente de calor proviene a menudo de plantas de calor y energía combinadas (CHP) y, por lo tanto, tiene la capacidad de alcanzar una mayor eficiencia y menores emisiones que en una producción separada de calor y energía. Históricamente, las plantas de calor distritales dependen de combustibles fósiles, aunque en los últimos años se han introducido fuentes de energía renovables.

3 Por ejemplo, como parte del Programa de Eficiencia Energética de Serbia (SEEP 1, por sus siglas en inglés) (Crédito IDA y préstamo IRBD), fueron renovadas 28 escuelas y hospitales en Belgrado entre 2005 y 2009 registrando un ahorro promedio de energía del 39 por ciento.

	Modernización en construcciones	Construcciones nuevas
Países desarrollados	<p>(Enfoque principal)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Viviendas unifamiliares que carecen de normas de eficiencia (por ejemplo, UE) • Viviendas que requieren incrementar su vida útil (por ejemplo, Japón) • Electrodomésticos en viviendas grandes y relativamente nuevas (por ejemplo, EE.UU.) • Construcciones multifamiliares más antiguas (por ejemplo, Europa) 	<p>(Enfoque secundario)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta tasa de nuevas construcciones esperada en EE.UU., y Japón. Alto potencial para alcanzar los standards de enverdecimiento, cero-carbono, cero residuos y 3R (Japón).
Economías emergentes	<p>(Enfoque secundario)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Viviendas unifamiliares construidas por el sector informal que cumplen con normas de eficiencia básicas (por ejemplo, Brasil) • Viviendas multifamiliares (por ejemplo, China, Brasil y Rusia) • Predominio de viviendas unifamiliares en países como India requieren de una modernización en niveles de básicos (energía eléctrica básica, mejores y más duraderos combustibles para cocción de alimentos) 	<p>(Enfoque principal)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enorme déficit habitacional-oportunidad de enverdecimiento mediante viviendas subsidiadas públicamente y financiadas de manera privada (por ejemplo, India, China, Brasil, Rusia y otras economías emergentes) • Enorme demanda de espacios para oficinas. Potencial para enverdecimiento a través de demanda corporativa.

Tabla 2: Resumen de las principales oportunidades para construcciones ecológicas en diferentes sectores

Fuente: Basado en un análisis de la UNFCCC (2007a)

Para la mayoría de los países que no forman parte de la OCDE, con un importante déficit en viviendas, el mayor potencial de reducción de la demanda de energía vendrá de las nuevas generaciones de construcciones con estándares de rendimiento en sus diseños más eficientes (UNFCCC, 2007a). De esto se desprende que el mejor caso desde el punto de vista ambiental y de negocios para el sector residencial y comercial de los países miembros de la OCDE, dependerá de la modernización de las construcciones existentes, mientras que en los países no integrantes de la OCDE se tendrá que hacer una fuerte inversión en nuevas formas de diseño sostenible que vayan más allá del rendimiento de edificios individuales (como se discute en el capítulo ‘Ciudades’). No menos que eso, existen oportunidades importantes de modernización de edificios en algunas de las ciudades más grandes del mundo en vías de desarrollo a través de la adopción de medidas de diseño de eficiencia energética como la tecnología solar, suministros de agua potable y la reducción de la dependencia de aire acondicionado a través de mejoras técnicas.⁶ En India, por ejemplo, se ha estimado un ahorro potencial de energía del 25 por ciento por medio de una modernización costo-eficiente de edificios comerciales existentes (UNEP SBCI, 2010a).

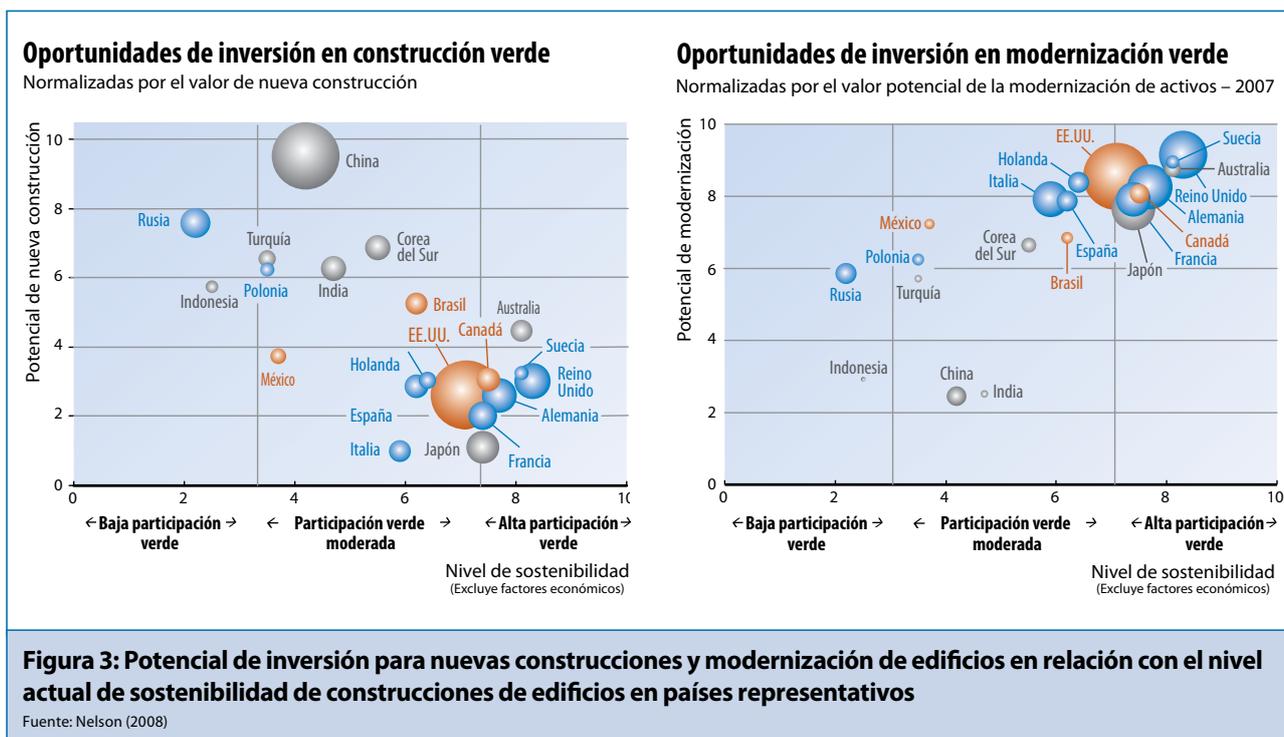
Los pros y contras de construir nuevos edificios o modernizar una edificación existente deben ser examinadas y comparadas individualmente. En algunos casos, la modernización permite una mayor reducción de la carga energética que se emplea en la extracción de recursos, la fabricación de materiales y su transporte, al preservar materiales de construcción que pueden con-

tener altos niveles de energía incorporados.⁷ Tanto la nueva construcción como la modernización de estructuras ya existentes son fundamentales para acelerar la transformación verde del sector. La modernización en países desarrollados puede significar ahorros importantes de energía ya que el diseño, la construcción y la tecnología de edificios antiguos son, significativamente, menos eficientes que las mejores prácticas en la actualidad. Por otra parte, la modernización que contempla la luz solar o ventilación natural o artificial para mejorar la calidad del aire puede traer beneficios que se traduzcan en menores costos para la salud y en niveles de productividad más altos.

La modernización de construcciones ya existentes puede desempeñar un rol importante para superar la deficiencia energética en países en vías de desarrollo, aunque su contribución sea menos significativa en términos de volumen si se compara con las nuevas construcciones. Al menos el 20 por ciento de la población mundial carece de acceso a la electricidad y se espera que 1,200 millones de personas no cuenten con acceso a este servicio para 2030; un 87 por ciento de estas personas vive en zonas rurales (IEA, 2010a). Equipar a los hogares con aparatos electrodomésticos, sistemas de calefacción y refrigeración, y ya sea generación propia de energía renovable (como los paneles de energía solar en las azoteas) o conexión con la red de suministro de energía, puede incrementar la demanda global de energía. Sin embargo, esta demanda de energía es mucho más limpia que a través del carbón, el estiércol o la

6 Por ejemplo, en Brasil los refrigeradores consumen un 33 por ciento de toda la electricidad en edificios residenciales a lo largo del año, las duchas eléctricas, la iluminación y el aire acondicionado representan un 20, 11 y 10 por ciento de consumo, respectivamente (Ghisi, Gosch & Lamberts, 2007).

7 Energía incorporada es la energía necesaria para la producción y procesamiento de materiales, transporte y demolición, y la fabricación de muebles, electrodomésticos y la provisión de servicios de infraestructura como agua y saneamiento. La energía incorporada es altamente dependiente en el diseño y construcción de edificios.



madera, lo que muchos hogares emplean actualmente para la iluminación, la calefacción y la cocina. Reemplazar estas fuentes tradicionales de combustibles producirá beneficios importantes para el medio ambiente y la salud pública.

La Tabla 2 resume los elementos que describen el potencial de la modernización y la construcción en el enverdecimiento del sector de la construcción en países desarrollados y economías emergentes. Parece evidente que existen argumentos sólidos a favor de la modernización de edificios en los países desarrollados. En las economías emergentes, tanto la nueva construcción tienen ventajas comparativas, aunque el potencial de esta última es mucho mayor que en el caso de la modernización. La Figura 3 muestra la correlación del valor esperado de la construcción nueva y el potencial de la modernización con su nivel de sostenibilidad (de una proporción baja a una proporción alta de construcción ecológica). Puede verse que economías emergentes como China e India tienen un gran potencial para las nuevas construcciones, aun-

que no se espera que sean particularmente ecológicas. Los países desarrollados tienen un alto potencial de modernización con altos niveles de sostenibilidad. Sin embargo, el potencial de construcción nueva en estos países es muy bajo.

Se requiere de un esfuerzo consciente para transformar la construcción nueva en construcción ecológica en países en vías de desarrollo y economías emergentes, ya que las edificaciones duran por lo general décadas y hasta siglos, mientras que una flota de automóviles en un país puede ser transformada en menos de 12 años. Si un edificio se construye según estándares bajos de eficiencia, su modernización posterior se complica de manera innecesaria en comparación con un diseño correcto desde el inicio de su construcción. No obstante, la modernización de edificios existentes reduce la demanda de energía si se le compara con la construcción de edificios nuevos, esto es debido a una menor demanda de materiales para la construcción como el acero, el vidrio y el cemento, los cuales a su vez exigen cantidades considerables de energía para su producción.

3 Caso económico para la inversión en construcciones verdes

3.1 Necesidades de inversión

El análisis en este capítulo está basado en la idea de que el cambio climático y las emisiones de GEI son preocupaciones de primer orden para el sector de la construcción. Existen retos ambientales relacionados con dichas preocupaciones como la escasez de agua, el uso de suelo, los residuos y el saneamiento. Tales retos afectan y son afectados por el cambio climático. Las dimensiones sociales y económicas son abordadas en términos de la manera en que el uso más eficiente de recursos en el sector de la construcción y una reducción de su contribución a las emisiones de GEI pueden contribuir al ahorro de energía, beneficios a la salud y aumento de la productividad, así como a la creación de empleos. En general, las necesidades de inversión en el sector de la construcción verde son motivadas principalmente por factores climáticos, escasez de recursos o problemas de eficiencia.

Los edificios representan actualmente el 40 por ciento del uso de energía en la mayoría de los países (IEA, 2010b), y se proyecta que la demanda en este sector se incrementará en un 60 por ciento para el año 2050 (IEA & OECD, 2010). Esta es más alta que los sectores del transporte o industriales. La IEA y la OECD (2010) estiman que las emisiones de carbono procedentes de la industria de la construcción se reducirán de 15.2 Gt por año actualmente proyectados para 2050 a aproximadamente 2.6 Gt por año, como parte de una estrategia para abordar con éxito el cambio climático.⁸

El enverdecimiento del conjunto de edificios en el mundo requeriría de una inversión considerable en nuevas tecnologías y materiales sostenibles para la construcción, así como en el diseño y conocimientos técnicos de la ingeniería. Esto incrementará el costo inicial de la construcción de un inmueble si se continuara bajo un escenario

base (BAU). La IEA y la OECD (2010), estiman que podría alcanzarse una reducción de 12.6 Gt para 2050, estimando una inversión anual de 308,000 millones de dólares entre 2010 y 2050.⁹ En un estudio paralelo realizado por el Instituto Peterson para la Economía Internacional (Houser, 2009) se obtuvo un cálculo de inversión estimado en un billón de dólares en promedio por año entre 2010 y 2050 para reducir las emisiones del sector de la construcción a 8.2 Gt al año para 2050 (véase la Tabla 3).¹⁰

Las modernizaciones en países desarrollados representarán una proporción significativa de la inversión adicional antes mencionada, en especial, durante los primeros años del enverdecimiento de las construcciones. Aunque el grueso de la inversión se inyectará al enverdecimiento de nuevas construcciones, lo que representa una oportunidad que algunas empresas comerciales y domésticas ya están aprovechando.

Un estudio reciente señala que en EE.UU. las modernizaciones verdes en construcciones no residenciales tendrán un valor de mercado de 6,600 millones de dólares para 2013, buscando llegar a una tercera parte del conjunto de edificios comerciales disponibles en los EE.UU. con un valor total de mercado equivalente a 400,000 millones de dólares que podrían beneficiarse con estas modernizaciones (Pike Research, 2009). Para las nuevas construcciones comerciales se calcula que entre el diez y el 12 por ciento será inversión verde, lo que representan un mercado de entre 24,000 y 29,000 millones de dólares; para las nuevas construcciones residenciales, aproximadamente de entre el seis y el diez por ciento será verde, lo que representan un mercado de 12,000-20,000 millones de dólares. Para 2013, se pronostica que el mercado de la construcción comer-

8 Esta reducción de 12.6 Gt de emisiones de CO₂ para 2050, publicada en *Perspectivas Tecnológicas de la Energía 2010* (Energy Technology Perspectives) (IEA & OECD, 2010) parte de una revisión de estimaciones anteriores sobre emisiones de CO₂ provenientes de edificios, las cuales prevén reducciones de 8.2 Gt de los 20.1 Gt proyectados en 2050, es decir, a 11.9 Gt anuales (IEA, 2008). Las estimaciones anteriores constituyeron un punto de referencia para otros análisis, incluyendo el del Instituto Peterson para la Economía Internacional (Houser, 2009). Las estimaciones de 2010 también incluyen las reducciones logradas por el cambio de tipo de combustibles y la disminución de la dependencia del carbón para generar electricidad, en cambio, las estimaciones anteriores a ese año se limitaban a medidas de eficiencia.

9 La IEA y la OECD (2010) modelaron un escenario que estima una inversión total de 12.3 billones de dólares durante un periodo de 40 años, repartiéndola de la siguiente forma: 7.9 billones de dólares para el sector residencial, y 4.4 billones de dólares para el sector de los servicios. Las estimaciones de la AIE están todas en dólares de 2007.

10 El análisis realizado por Houser (2009) emplea un enfoque distinto para estimar los costos para alcanzar una reducción de emisiones de 8.2 Gt/año, los cuales corresponden a la reducción necesaria estimada previamente por la AIE (véase la nota al pie de página número 7). Las estimaciones de Houser emplean datos y un modelo de costo de inversión desarrollado por el UNFCCC (2009) y señala varias posibles explicaciones sobre las estimaciones de costos más altos, incluyendo los supuestos acerca del costo de la tecnología solar fotovoltaica, así como proyecciones futuras de precios de la energía.

País/región	Inversión adicional 2005-50 (miles de millones dólares/año)	VPN 2005-50 ¹¹	Reducción de CO ₂ * (millones de toneladas 2050)	Costo de reducción promedio, 2005-50 (dólares/tonelada)
OCDE-América del Norte	244	-46	1,699	30
EE.UU.	209	-40	1,555	28
OCDE-Europa	170	-26	915	30
OCDE-Pacífico	67	-17	353	48
Japón	37	-9	168	52
Economías de transición	78	-12	548	24
Países asiáticos en vías de desarrollo	188	-26	2,343	14
China	114	-15	1,427	14
India	19	-2	221	12
América Latina	31	-5	148	39
Oriente Medio	80	-17	663	32
África	29	-3	298	10
Mundo	1,042	-180	8,200	25

*En relación con el escenario base (BAU)

Tabla 3: Economía de la transformación del sector de la construcción en el mundo

Fuente: Adaptado de Houser (2009)

cial verde crecerá a 56,000-70,000 millones de dólares anualmente, y el mercado de la construcción residencial verde alcanzará los 40,000-70,000 millones de dólares anuales (McGraw Hill, 2009).

Aunque dicha inversión representa cifras realmente impresionantes, el cambio impulsados través de mecanismos de mercado no sería suficiente para satisfacer una inversión media anual necesaria de 209,000 millones de dólares tan solo para EE.UU., cuyo objetivo es reducir la huella de carbono en el sector de la construcción siguiendo la ruta de bajo carbono proyectada por la AIE (Houser, 2009). Una mayor inversión en construcciones verdes requiere de políticas, y un diseño inteligente de políticas se basa en una valoración exacta de los costos y beneficios de las inversiones en construcción verde.

3.2 Medición de costos y beneficios

Una evaluación apropiada de la economía de la construcción verde requiere de un enfoque de Costo Total de Propiedad (CTP), en el que se consideran las diferen-

cias de costos iniciales de inversión junto a los costos y beneficios a largo plazo. Aunque ciertas construcciones verdes puedan tener un mayor costo de construcción que su alternativa convencional, el primer costo adicional puede recuperarse mediante facturas más bajas por el uso de energía, impactos evitados por efecto del cambio climático, mejoras en la salud pública o aumento de la productividad de los trabajadores. El Cuadro 1 describe los beneficios económicos de las tecnologías de construcción verde y la forma en que estas pueden contrarrestar los costos de inversión a través del tiempo.

Un estudio reciente de Greg Kats (2010), atendiendo únicamente a la diferencia de costos entre una construcción verde y una convencional, sugiere que los costos adicionales son considerablemente más bajos de lo que normalmente se piensa. Datos provenientes de 170 construcciones verdes en EE.UU., mostraron que su costo promedio es solo 1.5 por ciento mayor que el de las edificaciones convencionales. Mientras que la percepción generalizada sobre los costos adicionales de enverdecer las construcciones fueron del 17 por ciento en promedio. La prima verde por metro cuadrado osciló entre cero dólares/m² y 764.2 dólares/m² con una media de 36.6 dólares/m².¹² Si bien Kats encontró que las primas eran a menudo mayores para los edificios que cumplían con altos estándares ecológicos, los mismos niveles de estándares se alcanzaron en mu-

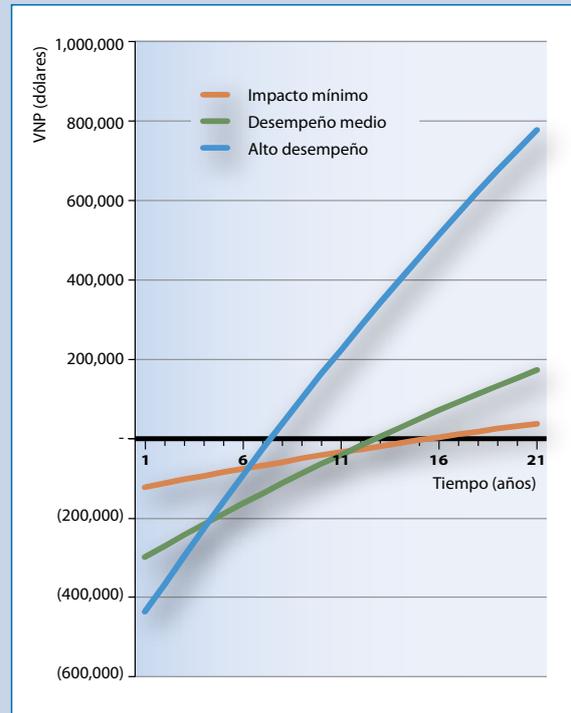
11 El Valor Presente Neto (VPN) se calcula sustrayendo el costo adicional anticipado de operación y mantenimiento requerido para la inversión más eficiente a partir del ahorro esperado en el costo de la energía a lo largo de la vida útil de dicha inversión. Los ahorros en el costo de energía son descontados en un seis por ciento anual. El VPN se divide entonces entre los cambios acumulados relativos a las emisiones como resultado de la inversión a lo largo del ciclo de vida de dicha inversión. A esto se le conoce como costos de reducción y se expresa en dólares americanos por tonelada de CO₂ (Houser, 2009).

12 0 dólares/sqf a 71 dólares/sqf, con una media de 3.40 dólares/sqf.

Cuadro 1: Costo del ciclo de vida para una oficina comercial en un clima tropical¹³

En el ejemplo, un edificio comercial de 100.000 m² está siendo proyectado para una zona tropical. Basado en el programa de construcción típicamente empleado por el propietario, existen varias tecnologías verdes que pueden ser añadidas al costo base para mejorar el rendimiento de la construcción. La nueva tecnología, o es más costosa que la tecnología de referencia que reemplaza, o añade mejoras tecnológicas con un costo adicional. La inversión tecnológica es considerada debido a que permite un mayor rendimiento y ahorros en relación con la tecnología de referencia. Al expresar el ahorro como un flujo de caja positivo y mostrar el ahorro total acumulado (Valor presente neto o VPN), durante el ciclo de vida de la tecnología, puede ser demostrada que la inversión integral (costo adicional más los ahorros acumulados) se compensa a lo largo del tiempo.

En este ejemplo, el edificio es un centro comercial y sus usuarios llevarán una vestimenta para negocios de corte occidental, por lo que se consideró necesario un sistema de aire acondicionado. Debido a los altos costos de enfriamiento se consideraron tecnologías que pudieran mitigar la entrada del calor solar y así satisfacer la carga de enfriamiento de manera más eficiente. Entre estas se incluyeron películas protectoras para ventanas, sombras exteriores, una banda de confort más amplia en los termostatos, control de la demanda de ventilación y el aislamiento de muros. Se compararon tres opciones de paquetes en una construcción realizada de acuerdo con los métodos y prácticas estándar de construcción locales. Los costos de las características se estimaron utilizando técnicas de fijación de precios estándar en la construcción. Los ahorros de energía se estimaron empleando un *software* de simulación de energía. La línea azul muestra el Paquete de Impacto Mínimo (películas protectoras para ventanas y aislamiento optimizado de muros), que es la tecnología más barata a implementar. La película oscura para ventanas en este paquete, no obstante, compensa por el potencial de ahorro de luz solar pero no proporciona mayor beneficio a lo largo de su vida útil (como muestra la pendiente plana de la línea azul). Los escenarios de Rendimiento Medio y Alto tienen



costos iniciales mayores, los cuales son compensados por un mayor ahorro de energía a lo largo del ciclo de vida de la construcción. La pendiente inclinada color púrpura que representa al paquete de Rendimiento Alto (que incluye sombras exteriores para ventanas y control de la demanda de ventilación) significa que el propietario observará una reducción considerable en el costo total de mantener la propiedad a lo largo de la vida útil de la construcción: casi 800,000 dólares para el periodo de análisis indicado.

Estudios similares que analizan las compensaciones entre componentes de la construcción han mostrado que incluso puede existir un ahorro de costo inicial neto cuando se consideran medidas verdes. Una evaluación del Costo Total de Propiedad (CTP) para una casa pasiva (*passive house*) concluyó que su diseño integrado podría brindar ahorros de costos iniciales netos porque la incorporación de mayores niveles de aislamiento eliminan la necesidad de un sistema de calefacción tradicional (Laustsen, 2008).

¹³ Las simulaciones y textos para este capítulo son contribuciones de Tom Paladino

Cuadro 2: Construcción residencial en China

Construcción de nuevos edificios multifamiliares en China			
	Caso base	Desarrollo verde	Diferencia de ahorros (o costos)
Crecimiento del consumo de energía 2005-2050	~ 530,000 millones kWh/año	~ 305,000 millones kWh/año	~ 225,000 millones kWh/año
Costo incremental por año	NA	~ 12,000 millones de dólares	(~12,000 millones de dólares)
Ahorro de energía por espacio de calor	NA	76%	76%
Valor del ahorro de energía por año	NA	Aproximadamente igual a los costos sobre una base anual	~ 12,000 millones de dólares

En China, la demanda de viviendas multifamiliares continuará creciendo rápidamente debido a la migración del campo a las ciudades y a un aumento de las rentas. El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés) estima que -entre 2010 y 2050- la demanda de energía eléctrica en edificios multifamiliares aumentará en un 200 por ciento para iluminación y un 325 por ciento para uso de electrodomésticos. Las prácticas actuales de construcción se caracterizan por malos diseños, exteriores de los edificios aislados y sistemas de calefacción ineficientes, al tiempo que el precio de la energía para calefacción es establecido a una tasa fija sin considerar el nivel de consumo. Un análisis del WBCSD (2009) aborda el efecto de mejorar la eficiencia de bloques tradicionales de edificios multifamiliares en China (un edificio de seis pisos con 36 departamentos) durante un periodo de 45 años entre 2005 y 2050.

La tabla de arriba muestra el impacto de una mejoría del 76 por ciento en la eficiencia energética en construcciones a través de una serie de intervenciones de diseño y gestión, incluyendo el exterior del edificio mejor diseñado y aislado, controles de temperatura por departamento, y medidores de electricidad. Si esto se replicara a escala nacional en China, estas acciones podrían resultar en un ahorro total de aproximadamente 225,000 millones de kWh por año, o el equivalente a 12,000 millones de dólares por año considerando el precio actual de la electricidad. Sin embargo, aun cuando se lograra un ahorro de energía considerable en edificios, el crecimiento del conjunto de edificios en China superaría las mejoras en eficiencia energética, y daría como resultado un incremento neto de 305,000 millones de kWh en la demanda de energía al año durante el periodo establecido.

Fuente: WBCSD (2009)

chos casos a un costo adicional cero. Esto sugiere que la prima de costo ecológico depende en gran medida de la habilidad de los diseñadores y constructores, en vez del nivel de enverdecimiento por sí mismo. El estudio también indica que la rehabilitación conlleva una prima media ecológica sensiblemente mayor que las nuevas construcciones.

Eficiencia comparativa por sector y región

El beneficio económico de las inversiones en edificios verdes está respaldado por costos bajos e incluso negativos del sector de la construcción ecológica. Un estudio estima que podrían reducirse 3.5 Gt de emisiones de CO₂ por medio de una inversión en construcción verde para 2030 con un promedio de costos de reducción de menos de 35 dólares por tonelada.¹⁴ Esto se compara con

menos 10 dólares por tonelada en transporte, 17 dólares por tonelada en la producción de acero o 20 dólares por tonelada en el sector de la energía (McKinsey, 2009). Más allá de 2030, el estudio de Houser (2009) del Instituto Peterson descubrió que alcanzando una reducción de emisiones de 8.2 Gt (por ejemplo, con el propósito de alcanzar 450 ppm) en el sector de la construcción para 2050 costaría 25 dólares por tonelada, y se encontraría entre las fuentes de reducción menos costosas. El fracaso en la transformación del sector de la construcción y su dependencia en reducciones de emisiones más baratas en los sectores del transporte, la energía y la industria, incrementaría el costo económico de combatir el cambio climático en, al menos, 500,000 millones de dólares por año en el mundo entre 2010 y 2050.

Los Cuadros 2 (China) y 3 (EE.UU.) muestran el reto de ponderar los costos y beneficios a corto y largo plazo, así como la tendencia del creciente consumo de energía, la cual debilita las ganancias en eficiencia energética en edificios comerciales y residenciales. El Cuadro 2 presenta un

¹⁴ La reducción de 3.5 Gt de emisiones de CO₂ provenientes de construcciones mediante una mayor eficiencia energética es parte de una reducción mayor de 38 Gt en 11 sectores, la cual tiene como objetivo bajar las emisiones de CO₂ a la meta de 450 ppm para 2030.

Cuadro 3: Modernización de edificios para oficinas ya existentes en EE.UU.¹⁵

Edificios comerciales en EE.UU.	Ahorro de energía del 10%	Ahorro de energía del 40%
Área actual para edificios comerciales (IEA, 2003)	72,000 millones de pies ² (~ 6,688,963,210.70 m ²)	72,000 millones de pies ² (~ 6,688,963,210.70 m ²)
Área actual para edificios de oficinas (IEA, 2003)	12,200 millones de pies ² (~ 1,114,827,201.78 m ²)	12,200 millones de pies ² (~ 1,114,827,201.78 m ²)
Número de edificios para oficinas (IEA, 2003)	824,000	824,000
Consumo de energía para oficinas/pie ² (IEA, 1998)	97.2 kBtu/pie ² /año	97.2 kBtu/pie ² /año
Modernización considerada de espacios para oficinas por año	100 millones	100 millones
Ahorros de energía considerados (%)	10%	40%
Ahorro de energía considerado (convertido a kWh)	2.85 kWh/pie ² /año	11.4 kWh/pie ² /año
Valor total de los ahorros de energía (a 0.105 dólares/kWh)	29,925,000 de dólares	119,700,000 de dólares
Costo de modernización considerado (Pike Research, 2009)	1 dólar/pie ²	25 dólares/pie ²
Costo total de modernización	100 millones de dólares	2,500 millones de dólares
Incremento considerado del 1% de productividad	2.5 dólares/pie ² /año	2.5 dólares/pie ² /año
Valor total de productividad	250 millones de dólares	250 millones de dólares
Tasa de descuento considerada	5%	5%
Tiempo de vida considerado por medidas de modernización	15 años	15 años
Valor presente neto (beneficios de energía directos)	210 millones de dólares	1,260 millones de dólares
Valor presente neto (energía directa + beneficios de productividad indirectos)	2,810 millones de dólares	1,340 millones de dólares

El tamaño del mercado disponible para la modernización del conjunto de edificios para oficinas en EE.UU. es de aproximadamente 12,200 millones de pies² (~ 1,114,827,201.78 m²) (AIE 2003), mientras que la edad media de los edificios para oficinas en 1995 era de 23.5 años. Los edificios de oficinas consumen la mayor parte de energía entre todos los tipos de edificios, con una intensidad en el consumo de energía de 97,200 Btu por pie² (AIE, 1998). Durante los siguientes cuatro años se prevé que el mercado de EE.UU., para la modernización de edificios no residenciales crezca de 2,100-3,700 millones de dólares en 2010 a 10,100-15,100 millones de dólares para 2014 (McGraw Hill, 2009). Se puede alcanzar ahorros

de energía del 10 por ciento con una inversión de menos de un dólar por pie². Para alcanzar una meta más ambiciosa del 40 por ciento se requiere de una inversión de entre 10-30 dólares por pie² (Pike Research, 2009).

La tabla muestra que es sencillo justificar la inversión dado que tan solo un 10 por ciento de ahorro de energía muestra un VNP positivo de 210 millones de dólares después de un periodo de vida de 15 años de las medidas de modernización. Esto incrementaría el ahorro a 2,810 millones de dólares, si se considera un uno por ciento de incremento en la productividad. Sin embargo, para un escenario más agresivo del 40 por ciento de ahorro de energía, el VNP es negativo después de 15 años a menos que se tomen en cuenta los aumentos en la productividad. Aunque este caso de estudio confirma los beneficios de invertir en la modernización de construcciones verdes, también establece las complejidades asociadas a importantes gastos de capital, los cuales no pueden traducirse fácilmente en ganancias a corto plazo.

¹⁵ Este ejemplo de EE.UU. se refiere a pies². En la tabla, el área actual para edificios comerciales corresponde a una superficie de 6,700 millones de m², con un consumo de energía para oficinas de 1.1 millones Btu/m²/año, un ahorro de energía considerado en 30.7 kWh/m²/año (10%) y 122.7 kWh/m²/año (40%), un costo de modernización considerado de 10.8 dólares/m² (10%) y 269.1 dólares/m² (40%), y ganancias consideradas por un incremento del 1 por ciento de la productividad de 26.9 dólares/m²/año.

Fuente: UNFCCC (2009)

caso de estudio de la construcción residencial en China e ilustra el ahorro de energía a partir de las intervenciones en el diseño y la gestión. A través de éste y otros estudios, se hace evidente que las construcciones verdes brindan un retorno de inversión económico importante y que deberían ocupar el centro de atención en las políticas a largo plazo cuya preocupación sea modificar patrones de comportamiento en la producción y el consumo.

A pesar de que una gran cantidad de medidas de eficiencia energética y sus consiguientes reducciones de emisiones de carbono se pueden alcanzar a un costo cero o incluso negativo, se requiere de intervenciones de política que transformen el conjunto de edificios ya existentes en el mundo en concordancia con lo que la AIE declara como necesario para poner al mundo en un camino de bajas emisiones de carbono. También muestran la necesidad de enfoques específicos por región que reflejen las realidades locales de la industria de la construcción y de la economía, sin perder de vista que el desafío del enverdecimiento de construcciones urbanas tiene muchas similitudes entre regiones.

Un ejemplo de intervención regulatoria y de política novedosa proviene de la Directiva de la UE sobre Rendimiento Energético de las Construcciones (EPBD, por sus siglas en inglés), la cual ha generado un debate acerca de los plazos para el cumplimiento de requisitos, el nivel de armonización entre distintos países y la posible carga administrativa impuesta (por ejemplo, inspecciones obligatorias por expertos certificados). Se realizó una evaluación reciente de la directiva que entró en vigor en 2002 (Haydock & Arbon, 2009). El estudio concluyó que era posible una reducción de entre un cinco y un seis por ciento de la demanda final de energía en la UE, junto con 60-80 Mt de ahorros de energía anuales. Esto representa entre el cuatro y cinco por ciento de las emisiones de CO₂ de la UE. También mostró que pueden alcanzarse ahorros de 160-210 Mt CO₂/año para 2020, y generarse entre 280,000-450,000 nuevos empleos. Esto confirma que los costos del enverdecimiento son menores en comparación con los beneficios a medio y largo plazo. Además, superar el umbral de cumplimiento actual de 1,000 m² por parte de la Directiva de la EPBD podría generar ahorros adicionales en el costo de energía hasta por 25,000 millones de euros al año para 2020, con una inversión capital adicional de 8,000 millones de euros anual, un costo de reducción general negativo de CO₂ (EC, 2008).

3.3 Efectos económicos, ambientales y sociales

Beneficios energéticos

El primer beneficio de una construcción verde es la reducción de los costos de energía para los ocupantes mediante una mayor eficiencia energética. McKinsey

estima que en EE.UU., una inversión de 229,000 millones de dólares en eficiencia energética residencial entre 2009 y 2020 produciría ahorros en el costo de la energía de 395,000 millones de dólares, y reduciría la demanda total de energía en construcciones residenciales en un 28 por ciento. En edificios comerciales, una inversión de 125,000 millones de dólares reduciría la demanda de energía en un 29 por ciento y generaría ahorros en el costo de la energía de 290,000 millones de dólares (Granade et al., 2009). Para países en vías de desarrollo, la empresa McKinsey estima que una inversión de 90,000 millones de dólares en eficiencia energética reduciría el gasto en energía en 600,000 millones de dólares (McKinsey, 2010).

En sus *Perspectivas Energéticas Mundiales de 2009* (World Energy Outlook), la AIE estimó que 2.5 billones de dólares de inversión adicional en construcción verde en el mundo entre 2010 y 2030 producirían ahorros de energía de cinco billones de dólares (sin descuentos) durante el tiempo de vida de la inversión. Un estudio del WBCSD mostró el potencial de invertir 150,000 millones de dólares al año en construcciones verdes en EE.UU., UE, Brasil, China, India y Japón, donde los ahorros en el costo de la energía compensarían la inversión inicial adicional en menos de cinco años (WBCSD, 2009). El tiempo promedio de amortización de los ahorros de energía para la construcción verde analizados por Kats fue de seis años, mientras que más de 20 años de ganancia financiera a partir de menores costos de energía excedería de cuatro a seis veces la prima verde de 43.1 dólares a 172.2 dólares por metro cuadrado (Kats, 2010).¹⁶

Pero la oportunidad de ahorro de energía en las edificaciones no está distribuida equitativamente a escala global. Un estudio reciente de la CMNUCC, ilustrado en la Figura 4, muestra que en los Asia (incluyendo a India y China), existe una diferencia importante entre las emisiones actuales y las emisiones mitigadas previstas, lo que refleja el acelerado crecimiento económico de estos países y su consecuente necesidad de energía. En contraste, el estudio muestra que los países de la OCDE podrían mitigar sus emisiones para 2030 a niveles más bajos que los observados en 2000, con lo que se confirma que las economías avanzadas tienen el potencial de lograr grandes avances en la reducción de la demanda de energía en sectores críticos como el de la industria de la construcción.

Beneficios con respecto al agua

La eficiencia en el uso de agua de las construcciones verdes se traduce en ahorros en el costo del suministro de agua potable. Diversas estrategias de eficiencia del agua son perseguidas particularmente por países que

¹⁶ El texto original hace referencia a una prima verde de cuatro a 16 dólares por pie².

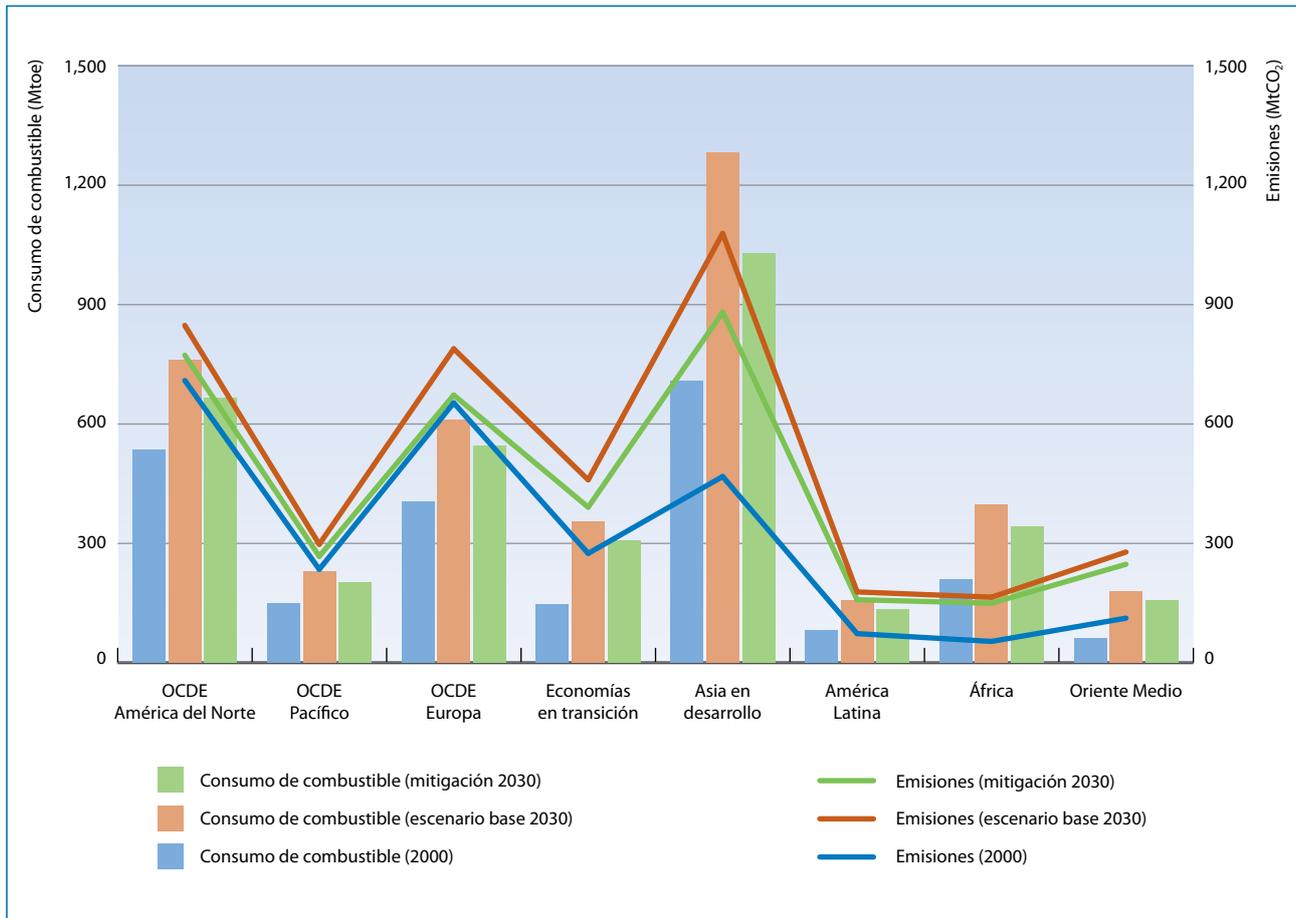


Figura 4: Consumo de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector de la construcción: escenarios actuales, de referencia y de mitigación

Fuente: UNFCCC (2007)

se enfrentan a problemas como el estrés hídrico y la escasez de agua. En India, algunas de las innovaciones en los enfoques de construcción tradicionales y ecológicos incluyen la captación de agua de lluvia con separación de superficies y escorrentía en azoteas, el uso de pavimentos permeables para maximizar la recarga de aguas subterráneas, así como la introducción de urinarios sin uso de agua (UNEP SBCI, 2010a). En México, un programa de hipotecas verdes de fondos públicos, INFONAVIT, proporciona créditos para la realización de medidas de conservación del agua y la energía incluyendo la introducción de calentadores solares de agua y duchas de bajo consumo (UNEP SBCI, 2009b). En Nueva Gales del Sur (Australia) el promotor inmobiliario y dueño de propiedades de tierra gubernamentales, Landcom, ha definido principios como diseños sensibles al uso de agua, los cuales deben ser respetados por los proveedores. Ha promovido indicadores de sostenibilidad en las construcciones, introducidos por regulaciones estatales y que requieren una mejoría del 40 por ciento en las emisiones de GEI y del tratamiento del agua en todas las viviendas nuevas (Martínez-Fernández et al., 2010). En Melbourne, el City Council House II obtuvo una reducción del 72 por ciento en las actividades de mayor consumo de agua mediante una

combinación de eficiencia en el uso del recurso, captación de agua de lluvia, reciclaje de agua y tratamiento de aguas residuales (von Weizsäcker et al., 2009).

Además, la gestión del uso del agua en hogares por el lado de la demanda considera el uso de aparatos o electrodomésticos empleados en inodoros, urinarios, cabezales de ducha, llaves de agua, lavadoras y lavaplatos. La utilización de electrodomésticos de consumo eficiente del agua puede brindar importantes ahorros. Por ejemplo, los lavaplatos e inodoros modernos y eficientes en el consumo de agua pueden usar hasta un 50 por ciento menos de agua que los modelos más antiguos y menos eficientes, o incluso un 100 por ciento menos si se trata de los inodoros y urinarios sin uso de agua (Waterwise, 2011a y 2011b).

Según Kats (2010), el valor presente neto de 20 años de ahorro de agua en una típica construcción ecológica en EE.UU., oscila entre los 5.4 dólares y los 21.5 dólares por metro cuadrado.¹⁷ Sugiere además que estos aho-

¹⁷ El texto original señala un rango de 0.50 dólares a dos dólares por pie cuadrado.

rros directos en las construcciones verdes sobrepasan los costos iniciales de las estrategias de uso eficiente del agua como la captación de agua de lluvia, los urinarios sin uso de agua y el uso de aguas recicladas en todo tipo de construcciones. En el Cuadro 4 se proporciona un ejemplo específico de lo anterior. Un menor uso de agua caliente también conlleva beneficios positivos al reducir los costos del agua y de la energía en hogares, empresas, servicios de agua.

Beneficios de materiales y residuos

El sector de la construcción puede ser denominado como la industria de las 'terceras': más de una tercera parte de todas las emisiones de CO₂ provienen de la construcción e intervenciones de edificios; más de una tercera parte de toda la energía y recursos materiales se utilizan para construir y mantener construcciones, y más de una tercera parte de los residuos totales generados resultan de actividades de construcción y demolición (CyD). Si se considera la eficiencia en el uso de suelos y materiales, la construcción ecológica ofrece una oportunidad para abordar los crecientes problemas de escasez a los que se enfrentan muchas sociedades debido al uso insostenible de servicios ambientales. También ofrece una oportunidad para hacer frente a otros problemas ambientales y de salud, como la contaminación por el ruido, la contaminación química y los problemas asociados a residuos peligrosos como el asbesto y el contenido de plomo en las pinturas (UNEP SBCI, 2010b).

Evitar los residuos, junto a la minimización de los consumos de agua y energía a lo largo del ciclo de vida de una construcción es crucial para el desarrollo sostenible de los edificios. La gestión del ciclo de vida conlleva una perspectiva de reutilización de materiales denominados 'de origen a origen' (*cradle-to-cradle perspective*), comprendiendo la cadena de valor de una construcción desde la fabricación del suministro de materiales, el proceso de construcción, la operación y mantenimiento del edificio, así como la eliminación, reciclaje, o reutilización de los residuos derivados del edificio, operaciones, construcción y demolición.

Los edificios consumen grandes cantidades de materiales, energía y otros recursos, y este consumo tiene su origen en la planeación y el diseño hasta la eventual demolición del inmueble. El consumo de estos recursos puede tener efectos ambientales importantes a escalas local y mundial. Arquitectos y profesionales del diseño desempeñan un rol fundamental en la conservación de la energía y en el uso responsable de recursos, con el fin de garantizar que los efectos no deseados sean minimizados. La investigación actual acerca del consumo de energía en construcciones, se dirige hacia el análisis de la energía operacional (durante la fase de uso), la energía incorporada dentro de

Cuadro 4: Ahorros de agua en una vivienda para cuatro personas

El consumo de agua en una vivienda para cuatro personas puede reducirse en un 57 por ciento (de 500 litros a 218 litros al día), instalando dispositivos más eficientes en lugar de inodoros, regaderas, llaves, lavaplatos, lavadoras, etc. convencionales (van Wyk, 2009). Aparatos para el uso eficiente del agua como sistemas de captación de agua de lluvia y el tratamiento de aguas grises requieren de costos adicionales en inversión, aunque la mayor parte de los efectos del ahorro en costos están relacionados con el ahorro en agua potable. Estos efectos están determinados por el costo promedio del agua potable. En el caso de una vivienda para cuatro personas, establecer un precio alto para el agua potable (1.91 dólares por m³, como en Alemania) resultaría en un ahorro de aproximadamente 202 dólares anuales, mientras que con un precio bajo por agua potable de 0.40 dólares por m³ (como en Canadá) el ahorro sería de unos 42 dólares anuales.

UNESCO (2001)

la estructura de la construcción, la energía requerida para la extracción y procesamiento de materias primas en componentes terminados para la construcción, así como en la energía empleada en el momento de la construcción del edificio. A medida que el consumo operativo de energía es menor, la energía incorporada adquiere mayor relevancia. La energía incorporada en los materiales de un edificio es una medida de su impacto ecológico y uso de servicios ambientales, los cuales plantean algunas preguntas acerca de la adquisición de materias primas y materiales procesados. La medición de la energía incorporada de los componentes de los materiales para la construcción, o del edificio como conjunto, plantea un enorme desafío a menos que se recopile de manera sistemática la información, desde la etapa de diseño hasta la terminación de la construcción, y sea disponible para todos los fabricantes implicados en el proyecto. En orden a reducir el impacto de la construcción y lograr un análisis completo del ciclo de vida del inmueble y los materiales de construcción empleados, se requiere establecer criterios de bajo impacto durante el proceso de diseño, construcción, operación/mantenimiento y eliminación/reciclaje. Pueden considerarse los siguientes

criterios: disponibilidad de materias primas; disponibilidad de tierras y agua; impacto ambiental mínimo; eficiencia energética incorporada (requerimientos de procesos de energía y producción); transporte; vida útil de productos; facilidad de mantenimiento; potencial de reutilización del producto; y durabilidad y reciclabilidad de materiales. Con el fin de analizar el impacto ambiental de los materiales conforme a su ciclo de vida completo, los materiales para la construcción se clasifican en tres grupos distintos: orgánicos, cerámicos y metálicos. Los materiales orgánicos incluyen la madera de construcción (vigas). Los cerámicos son los materiales inorgánicos y no metálicos, principalmente compuestos por hormigón y productos de albañilería, así como el vidrio. Los materiales metálicos incluyen el acero, aluminio, cobre y plomo. Todos estos son recursos naturales. También surgen problemas con el uso creciente de materiales sintéticos como los plásticos, que tienden a ser materiales complejos y plantean dificultades para su capacidad de ser reciclado y reutilización. Reducir el número de componentes materiales en los productos, así como la separación de materiales naturales de los sintéticos permitiría tasas de reciclaje y reutilización más altas (McDonough y Braungart, 2002).

Un análisis comparativo de materiales empleando los criterios antes mencionados (Lawson 1996), muestra que, por ejemplo, la madera de construcción obtenida de forma sostenible es una de las mejores opciones para garantizar niveles bajos de energía incorporada y un impacto ambiental mínimo. Si bien los materiales metálicos registran los niveles de energía incorporada más altos, también tienen un buen rendimiento en términos de vida útil, mantenimiento, reutilización y reciclabilidad. El estudio de Lawson, realizado en Australia, constató que el 95 por ciento de la energía incorporada, que de otra manera se convertiría en desperdicio, puede ser rescatada mediante la reutilización de materiales para la construcción. El rango de ahorro oscila del 95 por ciento para el aluminio y tan solo del 20 por ciento para el vidrio.

El reciclaje de materiales para la construcción es un concepto relativamente reciente y ha sido evaluado únicamente en unos pocos estudios. En un estudio realizado en Suecia se compararon dos casos: (a) una construcción con una gran proporción de materiales y componentes reutilizados; y (b) la misma construcción, para la cual se emplearon nuevos materiales y componentes. Los resultados mostraron que los efectos ambientales causados por los materiales reutilizados equivalen a tan solo un 55 por ciento del impacto total provocado si los materiales fueran todos nuevos (Thormark, 2000 y 2006). Otros estudios muestran que al emplear materiales reciclados se puede ahorrar entre el 12 y el 40 por ciento de la energía utilizada para

la producción de materiales para la construcción. Las razones de los resultados mixtos entre los estudios incluyen diferencias en las tasas de reciclaje y en la composición de los materiales usados en los edificios.

Aunque el reciclaje de materiales para la construcción requiere del consumo de energía, los estudios muestran que reciclar materiales aún permite tener ahorros en emisiones netas. Siguiendo un enfoque de ciclo de vida (Sára, 2001), comparando emisiones de CO₂ provenientes de arcilla/grava reciclada con o sin desmantelamiento y clasificación selectivos, el estudio indica que las emisiones de CO₂ se redujeron de 107.7 kg a seis kilogramos por tonelada producción de arcilla/grava reciclada. Las tasas de reciclaje de materiales específicos que son importantes en la construcción y en los flujos de residuos de la demolición pueden ser indicadores importantes de sostenibilidad. En las sociedades en vías de desarrollo, los materiales para construcción reciclados son a menudo más baratos y de mejor calidad que los materiales convencionales, ofreciendo beneficios a los pobres en áreas urbanas (UNEP SBCI, 2010a).

Beneficios en la productividad y la salud

Los edificios ecológicos proporcionan beneficios que van más allá de las ventajas ambientales a un costo muy bajo o incluso negativo. Estos incluyen mejoras en la productividad del trabajador y una mejor calidad del trabajo como resultado de un ambiente más cómodo en las oficinas, así como un incremento en la calidad de la salud pública como resultado de una menor contaminación del aire en interiores (tras reemplazar la biomasa con electricidad o la combustión limpia de la biomasa en países en vías de desarrollo), reducción de la contaminación causada por el ruido y menor contaminación del aire en general (debido al menor uso de combustibles fósiles en economías emergentes y países desarrollados).

Estos beneficios pueden competir, si no es que superar, con los costos de energía y los beneficios climáticos citados anteriormente. Por ejemplo, un estudio reciente para el Consejo de la Construcción Ecológica de EE.UU., estimó que el enverdecimiento de un edificio para oficinas comerciales en EE.UU. generaría un ahorro de 5.6 dólares por metro cuadrado al año en costos de energía (Booz Allen Hamilton, 2009).¹⁸ Aunque esto es significativo en términos absolutos, los costos de energía para la mayoría de los negocios se ven disminuidos en comparación con los costos laborales, particularmente en países en vías de desarrollo. Incluso un aumento del uno por ciento en la productividad

¹⁸ El texto original señala un ahorro de 0.52 dólares por pie² al año en costos de energía.

como resultado de una inversión en construcciones verdes produce un ahorro en costos laborales varias veces mayor que un ahorro en costos de energía antes mencionados. Los resultados de varios estudios de investigación sobre los efectos de las condiciones ambientales dentro de los lugares de trabajo muestran que los ahorros en productividad pueden ser significativamente mayores al uno por ciento:

■ **Calidad del aire en interiores:** 6-9 por ciento de ganancia en productividad (Wyon, 2004);

■ **Ventilación natural:** 3-18 por ciento de ganancia en productividad (NSF/IUCRC por sus siglas en inglés, 2004);

■ **Regulación térmica local:** 3.5-37 por ciento de ganancia en productividad (Loftness et al., 2003);

■ **Iluminación solar:** 3-40 por ciento de ganancia en productividad y ventas (Loftness et al., 2003); y

■ **Primas de alquiler:** incremento de hasta 36 por ciento (Baker et al., 2008).

Una mejor iluminación solar, la vista y el contacto con la naturaleza han sido asociados a efectos positivos sobre la salud y la productividad más allá de los espacios de trabajo, por ejemplo, en hospitales y escuelas. Ambientes mejorados dentro de los inmuebles escolares se asocian a un mejor desempeño del alumnado (Aumann et al., 2004), mientras que en hospitales se asocian a una recuperación más pronta de los pacientes (Ulrich, 1984). De 13 estudios vinculados a mayores beneficios para el individuo y la productividad organizacional por un mejor acceso a un entorno natural, siete identificaron aumentos de entre un tres y un 18 por ciento en la productividad individual (incluyendo los resultados de pruebas a estudiantes), y un aumento del 40 por ciento en el nivel de ventas (una medida de productividad organizacional) como resultado de la introducción de la luz solar en los lugares de trabajo (Loftness et al., 2003).

Uno de los estudios pioneros y ampliamente citado sobre economía de los edificios ecológicos, documentó 33 edificios comerciales con certificaciones ecológicas en California (EE.UU.) (Kats, 2003). El informe encontró una prima de costo medio de construcción ecológica de entre 32.3 y 53.8 dólares por metro cuadrado.¹⁹ Los beneficios totales de la inversión son presentados en la Tabla 4, la cual mide el VPN durante un periodo de 20 años, mostrando beneficios netos de entre 516.7 y

Categoría	VPN a 20 años
Valor de la energía	62.3 USD
Valor de las emisiones	12.7 USD
Valor del agua	5.5 USD
Valor de los residuos (solo en la construcción)- 1 año	0.3 USD
Valor de operación y mantenimiento comisionado	91.2 USD
Valor de productividad y salud (certificado y plata)	397.1 USD
Valor de productividad y salud (oro y platino)	595.6 USD
Menor costo adicional verde (green cost premium)	43.1 USD
VPN total a 20 años (certificado y plata)	526 USD
VPN total a 20 años (oro y platino)	724.5 USD

Tabla 4: Beneficios financieros de las construcciones verdes (dólares por m²)²⁰
Fuente: Kats (2003)

721.2 dólares por metro cuadrado según el nivel de certificación.²¹

En los países en vías de desarrollo los beneficios a la salud derivados de una inversión en construcciones verdes, específicamente en tecnologías y electrodomésticos para la calefacción y cocción de alimentos, contribuyen directamente a mejorar el bienestar de la población. La contaminación de interiores es la principal causa de enfermedades graves y muerte prematura en países en vías de desarrollo. Se espera que el enverdecimiento del sector de la construcción obtenga entre sus principales beneficios la reducción de la contaminación en interiores y beneficios para la salud de poblaciones con escasos recursos, especialmente mujeres y niños. Los estudios realizados por Ezzati y Kammen (2002) mostraron que el nivel de costo-efectividad de medidas como la distribución de estufas fue superior al de muchos programas de salud pública alrededor del mundo.

Un análisis de países de ingreso bajo y medio para la OMS muestra que para 2015, la disponibilidad de estufas optimizadas para la mitad de quienes todavía en 2005 aún utilizaban estufas tradicionales de biomasa y carbón, “daría como resultado un costo de intervención negativo de 34,000 millones de dólares al año

¹⁹ El texto original señala un promedio de costo total de la construcción verde de tres y cinco dólares por pie cuadrado.

²⁰ El texto original presenta las cifras en dólares por pie²: 5.79 dólares de valor de energía; 1.18 dólares de valor de emisiones; 0.51 dólares de valor del agua; 0.03 dólares de valor del agua (solo en la construcción) por un año; 8.47 dólares de valor de puesta en marcha de operación y mantenimiento; 36.89 dólares de valor de productividad y salud (certificado y plata); 55.33 dólares de valor de productividad y salud (oro y platino); 4.00 dólares de costo adicional menos verde; 48.87 dólares de VPN a 20 años (certificado y plata); 67.31 dólares del total de VPN a 20 años (oro y platino).

²¹ El texto original señala beneficios netos de entre 48-67 dólares por pie cuadrado.

Cuadro 5: Dimensión social de las construcciones verdes: Implicaciones para un trabajo digno y reducción de la pobreza²²

El sector de la construcción tiene un gran potencial de crecimiento económico en favor de la pobreza debido a su alta capacidad de absorción de mano de obra en los países en vías de desarrollo. El sector proporciona empleo a una amplia gama de trabajadores, todos con diferentes niveles de educación, y tiene la habilidad de absorber a quienes han sido excluidos de otros sectores (de Souza, 2000). Esto tiene fuertes implicaciones para la generación de ingresos y la reducción de la pobreza. Tómese como ejemplo el proyecto de la Compañía de Viviendas de Johannesburgo en Suráfrica (Keivani et al., 2010). El proyecto involucra la introducción de bombillas de consumo de energía eficiente y de sensores diurnos-nocturnos, sistemas de energía solar para la calefacción de agua, y el aislamiento de calentadores. Proporciona empleos a más de 1,000 contratistas en mantenimiento, limpieza y servicios de seguridad, e incluso más empleos en funciones especializadas como la plomería y servicios de electricidad. El proyecto Watergy Soweto para la rehabilitación de conexiones de tuberías ha generado 1,500 empleos temporales.

A pesar de este potencial, los trabajadores de la industria de la construcción están sujetos con frecuencia a condiciones de trabajo lamentables. La alta informalidad, bajos salarios, inestabilidad, discriminación por género, accidentes frecuentes y enfermedades ocupacionales son factores característicos de las condiciones de trabajo de una gran proporción de trabajadores en el sector de la construcción en todo el mundo, pero particularmente en las economías en vías de desarrollo en donde el trabajo de la construcción es más precario y menos formalizado.

Siempre que la relación laboral entre contratistas, subcontratistas y trabajadores es casual o informal, los derechos de los trabajadores son frecuentemente inciertos y gozan de menos protección por parte de la ley que aquellos trabajadores empleados directamente. En los últimos años, se ha vuelto común que los trabajadores sean empleados temporalmente por periodos cortos, por lo que inestabilidad del empleo es uno de los principales problemas a los que se enfrenta la industria de la construcción.

El empleo en la construcción también se encuentra entre las ocupaciones de mayor riesgo. Los trabajadores en ese sector están tres o cuatro veces más expuestos a la muerte por accidentes laborales que otros trabajadores de otros sectores. Muchos otros mueren como consecuencia de enfermedades ocasionadas por la exposición a sustancias peligrosas en el lugar de trabajo, como el asbesto. Con respecto a la protección social, existen evidencias de que muchos empleadores no

realizan el pago de las cuotas a la Seguridad Social para sus trabajadores con contratos temporales, lo que les priva de recibir servicios de salud, el pago de primas vacacionales y la compensación por desempleo, enfermedades, accidentes o envejecimiento.

Durante mucho tiempo el diálogo permanente con empleadores y el gobierno ha resultado en un método provechoso mediante el cual los trabajadores realizan negociaciones de forma colectiva para obtener mejores salarios y condiciones de trabajo. Sin embargo, hoy en día, para una gran masa de trabajadores temporales, casuales, informales y desempleados les resulta muy difícil organizarse de forma autónoma para tomar parte en dicho diálogo. El enverdecimiento del sector de la construcción puede proporcionar una nueva oportunidad para un diálogo social. Muchos empleadores y autoridades gubernamentales han mostrado entusiasmo por las construcciones verdes. Esto puede abrir una nueva senda para el diálogo con los trabajadores en materia laboral, en el contexto del enverdecimiento de la industria, a la vez que se involucra a los trabajadores en la gestión verde, mejoras en el uso eficiente de recursos y la seguridad laboral.

En el ámbito de las condiciones laborales, el enverdecimiento del sector de la construcción tendrá un impacto positivo en la salud y la seguridad. Sin embargo, las construcciones verdes no son más seguro *per se*, como lo muestra una investigación realizada por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles. Con datos obtenidos mediante un cuestionario estructurado en una encuesta, el estudio examinó la diferencia entre las Tasas de Incidentes Registrables (TIR) y las Tasas de Casos de Tiempo Perdido (TCTP) de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) entre proyectos verdes y no verdes. Se encontró evidencia sugerente aunque inconclusa sobre una diferencia estadísticamente significativa entre las TIR en los proyectos de construcción verde y no verde examinados. También, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las TCTP entre construcciones verdes y no verdes.

Estas consideraciones proveen razones adicionales para encauzar un cambio en las inspecciones de trabajo, de ser una mera función de inspección y acusación, a una función educativa y preventiva. El enverdecimiento de la industria brinda la oportunidad de crear sinergias entre las inspecciones medio ambientales y los elementos de salud y seguridad en las construcciones.

²² Este recuadro fue preparado de acuerdo a las contribuciones de la OIT para este capítulo.

y generaría un retorno de 105,000 millones de dólares al año” (Hutton et al., 2006). El estudio concluye que “los beneficios económicos incluyen menor gasto relacionado con la salud como resultado de la disminución de enfermedades; ganancias en el valor de la productividad resultantes de menores enfermedades y muertes, y ahorros en tiempo debido al menor tiempo empleado para la obtención de combustibles y actividades de cocina”.

Fue identificada una demanda potencial global de 610,000 cocinas de GLP o placas eléctricas hasta 2030 para sustituir el combustible a partir de biomasa (en quema abierta) para cocinar, lo que brinda buenas oportunidades de empleo en áreas como las ventas, el transporte, mantenimiento y fabricación (Keivani et al. 2010).

Beneficios en el empleo

El sector de la construcción (incluyendo a los edificios) representa entre el cinco y el diez por ciento del empleo nacional, sumando más de 111 millones de personas directamente empleadas en todo el mundo (UNEP SBCI, 2007a; OIT, 2001). Tres cuartas partes de los empleos en la construcción están países en vías de desarrollo y el 90 por ciento en empresas con menos de diez empleados o en microempresas (Keivani et al., 2010). Es probable que la cifra real sea mucho más grande, ya que muchos trabajadores de la construcción están empleados informalmente y, por lo tanto, no están contabilizados en las estadísticas oficiales.

El enverdecimiento del área construida en el mundo impactará en el empleo global a través de la creación, sustitución, desaparición y transformación de los empleos. Existen muchas vías a través de las cuales las construcciones verdes generan empleos, incluyendo: construcciones nuevas y modernización de edificios ya existentes; mayor producción de materiales para la

construcción, productos, electrodomésticos y componentes ecológicos; empleos a través de operaciones y mantenimiento de eficiencia energética; la expansión de fuentes de energía renovable y generación mixta; y actividades alternas como el reciclaje y la gestión de residuos.

Varios estudios estiman el número de empleos creados como resultado de los diferentes tipos de inversión en construcciones ecológicas. Antes de presentar tal evidencia, es importante mencionar dos aspectos fundamentales de estos estudios. En primer lugar, los nuevos empleos creados a partir de las inversiones ecológicas no son necesariamente empleos ecológicos. De acuerdo con las definiciones de la OIT un empleo, para ser considerado verde, también debe atender los criterios de un empleo digno. Algunos indicadores del sector de la construcción señalan que existen serias carencias de empleos dignos. En el Cuadro 5 se discute este problema con más detalle.

En segundo lugar, los casos de estudios generalmente informan sobre el impacto bruto de las inversiones en el mercado de la mano de obra. De este modo, una evaluación completa del mercado de la mano de obra también requiere de una evaluación de los efectos netos. Se perderán cierto número de empleos cuando la inversión sea redireccionada a las construcciones verdes, cuando los materiales verdes reemplacen a otros materiales, y así sucesivamente. En la práctica, la sustitución, el presupuesto y los efectos externos no pueden cuantificarse fácilmente.

Considerando la investigación en las nuevas construcciones, Booz Allen y Hamilton (2009), estimaron que la construcción verde en EE.UU. mantuvo más de 2.4 millones de empleos entre 2000 y 2008, y se espera que crezcan hasta 7.9 millones de empleos entre 2009 y 2013. Otro estudio acerca de la industria de la cons-

Categoría de gasto	Impacto	Cantidad (millones)	Multiplicador de empleos	Impacto en el empleo (empleos-año)
Construcción	La cuotas verdes aumentarán los gastos en la construcción	1.0\$	12	12.00
Gasto del consumidor	Debido a las cuotas verdes, los consumidores gastan menos en el corto plazo	-0.6\$	11	-6.60
Ahorros del consumidor	Debido a los ahorros de energía, los consumidores gastan más en el largo plazo	1.0\$	11	11.00
Ingresos perdidos por la provisión de servicios públicos	Los ingresos por la provisión de servicios públicos disminuyen debido a los ahorros de energía	-0.8\$	3	-2.40
Interés por préstamo	Un interés pagado a los bancos por préstamos de construcción	0.3\$	8	2.40
Empleos-año netos: en un total de 20 años				16.40

Tabla 5: Impacto económico neto a 20 años de una inversión de un millón de dólares en mejoras a la construcción verde: Ejemplos ilustrativos

Fuente: Kats (2010)

trucción verde en Brasil, muestra que los empleos relacionados con el enverdecimiento de la construcción, comercialización, mantenimiento y uso de edificios creció de 6.3 por ciento del número total de empleos formales en 2006 a 7.3 por ciento en 2008 (ILO, 2009).

En cuanto a las actividades de modernización, está generalmente aceptado, que por cada millón de dólares invertido en modernización de eficiencia de edificios se generan entre diez y 14 empleos directos, y entre tres y cuatro empleos indirectos. Utilizando un valor de 12.5 empleos por millón de dólares invertidos, un informe reciente (Hendricks et al., 2009) calculó la cantidad de empleos que podrían ser generados si el 40 por ciento del conjunto de edificios disponibles en EE.UU. –unos 50 millones de edificios– es renovado para 2020 con una inversión promedio de 10,000 dólares por proyecto. Esto daría como resultado un valor de mercado de 500,000 millones de dólares, los cuales llevarían a 6,250,000 empleos a lo largo de diez años. La Tabla 5 ilustra la manera en que la economía podría beneficiarse de una inversión de un millón de dólares en construcciones verdes y cómo esto generaría una ganancia neta de 16.4 empleos-año durante 20 años.

Importantes oportunidades de empleo adicionales se generan a partir del diseño de materiales y productos responsables con el medio ambiente y energía renovable. Un estudio realizado por ADEME (2008) en Francia muestra el número de empleos relacionados directamente en la realización de trabajos de aislamiento de muros tipo *'dry-wall'*, que suponen el aislamiento interior de muros, techos y suelos, y el uso de materiales asociados. En 2006, la industria reportaba 9,700 empleos relacionados con estas actividades, y 7,150 empleos relacionados con la producción y aplicación de los materiales correspondientes. Para 2012, se espera que estas cifras crezcan a 21,000 y 15,000 empleos, respectivamente. El mismo estudio concluyó que las actividades de aislamiento de techos, que reportaban 3,050 empleos directos en 2006, se dupliquen para 2012.

El uso de electrodomésticos y componentes ecológicos también tiene un alto potencial en la creación de empleos. Una investigación del Departamento de Energía de EE.UU., estima que tan solo mediante la adopción de normas de uso para lavadoras, calentadores de agua y lámparas fluorescentes, se generarían 120,000 empleos en EE.UU. hasta 2020. En India, la introducción de un único electrodoméstico, una cocina de biomasa eficiente para reemplazar a las cocinas tradicionales en nueve millones de hogares, podría producir 150,000 nuevos empleos, además de enormes beneficios para la salud (UNEP, ILO, IOE, & ITUC, 2008).

La inversión verde asociada a paquetes de estímulo gubernamentales recientes ha impulsado la inversión en construcciones verdes. Se estima que el 13 por ciento del paquete de estímulos en Alemania (alrededor de 105,000 millones de dólares), genere 25,000 nuevos empleos en la industria manufacturera y de la construcción para la modernización de construcciones ya existentes (UNEP, 2009a). Las oportunidades de capacitación en las actividades de modernización también están aumentando, ya que la falta de profesionales capacitados y certificados está demostrando ser un obstáculo importante para la adopción de construcciones verdes, especialmente en países en vías de desarrollo.

En un estudio reciente de Ürge-Vorsatz et al. (2010), se investigaron los efectos netos sobre el empleo de un programa de renovación de eficiencia energética a gran escala en Hungría, con un enfoque particular en edificios residenciales y del sector público ya existentes. El estudio simula cinco escenarios que se caracterizan por dos factores: el tipo o profundidad de las reformas incluidas en el programa, y la velocidad considerada de renovación. El escenario base (BAU) asume una nula intervención y una tasa de renovación de 1.3 por ciento de la superficie total por año. Por otro lado, el escenario de *'Modernización Profunda, tasa de implementación rápida'* supone que el 5.7 por ciento de la superficie total será renovado cada año. Esta investigación demuestra que un programa de renovación de esta magnitud, podría generar hasta 131,000 nuevos empleos netos en Hungría, mientras que un escenario menos ambicioso resultaría en la creación de tan solo 43,000 nuevos empleos aproximadamente. Bajo el escenario de *'Renovación profunda'*, se calcula que la creación de empleos alcanzaría su punto máximo en 2015 con una cantidad de 184,000 nuevos empleos, a pesar de la pérdida de empleos en el sector de suministro de energía. Es importante resaltar que cerca del 38 por ciento de este resultado de ganancias de empleo afecta indirectamente a los sectores que proveen al sector de la construcción, así como es afectado por el mayor gasto energético resultante del aumento previo en el empleo.

Varios estudios han demostrado que las inversiones en construcciones verdes producen un mayor número de empleos de aquellos que son reemplazados en la industria del suministro de energía. Un estudio realizado por Wei, Patadia y Kammen (2010), encontró que los paneles solares (frecuentemente utilizados en edificios verdes) generan 0.87 empleos-año por GWh producido, y que las inversiones en eficiencia energética generan 0.38 empleos-año por GWh ahorrado. Esto es significativamente más alto que los generados por el carbón (0.11 empleos-años por GWh), el gas natural (0.11 empleos-año por GWh), o la energía nuclear (0.11 empleos-año por GWh). Un estudio de David Ro-

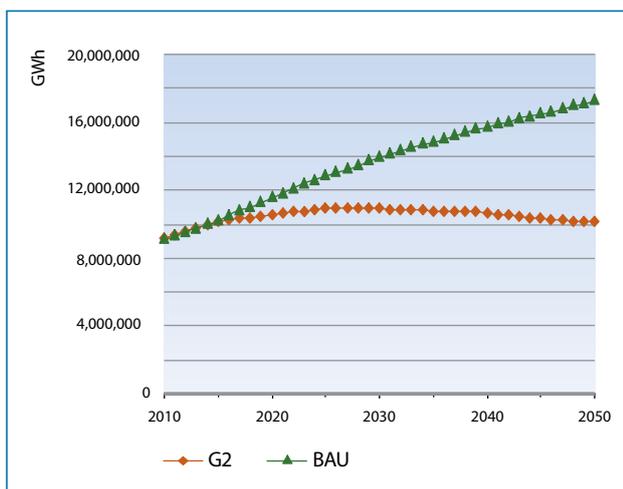


Figura 5: Demanda total de energía por año en el sector de la construcción 2010-2050

Fuente: Simulaciones del modelo GER

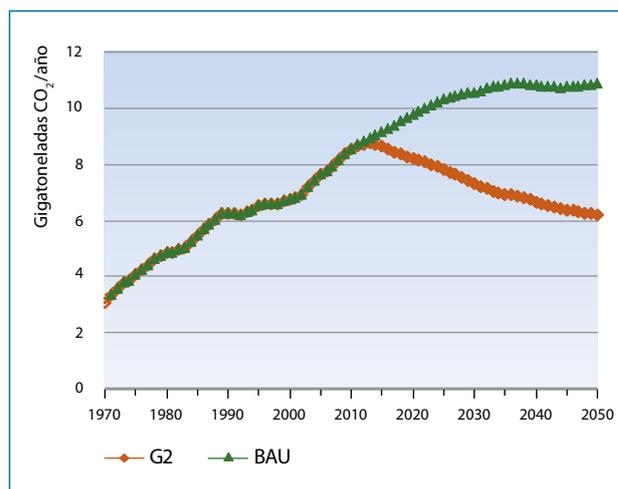


Figura 6: Emisiones totales de CO₂ por año en el sector de la construcción entre 2010-2050

Fuente: Simulaciones del modelo GER

land-Holst (2008), encontró que entre 1976 y 2006, las mejoras en eficiencia energética en California (EE.UU.) crearon 1.5 millones de empleos, cantidad neta de empleos perdidos en las industrias de producción energética. Sin embargo, la OIT (CEDEFOP, 2010) ha reportado pérdidas de empleos en la industria del cemento asociadas a cambios de empleo a otras industrias, lo que refuerza la necesidad de recolocación y actualización de habilidades.

Los estudios referidos en esta sección confirman el potencial de creación de empleos en el sector de la construcción. Si se considerase la enorme demanda de edificaciones nuevas (viviendas de interés social, hospitales, escuelas, etc.) que existe en los países en vías de desarrollo, el potencial es mucho mayor. Además de esto, los programas para el enverdecimiento del sector ofrecerán una valiosa oportunidad para hacer frente a la producción informal y asegurar la creación de empleos verdes dignos, involucrando y actualizando las habilidades de la fuerza laboral tanto del sector formal como informal. Por otro lado, la mayoría de los estudios no contabilizan los empleos perdidos por el redireccionamiento de la inversión a las construcciones verdes que de otra forma se habrían invertido en otros sectores de la economía. También existen una serie de barreras que obstaculizan el potencial de generación de empleos para que la inversión en construcción verde alcance su máximo potencial.

La eliminación de estas barreras, por ejemplo, mediante la aplicación de instrumentos de política adecuados, aumentará la producción económica en general y el empleo neto al incrementar los retornos promedio en toda la economía. Las intervenciones de políticas (detalladas más abajo) también necesitan atender a las limitaciones en la planificación y contratación de pro-

yectos de construcción, y a la falta de capacidades en la industria local.

3.4 Escenarios de inversión para una mayor eficiencia energética en el sector de la construcción

Un análisis comprensivo de la inversión en el enverdecimiento del sector de la construcción investigaría los efectos de la implantación de varias medidas discutidas en la sección anterior, incluyendo nuevos métodos de construcción y proyecto de edificios, así como la modernización de construcciones ya existentes. Conducir tal análisis está, entretanto, limitado por una falta de datos globales, particularmente del área construida y su evolución en los últimos años.

La modelación de los escenarios de inversión verde en este informe incluye un análisis del efecto de una mayor eficiencia energética en los edificios.²³ Este análisis es viable usando datos existentes sobre la energía suministrada al sector de la construcción. Aunque la inversión en eficiencia energética es solamente una parte de entre una serie de inversiones requeridas para el enverdecimiento de las construcciones, constituye un componente principal.

El modelo económico asume que el dos por ciento del PIB global se asigna anticipadamente como inversión adicional en diez sectores verdes (G2) durante el periodo 2011-2050. Los resultados de esta inversión son entonces comparados con los del escenario base (BAU)

²³ La modelación de escenarios de inversión de economía verde se expone a detalle en un capítulo aparte.

Cuadro 6: El efecto rebote

El fenómeno conocido como 'efecto rebote' describe los límites del ahorro de energía alcanzables mediante el aumento de la eficiencia energética de una tecnología dada. Los ahorros financieros derivados de una mayor eficiencia pueden conducir a un mayor uso del mismo producto o al consumo de otros bienes y servicios que a su vez consumen energía. Esto pone de manifiesto la paradoja de Jevons, en la que la eficiencia ganada mediante una nueva tecnología es minada por el incremento en el consumo de recursos asociados a la nueva tecnología. Ejemplos de esto son dejar los focos encendidos pensando que se trata de bombillas de bajo consumo eléctrico, conducir un automóvil más eficiente a mayores distancias o usar el dinero ahorrado en gasolina para adquirir otro automóvil. La paradoja resalta la importancia de acompañar la aplicación de nuevas tecnologías con cambios institucionales y de comportamiento adecuados. El efecto rebote

es ampliamente conocido, aunque su magnitud estimada varía según la actividad, como lo muestran las siguientes estimaciones (UNFCCC 2007a):

- Calefacción de espacios: 10-30 por ciento
- Enfriamiento de espacios: 0-50 por ciento
- Iluminación: 5-20 por ciento
- Calefacción de agua: 10-40 por ciento
- Automóvil: 10-30 por ciento.

El efecto rebote debe ser considerado de manera diferente en países de bajo ingreso, en donde el consumo aumenta desde un *status quo* bajo. En estos casos la eficiencia energética puede contribuir al desarrollo conforme un menor gasto en energía permita a las familias más pobres invertir en otras necesidades de la vida cotidiana.

sin inversión adicional, en un escenario BAU2, en el que se inyecta la misma inversión adicional siguiendo las tendencias previstas en el escenario base (BAU).²⁴ Dentro de este modelo multi-sectorial, al sector de la construcción se le asigna el 0.2 por ciento del PIB mundial para aumentar la eficiencia energética. Visto que las proyecciones del modelo dan como resultado un crecimiento del PIB (en todos los escenarios), esta inversión anual en el modelo G2 continúa creciendo: de 134,000 millones de dólares en 2011 a 389,000 millones de dólares en 2050 (con un promedio anual de 248,000 millones de dólares).²⁵ Estas cantidades son algo inferiores, pero en general comparables en escala con las últimas estimaciones de la IEA y de la OECD (2010).²⁶

La efectividad de estas inversiones en eficiencia energética es simulada en el modelo usando el promedio

de costos de reducción de emisiones estimados por la IEA (2009a) para la introducción de estas medidas en el sector de la construcción. Esto aumentó de 18 dólares/unidad/tCO₂ en 2015 a 58 dólares/unidad/t en 2030, y 166 dólares/unidad/t en 2050, reflejando las expectativas que las medidas para obtener mayores mejoras de eficiencia se volverán más caras con el tiempo.

En un escenario base (BAU), la demanda de energía del sector de la construcción casi se duplica, de 9.4 millones de GWh en 2010 a 17 millones de GWh para 2050 (véase Figura 5). En contraste, los resultados del modelo G2 sugieren la posibilidad de desacoplar la demanda de energía del sector de la construcción del crecimiento económico. En la simulación, el consumo de energía alcanzará su punto máximo de 10.9 millones de GWh en el periodo entre 2025 y 2030, para decaer levemente a 10.1 millones de GWh en 2050, mientras que el PIB continúa creciendo en ese periodo.

En términos de la reducción de la intensidad de la demanda de energía de edificios por unidad de PIB, los resultados de la simulación muestran que en un escenario G2, para 2020, la intensidad disminuirá en un 17 por ciento sobre el valor de referencia de 2010, en comparación con una reducción del cinco por ciento en un escenario base (BAU). En 2030, la reducción de esta intensidad de demanda en un escenario G2 será del 36 por ciento en comparación con un nueve por ciento en un escenario base (BAU). En 2050, el escenario G2 daría como resultado una reducción del 64 por

24 Con el objeto de ser conservador acerca de las reducciones en emisiones proyectadas para el sector de la construcción, los resultados del modelo G2 se comparan únicamente con los del escenario base (BAU). Cuando los resultados del escenario G2 se comparan con los del escenario BAU2, la magnitud de las reducciones de emisiones es más significativa debido a que en el escenario BAU2 se prevé un crecimiento mayor de emisiones que en el escenario base (BAU).

25 Todas las cifras monetarias se encuentran en dólares constantes de 2010 como año de referencia.

26 Como se observa más adelante, los montos de inversión relativamente más bajos aquí presentados conducen a reducciones de emisiones más bajas que las que pronostica la IEA (2010), aunque como se explica, parte de la reducción de emisiones en el escenario G2 se debe a la inversión en energía renovable, la cual no se incluye en los costos presentados para la inversión en eficiencia energética.

Escenarios	Intensidad de emisiones-Emisiones de CO ₂ por PIB (en USD)		Intensidad de carbono-Emisiones de CO ₂ por unidad de consumo de energía	
	Reducción entre 2005 y 2050	Reducción en relación con el BAU para 2050	Reducción entre 2005 y 2050	Reducción en relación con el BAU para 2050
Escenario base (BAU)	-45%	-	-3.2%	-
G2	-76%	-57.0%	-45.0%	-42.8%

Tabla 6: Intensidad de emisiones en las simulaciones del modelo GER

ciento en la intensidad de la demanda de energía en relación con un escenario BAU.

La demanda de energía, entretanto, representa aproximadamente el 30 por ciento del uso de energía para todos los edificios en 2010 (21 por ciento para edificios residenciales, y el 51 por ciento para edificios comerciales). Debido a la falta de datos, no se realizaron simulaciones de las mejoras de eficiencia en el uso de otras fuentes de energía. Por lo tanto, en esos resultados parciales de la simulación, el uso total de energía en el sector de la construcción, que es influenciado en el modelo por el crecimiento económico, continúa creciendo. Se pone de manifiesto que el mayor uso de la energía a partir de fuentes no eléctricas, como el combustible para calefacción, impulsado por el crecimiento económico en los escenarios de inversión verde, es compensado por los ahorros en la demanda eléctrica. Así, el consumo total de energía aumenta de manera similar bajo todos los escenarios. Esto es, en parte, un ejemplo del efecto rebote (véase el Cuadro 6). Cabe destacar, no obstante, que las mejoras en la eficiencia energética a partir de fuentes no eléctricas, las cuales no son reflejadas en el modelo ni en sus simulaciones, deberían implicar un consumo menor de energía bajo cualquier escenario potencial de inversión verde.

Como se mencionó, el escenario de inversión verde modelado incluye un paquete integrado de inversiones en múltiples sectores, los cuales se afectan mutuamente, algunas veces de forma indirecta, por medio de vínculos intersectoriales y efectos de economía general. Por esta razón, los resultados en un sector, como el de la construcción, deben ser vistos como un resultado, tanto de los efectos directos de las inversiones específicas en el sector, de eficiencia energética en este caso, tanto como los efectos indirectos, tales como los que afectan el crecimiento del PIB.

El escenario multisectorial G2 también implica una inversión sustancial en el suministro de energía proveniente de recursos renovables. En el escenario G2, un 0.5 por ciento del PIB ha sido comprometido a fuentes renovables con el objeto de alcanzar las metas establecidas por el escenario Blue Map de la AIE (IEA, 2008).

Aun cuando el uso total de energía en los edificios siga incrementándose bajo cualquier escenario debido al constante crecimiento económico, el nivel de emisiones sería mucho menor debido al incremento de la participación de las renovables.

Las simulaciones (véase la Figura 6) revelan que en 2050, el escenario verde conduce a niveles de emisiones que están 4.7 GtCO₂ por debajo del escenario base (BAU) y aproximadamente 27 por ciento por debajo del nivel de emisiones actuales. En el escenario G2, el nivel absoluto de emisiones de CO₂ se incrementa sensiblemente durante los primeros años de la proyección. Para 2015 recae al nivel de 2010, lo que representa una reducción del 5.5 por ciento en comparación con el base (BAU). Para 2050, las emisiones de CO₂ del sector de la construcción en el mundo, están ligeramente por debajo del nivel de 1990 y están un 43 por ciento por debajo que en el escenario base (BAU).

El resultado más importante de estas proyecciones es que el escenario de inversión verde para el sector de la construcción alcanza reducciones de emisiones sustanciales en comparación con el escenario base, aunque la inversión adicional en el sector de la construcción y a lo largo de la economía conduce a un incremento en el PIB y en la demanda de energía. Esto muestra el potencial del paquete de inversión integrada para reducir la intensidad del carbono mediante el desacoplamiento de las emisiones de CO₂ del crecimiento económico.

La Tabla 6 ilustra la tendencia general para la intensidad de emisiones en relación con el PIB en el sector de la construcción y la significativa reducción proyectada de intensidad de carbono por unidad de consumo de energía resultante de la inversión adicional en el enverdecimiento del sector. Las inversiones modeladas en el escenario G2 contribuyen a una reducción del 45 por ciento en la intensidad de carbono en comparación con 2005, reflejando la estabilización de la demanda de energía por medio de una mayor eficiencia energética.

Cuando consideramos la creación de un mecanismo de límite y comercialización con los precios de carbono ali-

neados a la propuesta nacional de EE.UU. de 2009 (que alcanzaron los 77 dólares por tonelada de CO₂ para 2030 y los 221 dólares para 2050, en dólares constantes de 2010), la reducciones de las emisiones en el sector de la construcción como resultado de un escenario de inversión verde se traducirían en, aproximadamente, 330,000 millones de dólares en promedio anual entre 2012 y 2050.

Finalmente, la eficiencia energética tendrá un impacto en la creación de trabajos y empleos. Se estima que las inversiones en eficiencia energética crean 0.38 empleos-año por GWh ahorrado (Wei et al., 2010). La simulación del modelo del *Informe sobre Economía Verde* (GER, en inglés) así estima que estas inversiones generarían más de 1.2 millones de empleos para 2030, y un total de 2.6 millones de empleos para 2050 bajo el escenario G2. Las inversiones adicionales en el enverdecimiento de los edificios y construcciones de otras

formas, como materiales de construcción más sostenibles, también tienen el potencial de generar empleos. No fue posible incluirlas dentro del modelo de simulaciones, pero es importante considerar que tal cambio posiblemente requerirá inversiones en educación y capacitación de trabajadores, además de otras medidas de transición.

En resumen, los escenarios de inversión verde están limitados en términos de inversiones específicas en el sector de la construcción para eficiencia energética, y no han sido capaces de atraer una gama más amplia de posibles medidas. Sin embargo, los resultados de, incluso, estas simulaciones limitadas revelan los ahorros potenciales en la demanda de energía en los edificios. Cuando se incluyen los efectos del incremento del uso de energías renovables se prevén reducciones sustanciales en emisiones de GEI.

4 Condiciones propicias e instrumentos de políticas

Los desafíos climáticos y del uso de recursos en el sector de la construcción son claros. Existen soluciones tecnológicas para enverdecer el sector con un costo medio que puede ser bajo o negativo. El caso socioeconómico de enverdecimiento del sector es fuerte. Pero el enverdecimiento de los edificios no ha tenido lugar a gran escala ni en los países desarrollados ni en los países en vías de desarrollo.

Además de las limitaciones generales para el avance de las políticas y regulaciones hacia una construcción verde, como aquellas relacionadas con la gobernanza y la capacidad, existen dos obstáculos principales relacionados con (a) limitaciones financieras y (b) estructuras del mercado y la industria. Estos obstáculos se discuten abajo, seguidos de un panorama general sobre los instrumentos y herramientas disponibles. Esto último está basado en investigaciones realizadas por la Universidad Central Europea (CEU, por siglas en inglés) para la Iniciativa de Construcción y Edificios Sostenibles del PNUMA (UNEP SBCI, 2007b), las cuales han considerado estudios de evaluación y revisiones de instrumentos de políticas implementadas en países en todo el mundo. De especial importancia es la relativa eficacia que los instrumentos y herramientas tienen en la consecución de grandes ahorros de energía y reducciones de GEI, así como de su efectividad en costos.

4.1 Obstáculos para enverdecer las construcciones

Los obstáculos para las mejoras ambientales y de eficiencia energética en los edificios pueden ser económicos o financieros, resultantes de costos y beneficios ocultos, fallas de mercado o de una estructura industrial y de mercado específico. También pueden ser obstáculos políticos o estructurales, asociados a restricciones de comportamiento u organizacionales, o vinculadas con limitaciones de acceso a la información y capacitación (PNUMA SCBI, 2007b). El reconocimiento de los dos últimos obstáculos es de especial importancia en el contexto de los países en vías de desarrollo. Los costos ocultos incluyen los costos de transacción relacionados con el aseguramiento de soluciones de uso eficiente de energía y con los riesgos asociados con las tecnologías de sustitución (Westling, 2003; Vine, 2005). Los costos de transacción son con

frecuencia altos debido a la estructura fragmentada del sector de la construcción, en donde a menudo hay muchos pequeños propietarios y agentes. Las fallas de mercado pueden adquirir la forma de incentivos mal asignados, por ejemplo, cuando los inquilinos de un edificio (aquellos que pagan los recibos por servicios) tienen intereses por mejoras ambientales que no son compartidos por los propietarios del inmueble. Si bien los precios bajos de la energía pueden brindar pocos incentivos para que las familias y empresas con recursos económicos suficientes en países desarrollados cambien su comportamiento, en países en vías de desarrollo los subsidios mantienen los precios de la energía a un bajo costo artificialmente y, de esta forma, eliminan cualquier incentivo de cambio.

Limitaciones financieras

Las limitaciones financieras clave están relacionadas con los costos iniciales y los periodos de amortización; al desajuste entre inversionistas y beneficiarios; a la capacidad de pago de los hogares; y a las políticas de los inversionistas acerca de lo que se debe incluir en sus carteras de inversión.

Costo inicial de inversión y periodo de amortización: Aunque el enverdecimiento de los edificios puede realizarse a un costo neto muy bajo o cero a lo largo del tiempo de vida de la inversión, el desembolso inicial de capital adicional, el llamado 'costo inicial' puede actuar como un elemento disuasivo para aquellos que solicitan financiamiento para el enverdecimiento de alguna edificación (propietarios de viviendas, empresas de construcción y pequeños negocios). En países en vías de desarrollo, en donde existe una escasez importante de viviendas, los costos iniciales altos, ya sean reales o percibidos, son a menudo una barrera clave. Además, aún existe una percepción generalizada de que las construcciones de viviendas multifamiliares eficientes energéticamente son mucho más costosas de lo que realmente son: en una construcción nueva es posible alcanzar un 20 por ciento en mejoras en el consumo de energía con costos financieros modestos (Brown & Wolfe, 2007).

Por otra parte, aunque las inversiones en construcciones ecológicas tienen un periodo de amortización relativamente corto (estimado en unos cinco y 10 años), muchos inversionistas privados no invertirían

a menos que el flujo de beneficios netos comience a dar resultados en un par de años. En líneas generales, los programas de construcción verde a gran escala requieren que los gobiernos destinen una cantidad de fondos significativa.

Incentivos divididos: Un obstáculo relacionado tiene que ver con que los beneficios resultantes del ahorro de energía pueden no llegar directamente a las manos de quien realizó la inversión. Por ejemplo, el propietario de un edificio podría ser visto como el responsable de realizar inversiones en eficiencia energética, aunque es el usuario quien puede recibir los beneficios de esta acción en la forma de recibos de pago de servicios más bajos (aun cuando los dueños podrían beneficiarse con rentas más altas si las regulaciones locales lo permiten). Por otro lado, si el propietario es el responsable de pagar los recibos de energía, el inquilino no tendría ningún incentivo directo para invertir en el ahorro de energía.

Capacidad de pago de los hogares: La capacidad financiera es un impedimento crucial, especialmente en viviendas multifamiliares en donde los residentes tienen a menudo ingresos muy bajos. Aunque este grupo poblacional ahorra el porcentaje más alto de su ingreso, es probable que tengan grandes dificultades para pagar inversiones efectivas, particularmente, si estas ofrecen mejores resultados por medio de un enfoque integral, el cual incluye la modernización del exterior del edificio como el aislamiento de la estructura y ventanas, junto al reemplazo de los sistemas de calefacción y aire acondicionado. Los beneficios de un enfoque integral son claros, con mejoras a la eficiencia registradas entre un 50 y un 75 por ciento documentadas, y ahorros del 30 por ciento alcanzados por actividades rutinarias.

Ofrecimiento de instituciones de inversión: Para las instituciones financieras, los proyectos de eficiencia energética en edificios están asociados con frecuencia a los siguientes grandes obstáculos: bajos rendimientos financieros, riesgos crediticios, incertidumbre y dificultades para evaluar el valor financiero agregado de las construcciones verdes. Si los proyectos son a pequeña escala, estos no se ajustan al esquema financiero tradicional. Pero esta situación está también cambiando. Después de la reciente crisis financiera mundial, algunos inversionistas institucionales a largo plazo, como los fondos de pensiones, han comenzado a buscar nuevas clases de activos para volver a equilibrar sus carteras de valores. Las construcciones verdes –modernizadas o construidas nuevamente, así como la fabricación de materiales y equipo relacionados– pueden convertirse en una clase de activo que ayude a la diversificación de las carteras de valores y produzcan ingresos de forma sostenida. Una discu-

sión adicional al respecto puede encontrarse en el capítulo ‘Financiamiento’ en este informe, que incluye un caso de estudio: “El surgimiento de la propiedad responsable como una clase de activo”.

Estructura del mercado y la industria

El mercado de la construcción está altamente fragmentado, dividido entre pequeños propietarios, dueños de propiedades corporativas que administran varios edificios, normalmente en mercados locales o regionales, y autoridades de vivienda pública, las cuales son, en su mayoría, locales. La coordinación entre todos estos actores en la cadena de valor de los edificios y la construcción es poco común. Por ejemplo, las decisiones tomadas durante el estudio de viabilidad y las fases de diseño tendrán un impacto mayor en el nivel de emisiones durante el uso del edificio o fase operacional, pero la tendencia de los estudios de viabilidad tienden a no considerar los costos de funcionamiento a lo largo de la vida útil, dado que estos no son cubiertos por el promotor de la propiedad (UNEP SBCI, 2009b).

Debido a la fragmentación del mercado de la construcción, es difícil hacer uso de un Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), ya que los proyectos de la construcción no ofrecen a menudo compensación suficiente por la reducción de emisiones de carbono, ni compromiso por parte de las partes interesadas. Adicionalmente, dicha fragmentación dificulta el cumplimiento de requisitos mínimos y adicionales. Otros obstáculos incluyen las metodologías y procedimientos del MDL (ver abajo).

Otro aspecto de la fragmentación está reflejado en los diferentes intereses de los servicios y hogares individuales. Por un lado, los propietarios de hogares particulares pueden sentirse atraídos por la alternativa de enverdecer sus casas y de obtener ahorros de energía y beneficios a la salud, mientras que, por el otro lado, las empresas de servicios se enfrentarían a una reducción potencial de sus ingresos por ventas y, por lo tanto, tendrían poco interés en apoyar las inversiones en edificios verdes.

4.2 Instrumentos y herramientas de políticas

Siguiendo el análisis SBCI del PNUMA (2007b), los instrumentos y herramientas de política para el enverdecimiento de los edificios pueden ser clasificados de la siguiente manera:

■ Mecanismos regulatorios y de control, que comprenden:

- Mecanismos normativos-regulatorios como normas, y
- Mecanismos informativos-regulatorios, que operan cuando el usuario final es informado pero no obligado a seguir ciertas recomendaciones (por ejemplo, el etiquetado);

■ Instrumentos económicos o de mercado;

■ Instrumentos e incentivos fiscales; y

■ Información y acción voluntaria.

Estas categorías de instrumentos y herramientas son analizadas abajo en términos de su uso, eficiencia y posible eficacia en diferentes contextos.

Mecanismos regulatorios y de control

Los mecanismos regulatorios y de control se deben supervisar, evaluar y actualizar con regularidad para que permanezcan en sintonía con los desarrollos tecnológicos y las tendencias de mercado. Dichos mecanismos son más fáciles de aplicar en las nuevas construcciones que en las construcciones ya existentes. Ejemplos de estas medidas son: normas para uso de electrodomésticos, códigos de construcción, reglas de contratación, cuotas u obligaciones de eficiencia energética, programas obligatorios de auditorías y programas de manejo de servicios públicos por el lado de la demanda. Ejemplos de su costo-efectividad expresado en dólares/tCO₂ para la mayoría de los casos son los siguientes (UNEP SBCI, 2007b):

■ Normas para uso de electrodomésticos:-65 dólares/tCO₂ para 2020 (EE.UU.),-194 dólares/tCO₂ para 2020 (UE);

■ Códigos de construcción: desde-189 dólares/tCO₂ a-5 dólares/tCO₂ para usuarios finales (Países Bajos);

■ Reglas de contratación: Un millón de dólares en ahorros en compras- 726,000 dólares al año (México);

■ Obligaciones de eficiencia energética:-139 dólares/tCO₂ (Reino Unido);

■ Certificaciones obligatorias y etiquetado:-30 dólares/tCO₂ (Australia); y

■ Programas de manejo de servicios públicos por el lado de la demanda:-35 dólares/tCO₂ (EE.UU.),-255 dólares/tCO₂ (UE).

Las complicaciones derivadas del uso de estos instrumentos regulatorios están relacionadas, principalmente, con una falta de aplicación de las leyes y con el efecto rebote, según el cual el usuario final compra o utiliza la tecnología más eficiente a un nivel mayor que con anterioridad, lo que provoca que las reducciones en las emi-

siones sean desplazadas por un mayor consumo. Esto último ejemplifica un caso en el que los instrumentos antes mencionados deben ser combinados con otros instrumentos para guiar a los usuarios a un uso más eficiente de las tecnologías.

Una mejor aplicación de las leyes requiere tanto de educación como de formación apropiadas, por ejemplo, para los inspectores de construcciones y oficiales que supervisan la compra-venta de inmuebles. Esto está confirmado por los recientes ejemplos de mejoría en la eficiencia energética introducidos en el sector público en México, China, Tailandia, Suráfrica, Kenia y Ghana. El caso de México ha demostrado que cómo introduciendo una *ley de adquisiciones públicas* a escala municipal puede más eficaz como punto de partida antes del lanzamiento de un programa de ámbito nacional.

En el caso de los códigos de construcción aplicados a nuevos edificios en países en vías de desarrollo, las bases para una mejoría pueden recaer a través de esquemas voluntarios, el uso de incentivos y una mejoría en las inspecciones. China ha mostrado cómo las regulaciones de construcción –junto con sistemas de autorregulación voluntarias de mercado para las construcciones ecológicas– pueden convertirse en impulsores clave para asegurar un nivel más alto de construcción energético-eficiente, y el despliegue de tecnologías más sensibles al medio ambiente. Anderson, Iyer y Huang (2004) proponen una fase de implementación estructurada para países en vías de desarrollo, que incluya las provisiones necesarias para estructuras de fiscalización y administración de códigos de edificación, el desarrollo y realización de programas de formación y la construcción de edificios de demostración múltiple.

Los mecanismos regulatorios y de control, especialmente códigos y normas, pueden ser una forma rápida de implementar tecnologías efectivas y mejores prácticas, además de atraer a inversionistas adversos al riesgo (Granade et al., 2009). En la evaluación general sobre eficiencia energética en los códigos de construcción pueden identificarse dos clases principales de códigos de energía: los ‘prescriptivos’ y los ‘basados en el rendimiento’ (Hitchin, 2008; Laustsen, 2008). Aunque los códigos basados en el rendimiento son más complejos en su aplicación, producen un buen número de beneficios. De acuerdo con Hitchin (2008), estos beneficios radican en la flexibilidad para que los formuladores de políticas ponderen distintos aspectos sobre el balance energético en la construcción, incluso posterior a la primera aplicación legislativa; además de la posibilidad de utilizar un procedimiento de cálculo para integrar un esquema de etiquetado para medir el rendimiento energético o auditorías sobre energéticas.

Las *auditorías obligatorias sobre el uso de energía* son una extensión de los códigos de construcción y los procesos

Cuadro 7: Contabilidad y mediciones confiables

Para garantizar que la información sea precisa, existe la necesidad de recolectar datos sólidos acerca del desempeño de las construcciones verdes y de sus costos derivados. Los métodos actuales de contabilidad, incluyen principalmente auditorías sobre el uso de energía y etiquetado, indicadores como *Triple Bottom Line* (TBL)²⁷ y certificados de sostenibilidad. Estas herramientas pueden ser efectivas pero estar hechas a la medida de las necesidades del grupo al que se dirigen. Las auditorías sobre el uso de energía y etiquetado identifican oportunidades para mejorar ambientes de construcción y para dar seguimiento al progreso de las inversiones en eficiencia energética ya existentes. Evidencia reciente respecto a la brecha de desarrollo en uno de los sistemas de certificación Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (LEED, por sus siglas en inglés), ha resaltado la importancia de tales medidas (Murphy, 2009), además de haber dado inicio a una discusión renovada sobre su eficiencia. Los sistemas de certificación de construcción pueden ser estáticos y basarse en estimaciones y supuestos sobre el diseño de la ingeniería; o dinámicos y actualizarse de acuerdo con los cambios en los patrones de uso

de la construcción. Una amplia gama de sistemas de auditoría están disponibles, muchos de los cuales son de carácter voluntario, aunque los gobiernos están favoreciendo cada vez más las auditorías obligatorias como una oportunidad para coleccionar datos y permitir intervenciones justificadas en caso necesario. Un reto importante que plantean las auditorías sobre el uso de energía es el elevado costo administrativo de su aplicación, el cual incluye la consultoría en materia de energía, su supervisión y los costos en recursos y tiempo para el propietario. Las mediciones comparativas (*benchmarking*) sobre el uso de energía, a diferencia de las auditorías, pueden servir como una alternativa de menor costo para identificar el potencial de ahorro de energía. En el proceso de medición comparativa, la energía empleada es medida y comparada con estándares definidos y valores relacionados.

27 El concepto de Triple Bottom Line (TBL), conocido también como 'personas, planeta, ganancias' o 'los tres pilares', representa un conjunto comprehensivo de criterios para evaluar -económica, ecológica y socialmente- el desarrollo de organizaciones y sociedades.

de comisionamiento (UNEP SBCI, 2009b), y enfatizan la importancia de llevar una contabilidad y medición fiables (ver Cuadro 7). En muchos países europeos, los gobiernos han hecho obligatorias las auditorías sobre el uso de energía para sus edificios públicos, así como para otros sectores principales consumidores de energía. La EPBD obliga a que certificados de rendimiento energético sean presentados ante el consumidor durante cualquier operación de compra-venta o arrendamiento de un edificio. También exige que los edificios públicos de ciertas dimensiones den a conocer públicamente sus certificados energéticos, aunque algunos críticos señalan que esta acción no tiene en cuenta la energía real consumida por los usuarios de los edificios, la cual constituye solo una parte del rendimiento total del inmueble (Ries et al., 2009).

Instrumentos económicos y basados en el mercado

Estos instrumentos incluyen la contratación de rendimiento energético, la adquisición cooperativa, esquemas de certificación de eficiencia y de crédito, tales como los mecanismos flexibles²⁸ introducidos bajo la CMNUCC y, más recientemente, los esquemas de límite

e intercambio. Los siguientes son ejemplos de su costo-efectividad (UNEP SBCI, 2007b):

- Adquisición cooperativa: menos de 118 dólares/tCO₂ ahorrados (EE.UU.);
- Eficiencia energética/esquemas de Certificados Blancos: 0.013 dólares/kWh previstos (Francia); y
- Mecanismos de flexibilidad (Kioto): menos de 10 dólares/tCO₂ (Latvia).

La contratación de rendimiento energético involucra a una Empresa de Servicios Energéticos (ESE) como agente de implantación, garantizando ciertos ahorros de energía durante un periodo de tiempo, implementando mejoras y recibiendo una retribución a partir de los ahorros de energía. Empresas de estas características ya existen en los EE.UU., Alemania, China y Brasil. Estas demandan ambientes de respaldo legal, financiero y de negocio que envíen las señales erróneas del precio de la energía por falta de subsidios. Un análisis de la experiencia en Holanda (Keivani et al., 2010), ha mostrado la importancia del apoyo institucional para las ESE, el cual puede facilitar la introducción de medidas que ayuden a reducir costos de consumo de costos de energía para los diferentes actores involucrados, especialmente para los hogares.

28 Dentro de los mecanismos flexibles (referidos como de flexibilidad o mecanismos de Kyoto) introducidos bajo el Protocolo de Kyoto: comercio de emisiones, implementación conjunta y mecanismos de desarrollo limpio, solo los dos últimos son considerados por el sector de la construcción.

Estructuras institucionales avanzadas son también requeridas para el funcionamiento de los esquemas de certificación de eficiencia. El Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) en México, ofrece un 'sello de calidad' para certificar equipos, materiales y tecnologías de uso eficiente de energía. El FIDE es una iniciativa conjunta entre la compañía estatal de suministro de energía eléctrica, el sindicato de trabajadores mexicanos de la electricidad y algunos miembros de la comunidad de negocios (Martínez-Fernández et al., 2010).

El programa Compromiso de Reducción de Emisiones de Carbono del Reino Unido (CRC, por sus siglas en inglés), que opera como un esquema de límite e intercambio, busca reducir los GEI para 2050 en, al menos, un 80 por ciento en comparación con el punto de referencia de 1990 (DECC, por sus siglas en inglés, 2010). Actualmente llamado Esquema de Eficiencia Energética del CRC, se aplica a organizaciones que tienen un consumo de electricidad medido cada media hora mayor de 6.000 MWh por año (equivalente a una cuenta anual de electricidad de cerca de 400.000 a 500.000 libras esterlinas). Esto afecta a organizaciones que caen por debajo del límite propuesto por el Esquema de Intercambio de Emisiones de la UE, y responde por casi el 10 por ciento de las emisiones de carbono en Reino Unido. Tienden a ser organizaciones como hoteles, supermercados, bancos, autoridades públicas locales y nacionales, y adquirieron sus derechos de emisión por vez primera en 2011; cuanto mayor sea su consumo por encima de los 6,000 MWh al año, más tendrá que pagar cada organización. Las organizaciones participantes informarán anualmente acerca de sus avances y pagarán las multas correspondientes por incumplimiento.

Los esquemas de intercambio de créditos de carbono requieren de mediciones y estándares confiables. Una de las razones por las que el MDL bajo el Protocolo de Kioto atrajo tan pocos proyectos de eficiencia energética en construcciones fue la fragmentación del mercado con pocos estándares y casos de referencia que pudieran ser utilizados para determinar el nivel de 'crecimiento' de los insumos agregados. Los altos costos de transacción y la ausencia de una metodología específica para el sector fueron otras de las razones que explican la baja cantidad de proyectos de MDL participantes en países en vías de desarrollo dentro del sector de la construcción. El impacto acumulado del cambio de muchas unidades pequeñas ha sido una complicación adicional. Los proyectos de eficiencia energética para edificios son, con frecuencia, a pequeña escala y utilizan una variedad de medidas para disminuir el consumo general. La necesidad de validar, auditar, supervisar y verificar cada medida genera un esfuerzo enorme y costos adicionales que impactan profundamente a la viabilidad de los proyectos. Otras limitaciones incluyen la meto-

dología para evaluar el impacto de medidas suaves o no tecnológicas (diseño de la construcción, conducta de sus ocupantes). Finalmente, el MDL también tiene limitantes en el sector de la vivienda de bajo ingreso, en donde la escasez energética induce a un bajo consumo de energía y emisiones de carbono (Cheng et al., 2008; Ellis & Kamel, 2007; Schneider, 2007).

Considerando distintas formas de mejorar el uso del esquema de crédito internacional para el sector de la construcción, los socios industriales del SBCI del PNUMA (2007a) promueven seis recomendaciones para incluir en un acuerdo posterior al Tratado de Kioto. Estas enfatizan la necesidad de utilizar indicadores basados en el rendimiento (por ejemplo, consumo de energía por metro cuadrado) junto con indicadores basados en la tecnología, además del uso de estándares comunes y normas de eficiencia energética para la construcción. También, hicieron un llamado para hacer un reconocimiento especial a las viviendas energéticamente eficientes para grupos de bajos ingresos, las cuales ofrecen a la población de escasos recursos el acceso a energía de una manera eficiente, aun cuando los niveles totales de consumo de energía puedan estar aumentando (Ellis & Kamel, 2007).

En abril de 2010, el Gobierno Metropolitano de Tokio (Japón) introdujo el primer esquema de límite e intercambio de derechos de emisión en el mundo para edificios urbanos con una cobertura de 1,400 edificios, incluyendo edificios para oficinas comerciales e instalaciones industriales (World Bank & Padeco Co. Ltd., 2010)²⁹. Al mismo tiempo, el Gobierno Metropolitano de Seúl (República de Corea) dio inicio a un período de pruebas por tres años de un sistema de intercambio de carbono entre 47 agencias públicas administradas por el Estado, con la meta de alcanzar un diez por ciento de reducción de emisiones de GEI (Hee-sung, 2010).

Las mediciones de carbono son una iniciativa internacional reciente para promover la sostenibilidad en el sector de la construcción. Esta iniciativa está siendo desarrollada por el SBCI del PNUMA, el Consejo Mundial de Construcción Verde (World GBC)³⁰ y la Alianza de Construcciones Sostenibles (SB Alliance)³¹. El énfasis se ha centrado en las emisiones de GEI, aunque las me-

29 Establece una meta para 2020 para la reducción de emisiones de carbono en un 25 por ciento (por debajo de los niveles de 2000), con un tope fijo de seis por ciento por debajo de las emisiones de referencia para el primer período de cumplimiento (2010-14) y, posteriormente, un 17 por ciento por debajo de las emisiones de referencia de 2014 a 2020.

30 El World GBC es un sindicato en el mundo de Consejos de la Construcción Verde: Disponible en <http://www.worldgbc.org/>

31 La SB Alliance es una organización internacional que reúne a los principales actores de las industrias de propiedad y construcción, los organismos normativos nacionales y los centros de investigación de la construcción: Disponible en <http://www.sballiance.org/>

Cuadro 8: Herramientas para promover el enverdecimiento de la construcción

Créditos de carbono	En 2005, los proyectos de energía renovable a gran escala representaban el 60 por ciento del total de los proyectos MDL. A pesar de que el sector de la construcción ofrece en teoría grandes posibilidades, aproximadamente el uno por ciento de los certificados fue generado a través de medidas de eficiencia energética por el lado de la demanda (Fenhann & Staun, 2010). Por lo tanto, el potencial para que las construcciones verdes sean elegibles para créditos de carbono necesita ser explorado con más detalle.
Certificados Blancos	Estos certificados, usados en Australia, Francia e Italia, permiten a los propietarios de edificios y a los caseros en zonas residenciales intercambiar sus derechos de emisión de GEI (Ries et al., 2009). En principio, los diferentes esquemas de intercambio promoverán un efecto deseado, por ejemplo, la reducción de emisiones de GEI a un costo mínimo (Bürger & Wiegmann, 2007).
Acuerdos de financiamiento con terceros	Las Empresas de Servicios Energéticos (ESE), mediante el involucramiento en la Contratación de Rendimiento Energético-asimismo llamado Contratación de Rendimiento de Ahorro Energético- de propietarios de edificios, desarrollan, instalan y dan seguimiento a proyectos diseñados para mejorar la eficiencia energética. La compensación por un servicio de una ESE, y a menudo la inversión inicial requerida, están directamente vinculadas al ahorro de energía asociado al proyecto. Por lo tanto, el principal obstáculo para supera el costo inicial es solventado al permitir ahorros de energía futuros como pago de la inversión (Bleyl-Androschin & Schinnerl, 2008).
Incentivos	Estos pueden ser integrados en el sistema tributario para dar créditos a los propietarios de viviendas por la adopción de medidas de ahorro de energía específicas en lugar del desempeño de todo el edificio. El Programa de Ahorro de Energía en Austin (Texas, EE.UU.) mantiene actualmente a más de 1,000 sistemas particulares de energía solar, así como alrededor de 70 de tipo comercial, y varias docenas de sistemas administradas por municipios, los cuales proporcionan en total más de cuatro MW en capacidad de generación de energía (Austin Energy, 2010).
Sistema de canon-rebaja	Esta nueva forma de incentivo de crédito se encuentra actualmente en prueba y se basa en un impuesto sobre el carbono o bien un impuesto sobre las huellas de carbono de una construcción o sobre cuotas de certificación de ventas. Los sistemas de canon-rebaja recompensan a los propietarios de viviendas que mantienen sus hogares con un consumo energético eficiente o llevan a cabo mejoras antes de su venta. Pagan menos o sus cuotas son canceladas, reembolsadas o convertidas en créditos tributarios. Bajo este sistema, los ingresos fiscales no se pierden ya que el sistema de canon-rebaja se paga por sí mismo, ya que las cuotas más altas compensan por las cuotas más bajas. El nivel del sistema canon-rebaja también puede ser ajustado conforme a estándares de eficiencia más altos y prepararse a medida que más propietarios de construcciones rebasen los requerimientos mínimos.
Hipotecas verdes	Los créditos basados en la eficiencia energética de los hogares son considerados como parte de la hipoteca, con lo que se permite a las personas financiar mejoras de eficiencia energética en sus propiedades (Hendricks et al., 2009).
Equidad financiera o capital externo	Se utiliza para el financiamiento de proyectos de alto riesgo a través del cual los desarrolladores venden la mayor parte de su propiedad a entidades que cuentan con los recursos suficientes para financiar el proyecto. Tiene como desventaja el ceder parte del control sobre la gestión del proyecto.
Fondos reembolsables	Los préstamos pueden ser reembolsados con el flujo de caja obtenido a partir de los ahorros de energía. Los préstamos reembolsados financian de esta manera nuevos proyectos de eficiencia energética. Por ejemplo, en Hungría, el Esquema 'Polonia y Hungría: Ayuda para la reestructuración de sus economías' (PHARE) de Co-Financiamiento de Eficiencia Energética (ECFEE), proporciona créditos sin intereses a través de un fondo rotatorio con un presupuesto total de cinco millones de euros para proyectos de eficiencia energética (EuroACE, 2005).

didadas estandarizadas también comprenderán residuos, agua, calidad del aire en interiores y rendimiento financiero (UNEP SBCI & WRI, 2009; UNEP SBCI, 2009a).

Instrumentos fiscales e incentivos

Estos instrumentos incluyen impuestos a la energía y el carbono, exenciones y descuentos, cargos por beneficios públicos, y subsidios al capital, préstamos, préstamos subsidiados y reembolsos. En el Cuadro 8 se proporcionan algunos ejemplos y más detalles. Los instrumentos están dirigidos al consumo de energía y/o a los costos de inversión inicial. Ejemplos de su costo-efectividad incluyen (PNUMA SBCI, 2007b):

- Exención de impuestos: Relación Beneficio/Costo 1:6 para nuevas viviendas (EE.UU.);

- Cargos por beneficios públicos: menos 53 dólares/tCO₂ a menos 17 dólares/tCO₂ (EE.UU.); y

- Subsidios: Relación Beneficio/Costo 12:1 (Brasil), menos 20 dólares/tCO₂ (Dinamarca).

Los impuestos pueden reforzar el impacto de otros instrumentos como las normas y subsidios, afectando todo el ciclo de vida del edificio y haciendo las inversiones energéticas eficientes más lucrativas. Ofrecen a los gobiernos la posibilidad de invertir ingresos procedentes de los impuestos en mejoras de construcción verdes. El reto en su implementación permanece en la baja elasticidad de los precios de la demanda, dependiendo de cómo los hogares gastan su renta disponible y de la oferta de tecnologías sustitutivas.

Los préstamos y subsidios son muy apropiados para hogares de bajo ingreso, los cuales tienden a no hacer inversiones en eficiencia energética aun teniendo acceso al capital para hacerlo. Al proporcionar préstamos y subsidios sin condicionantes, los gobiernos pueden ofrecer capital directo en lugar de acceso al capital (UNEP, 2009b). Los préstamos también son muy apropiados para alentar a los innovadores y a las pequeñas empresas que invertirían en Investigación y Desarrollo (I+D) pero que encuentran muchas dificultades en el acceso al capital procedente del mercado. Por ejemplo, la autoridad de energía danesa llegó a un acuerdo con la industria del vidrio para desarrollar ventanas reforzadas de alta eficiencia (de T'Serclaes, 2007). Bajo el esquema Premium de Energía, la agencia holandesa de energía proporcionó préstamos a edificios evaluados por introducir medidas de ahorro de energía (Keivani et al., 2010).

Para los hogares de ingreso medio y alto, los préstamos preferenciales serían más apropiados para aquellos que desean llevar a cabo mejoras de eficiencia energética. Estos pueden ser subsidiados a través de una Asociación Público-Privada (APP), en donde los gobiernos brindan incentivos fiscales a los bancos, quienes a su vez establecen tasas de interés bajas para sus clientes. Por ejemplo, KfW, un banco alemán de desarrollo, lanzó préstamos preferenciales usando un mecanismo de doble filo para financiar los préstamos mediante la exención de impuestos públicos para inversiones en proyectos de eficiencia y subsidios públicos directos (de T'Serclaes, 2007).

En el caso de los esfuerzos comerciales a gran escala para el enverdecimiento, la introducción de tarifas reducidas y exenciones de pago pueden resultar de gran ayuda para la adopción de medidas ecológicas para la construcción. Por lo general, las cuotas de permisos y construcción son obstáculos importantes para nuevos proyectos de desarrollo –ya sean verdes o de otro tipo– ya que dichas cuotas son montos considerables y deben ser pagados con anticipación. La reducción o exención de estas cuotas cuando un edificio cumple con ciertos criterios ecológicos ayudaría a estimular el desarrollo de edificios verdes.

Otra medida efectiva para los promotores es una reducción o congelamiento temporal de los impuestos sobre la propiedad vinculados con el rendimiento energético de la construcción. Estas recompensas pueden ser usadas para cubrir cualquier costo adicional en el que se pueda incurrir por cumplir ciertas medidas de construcción verde, lo que significa que una construcción ecológica no debería tener un costo mayor al de una construcción convencional. Por ejemplo, el Departamento de Energía del Estado de Oregón (EE. UU.) ofrece créditos fiscales de energía a empresas que

invieran en la conservación y reciclaje de energía, en recursos de energía renovable y en reducciones al uso de transporte relacionado al uso de energía tanto en proyectos de modernización como de nueva construcción. El Crédito de Impuestos de Energía para Negocios representa el 35 por ciento de los costos elegibles del proyecto, el costo incrementado del proyecto por encima de la norma industrial. Desde que se introdujo dicho esquema, se han concedido más de 7,400 créditos de impuestos de energía (Departamento de Energía de Oregón, 2010). Las exenciones y reducciones fiscales son eficientes para estimular ventas iniciales de tecnologías alternativas. Lo importante es que los créditos fiscales sean lo suficientemente altos como para fomentar un incentivo real.

Los cargos por beneficios públicos son una forma especial de impuesto sobre la energía, cuyos ingresos se invierten en mejoras a la eficiencia. En Brasil, por ejemplo, se exige a todos los servicios públicos de distribución gastar por lo menos el uno por ciento de sus ingresos en mejoras en eficiencia energética. Los gobiernos también pueden exigir a las empresas prestadoras de servicios públicos que adopten un modelo de negocio basado en la entrega de servicios energéticos (que incluyan las mejoras en la eficiencia) en lugar de ofrecer únicamente la energía por sí misma.

Finalmente, y a través de varias de las categorías mencionadas anteriormente, las instituciones financieras del sector público también juegan un rol importantes para ayudar a superar los obstáculos crediticios. Con el respaldo de los gobiernos ayudan a las instituciones financieras locales a compartir el riesgo asociado a los proyectos de eficiencia energética. Por ejemplo, el Banco Asiático de Desarrollo (ADB, por sus siglas en inglés) ha apoyado a construcciones verdes y otros programas de eficiencia energética mediante esquemas parciales de crédito garantizado (UNEP, 2009b). Se espera que el total de las inversiones, respaldadas por préstamos garantizados, dirigidas a las nuevas construcciones verdes eficientes energéticamente y a las modernizaciones a edificios ya existentes exceda los 150 millones de dólares para 2012 (ADB, 2009).

Fomento de capacidades, información y acción voluntaria

Esta categoría de instrumentos incluyen la certificación voluntaria y los programas de etiquetado, los acuerdos voluntarios y negociados, las iniciativas de liderazgo público, el incremento de concientización y la educación, así como tarifas detalladas y programas de divulgación. Los siguientes son ejemplos de su costo-efectividad (UNEP SBICI, 2007b):

■ Etiquetado voluntario: 0.01-0.06 dólares/kWh (EE. UU.);

■ Programas de liderazgo: ahorros de 13,500 millones de dólares para 2020 (UE) menos de 125 dólares/tCO₂ (Brasil); e

■ Iniciativas de información e incremento de concienciación: ocho dólares/tCO₂ para programas de Confianza Energética (Reino Unido).

Las *etiquetas* de construcción internacional son una fuente de inspiración. Passivhaus y Minergie han logrado promover diferentes combinaciones de medidas para alcanzar metas nacionales y objetivos de política para las construcciones verdes dentro de los países desarrollados. Sin embargo, al aplicar el sistema de etiquetado en países en vías de desarrollo es evidente que éste debe ser adaptado a las condiciones geográficas y culturales locales.

Los *estándares* y etiquetado sobre el uso y rendimiento de electrodomésticos también son importantes en el enverdecimiento del sector de la construcción (Meyers, McMahon y Atkinson, 2008). Entre los más antiguos y comprensivos se encuentran las Normas Federales Mínimas de Eficiencia Energética de EE.UU. (MEPS, por sus siglas en inglés); el programa de etiquetado comparativo implementado por la UE (Directiva de Consejo y Parlamento Europeo 2010/30/UE y el programa de promoción del etiquetado de EE.UU. (US Energy Star). Un ejemplo de programa de etiquetado voluntario en países en vías de desarrollo es el de las normas de eficiencia energética para el aire acondicionado y refrigeradores introducidos en Tailandia.

El sector público, que puede incluir tanto a edificios de uso doméstico como institucionales, es único en cuanto a que puede considerarse como un ejemplo a seguir para alcanzar metas ambientales. Los *programas de liderazgo público* pueden reducir costos en el sector público y ofrecer una demostración de las nuevas tecnologías que pueden ser adoptadas por el sector privado. En Alemania, se ahorró un 25 por ciento de energía en el sector público durante 15 años. En Brasil, en donde la agencia gubernamental PROCEL proporciona fondos para modernizaciones en edificios gubernamentales, se han ahorrado 140 GWh cada año (UNEP SBCI, 2007b).

Algunos países desarrollados han liderado el tránsito por la vía de la contratación pública ecológica para impulsar la transformación verde en el sector de la construcción. Una encuesta reciente de PricewaterhouseCoopers (PwC) realizada en siete países europeos concluyó que las metas de reducción energética han sido puestas en marcha por, al menos, dos terceras partes de todas aquellas agencias de contratación encuestadas en cada país, con un alcance del 100 por cien en Reino Unido y Alemania. Los requisitos más comunes

fueron el doble reforzamiento de cristales y normas de aislamiento. Además, el estudio sugiere que allí en donde se empleó la contratación verde se alcanzó una reducción del 70 por ciento de emisiones de CO₂ por unidad funcional, mientras que los costos del ciclo de vida se redujeron en un diez por ciento (PricewaterhouseCoopers, Significant and Ecofys, 2009).

Un ejemplo de *programas de facturación y divulgación* es el medidor de tarjeta inteligente para prepago de electricidad. Similares a los instrumentos de información, estos pueden ser orientados de forma particularmente efectiva en los hogares. El uso de estos medidores de tarjeta inteligente en los hogares ha demostrado su valía recientemente en Suráfrica, en donde los apagones en el suministro de energía eléctrica han ocasionado que el Gobierno y las empresas proveedoras de servicios públicos de energía presten mayor atención a la gestión energética por el lado de la demanda. Más aún, los medidores inteligentes proporcionan a los clientes información en tiempo real, lo cual puede ayudar a reducir la demanda de energía hasta en un cinco y diez por ciento.

Respecto a la *educación y la capacitación*, es evidente que la transformación verde del sector de la construcción requiere del apoyo de un gran número de profesionales cualificados. Aunque en los países desarrollados ya hay una masa crítica de tales profesionales, en muchos países en vías de desarrollo aún no se cuenta con el conocimiento y la destreza necesarios para el desarrollo e implementación de códigos y normas de construcción, normas para uso de electrodomésticos, diseño de edificios verdes, auditorías sobre el uso de energía, del etiquetado y la certificación y de la operación y gestión (OyG) eficiente de la energía. El Centro Europeo para el Desarrollo de la Vocación Profesional (CEDEFOP, por sus siglas en inglés, 2010), enumera las siguientes nuevas habilidades requeridas para la industria de la construcción:

■ Conocimientos de nuevos materiales, tecnologías y soluciones técnicas adaptadas a la eficiencia energética;

■ Conocimiento transdisciplinario sobre cuestiones de energía;

■ Comprensión de otras ocupaciones relacionadas con la renovación de construcciones; y

■ Asesoramiento/recomendación al cliente para satisfacer las demandas del mercado.

Una Lista de Habilidades Ecológicas preparada por el Gobierno de Reino Unido (DEFRA, por sus siglas en inglés, Reino Unido y Pro Enviro Ltd, 2009) anotó las siguientes áreas a desarrollar para el sector de la construcción: ges-

tión de energía en la construcción, integración de energía renovable, construcción eficiente energéticamente, gestión de instalaciones (incluyendo el tratamiento de aguas y residuos), así como auditoría sobre el uso de energía en las construcciones y la valoración del carbono. Dinamarca está desarrollando una respuesta estratégica para el desarrollo de habilidades para la cadena de valor en el sector de la construcción con base en su Estrategia para la Reducción del Consumo de Energía en Edificios (CEDEFOP, 2010). En Tailandia, el Ministerio de Energía ha lanzado una iniciativa para la capacitación de técnicos en la gestión de energía, en la tecnología y sistemas de uso final de energía en edificios y empresas. La capital de la región de Bruselas ha creado un Centro de Referencia para la Construcción, anticipándose a la escasez de habilidades a corto plazo, con lo que se han iniciado programas de capacitación para incrementar la oferta de mano de obra cualificada en la industria de la construcción ecológica (Martínez-Fernández et al., 2010). Por ejemplo, se ofrecen cursos en impermeabilización, eficiencia energética y tratamiento de materiales. Como parte de su Segundo Plan Maestro de Construcción Verde, la Autoridad en Edificación y Construcción de Singapur (Singapur BCA, 2009) anunció un marco de capacitación comprehensiva dirigido a la educación de cerca de 18,000 profesionales del diseño, construcción y mantenimiento de edificios verdes durante los próximos diez años.³²

Evaluación de los instrumentos políticos

El análisis del SBCI del PNUMA (2007b) concluyó, tras analizar 80 casos de estudio, que las medidas regulatorias y de control son probablemente la categoría más efectiva, así como la más rentable, al menos, en los países desarrollados. Los préstamos y créditos fiscales son particularmente necesarios en países en vías de desarrollo debido a que el costo inicial es un obstáculo que a menudo evita que se desarrollen mejoras en la eficiencia energética. Las exenciones fiscales aparecen como la herramienta más efectiva en la categoría de instrumentos fiscales. Los subsidios, préstamos y créditos fiscales también pueden ayudar a alcanzar grandes ahorros, aunque su costo para la sociedad puede ser muy alto. También se concluyó que los instrumentos financieros son habitualmente los más efectivos si se aplican en un paquete junto con otros instrumentos, como podrían ser el etiquetado en combinación con la exención fiscal.

Los resultados del estudio SBCI PNUMA, así como de la base de datos de las Medidas de Utilización Racio-

nal de la Energía (MURE, por sus siglas en francés)³³, parecen contradecir las expectativas generales, especialmente las referidas a la alta eficacia y eficiencia de los instrumentos regulatorios en comparación con los instrumentos económicos. Estos hallazgos son probablemente específicos para el sector de la construcción, si se consideran los obstáculos a los que se dirigen los instrumentos de política específicos. Los instrumentos regulatorios y de control son particularmente eficientes en el tratamiento de dos obstáculos importantes dentro del sector de la construcción, a saber, los costos ocultos (costos de transacción) y las fallas de mercado.

Los gobiernos estarían bien aconsejados si consideran combinaciones de instrumentos de política, un acercamiento que podría dar lugar a efectos sinérgicos y a un mayor ahorro. Por ejemplo, las normas sobre el uso de electrodomésticos combinadas con un sistema de etiquetado y créditos fiscales resultan en incentivos de inversión que van más allá del nivel mínimo requerido por la norma de eficiencia energética. Además, el etiquetado de productos energéticamente eficientes puede ser un factor crítico al permitir que los incentivos financieros como los préstamos, los subsidios y los créditos fiscales sean más eficaces. En EE.UU., las regulaciones obligatorias de eficiencia energética son combinadas con un sistema de etiquetado voluntario y créditos fiscales tanto para productores como para consumidores. Esta combinación ayuda a eliminar a los productos menos eficientes a la vez que compensa a los fabricantes por el incremento de algunos costos de producción a través de créditos fiscales y primas obtenidas por diseños Energy Star.

Los obstáculos que son especialmente importantes en países en vías de desarrollo son "los precios subsidiados que no reflejan los costos de la energía, la falta de concientización sobre la importancia y el potencial de la eficiencia energética, falta de financiamiento, falta de personal cualificado y niveles insuficientes de servicio de energía" (UNEP SBCI, 2007b). Varios países en vías de desarrollo han adoptado legislaciones en materia de eficiencia energética en los edificios. Se requieren de condiciones especiales y propicias que apoyen medidas de construcción verde en países en vías de desarrollo para:

- Ajustar el precio real de la energía de tal forma que la mayoría de las inversiones en eficiencia energética sean rentables;
- Asistencia técnica y capacitación;

32 Para más información y casos de estudio: Second Green Building Masterplan, Inter-Ministerial Committee on Sustainable Development (2009); A lively and liveable Singapore: Strategies for sustainable growth. Ministry of the Environment and Water Resources (MEWR) and Ministry of National Development (MND), Singapur.

33 La base de datos MURE, desarrollada por expertos europeos, provee una descripción *on-line* y evaluación sintetizada de las medidas de política adoptadas para lograr la eficiencia energética en los Estados miembros de la UE. Disponible en <http://www.isisrome.com/mure/>

- Proyectos de prueba e información que fomenten la confianza;
- Asesoría financiera o mecanismos de financiamiento;
- Medidas regulatorias, como las auditorías obligatorias en combinación con incentivos como subsidios o recompensas;
- Supervisión y evaluación (solicitando datos de referencia);
- Institucionalización (por ejemplo, estableciendo agencias de energía independientes de las empresas proveedoras de servicios públicos); y
- Adaptación a las condiciones locales, incluidas el clima y la cultura.

Claramente, adaptar las prioridades de instrumentos de estímulo a su contexto es crítico. En los países en vías de desarrollo, el primer paso puede introducir normas no obligatorias que actúen como plataformas educativas. El siguiente paso podría incluir normas obligatorias que excluyan los productos menos eficientes del mercado. Los subsidios y deducciones fiscales que ofrezcan un incentivo para la sustitución de equipos viejos por nuevos y más eficientes también son un posible paso. Al mismo tiempo, el liderazgo público y la contratación de rendimiento energético pueden desempeñar un rol clave en los proyectos de vivienda pública.

En los países desarrollados, las normas obligatorias y las acciones regulatorias son el comienzo, seguidas de deducciones para modernización e hipotecas verdes.

Una estructura integrada de políticas que combine instrumentos regulatorios, como normas o auditorías obligatorias en ciertos edificios, el desarrollo de capacidades, entrenamiento e información acerca de las construcciones, así como proyectos de demostración combinados con incentivos (fiscales o de otro tipo), tiene mayor posibilidad de reducir las emisiones de GEI en los países en vías de desarrollo. Los siguientes instrumentos de política, por ejemplo, pueden combinarse de manera efectiva (PNUMA SBCI, 2007b):

- Normas, etiquetado e incentivos financieros;
- Instrumentos regulatorios y programas de información; y
- Programas de liderazgo público y contratación de rendimiento energético (EPC, por sus siglas en inglés) en el sector público.

En la evaluación del impacto de los instrumentos tienen en países en vías de desarrollo es importante tener en cuenta que las iniciativas dirigidas a los servicios restringidos de energía no tienen como objetivo reducir su consumo, sino más bien garantizar que existan más servicios de energía accesible y asequible con los recursos disponibles.

5 Conclusiones

El sector de la construcción debería ocupar un lugar central en cualquier intento por utilizar recursos de una manera más eficiente. Las construcciones consumen gran parte del suministro energético en el mundo, pero las oportunidades para mejorar la eficiencia energética son enormes y este sector posee el mayor potencial, más que ningún otro sector tratado en este informe, a la hora de reducir las emisiones mundiales de GEI. También se pueden obtener grandes beneficios a partir de un enfoque más amplio y holístico en el sector de la construcción; una perspectiva de ciclo de vida, que incluya cada etapa, desde el diseño del edificio y la extracción de los recursos necesarios hasta su construcción y utilización, pasando por su desuso, eventual demolición, y reciclaje o eliminación de los materiales de construcción. El impacto ambiental más importante de las construcciones radica en su demanda energética derivada del uso de inmueble a lo largo de décadas o incluso siglos. Como resultado, el diseño y el uso de construcciones eficientes en términos energéticos son elementos clave para la mitigación del cambio climático y la transformación hacia una economía verde en el mundo.

Tanto las nuevas construcciones como la modernización de edificaciones ya existentes ofrecen un potencial considerable de reducción de GEI y beneficios ambientales a bajo costo.

Los patrones de consumo de energía y emisiones, así como las tendencias futuras previstas, varían ampliamente entre los países desarrollados y en vías de desarrollo. Las principales regiones del mundo necesitan aplicar estrategias de construcción verdes que sean apropiadas de acuerdo con sus circunstancias particulares. Para los países desarrollados, en donde se concentra la mayor parte del conjunto de edificios existentes, la prioridad es poner en marcha medidas e incentivos que permitan inversiones a gran escala en programas de modernización, que no solo conllevan beneficios derivados del ahorro de energía sino también un alto potencial de creación neta de empleos. Para los países en vías de desarrollo, especialmente aquellos cuyas economías presentan un rápido crecimiento y están experimentando un auge en el sector de la construcción, la prioridad es garantizar que las nuevas construcciones sean verdes, por medio de inversiones en la tecnología disponible más adecuada, ya sea de corte tradicional o alta tecnología; o mediante opciones de diseño, evitando así cualquier posible asignación ineficiente de recursos que resulte en un conjunto de edificios con bajos rendimientos ecológicos y de consecuencias negativas a largo plazo.

En ambos casos, modernización o nueva construcción, los periodos de amortización de la inversión en eficiencia energética son razonablemente cortos y ofrecen un retorno de inversión significativa a medio y largo plazo. En términos generales, las inversiones agregadas en eficiencia energética para construcciones, son compensadas con ahorros de hasta la mitad en el nivel de consumo de energía durante 20 años. Estos ahorros son -en muchos casos- suficientes para justificar nuevas inversiones en el proceso de enverdecimiento del sector, más allá de las externalidades positivas asociadas con la mitigación del cambio climático. El enverdecimiento también brinda oportunidades de mejorar la eficiencia en el uso del agua, materiales y tierras, y así evitar riesgos asociados con el cambio climático y sustancias peligrosas.

El proceso del enverdecimiento de los edificios y su posterior uso ofrece una amplia gama de beneficios sociales directos, incluyendo mejoras en la salud, mayor productividad y bienestar de aquellos que viven y trabajan en las edificaciones; así como la creación de empleos en la construcción, mantenimiento y suministro de energía, agua y saneamiento.

El incremento en la productividad de los empleados que trabajan en edificios verdes puede resultar en ahorros en costos en la mano de obra que pueden llegar a ser mayores que los ahorros en costo de energía, los cuales son ya de por sí sustanciales. La construcción de edificaciones verdes nuevas, la modernización de las ya existentes, acompañada del uso de materiales y productos para su construcción; y un suministro de energía y mantenimiento más eficiente energéticamente, también pueden proporcionar beneficios en términos de empleo neto y trabajo digno. Si bien la industria de la construcción tiene una imagen negativa en muchos países en relación con los derechos de sus trabajadores, la construcción verde brinda una oportunidad para utilizar una mejor capacitación e incrementar las habilidades de gestión e inspección para optimizar la calidad de los empleos.

La mejora en la salud y los beneficios en la calidad de vida que proporcionan los edificios verdes son igualmente significativos. En comunidades en vías de desarrollo, en donde la mayor parte de la energía de uso doméstico es empleada para cocinar, el uso de aparatos más eficientes (estufas limpias) puede aportar grandes beneficios económicos en forma de menores gastos relacionados con el tratamiento de problemas de salud como resultado de la disminución de enfermedades, incremento en la productividad y ahorro de tiempo. Los

beneficios a través de medidas muy simples como el reemplazo de combustibles sólidos por electricidad en viviendas informales de bajo costo son particularmente notables si se tienen en cuenta los devastadores efectos que la contaminación de interiores tiene sobre la salud de mujeres y niños.

Un mejor sistema regulatorio y de control, precios de energía ajustados para internalizar costos externos y otros instrumentos de políticas, como las exenciones fiscales y préstamos, son necesarios para superar obstáculos persistentes como las fallas de mercado y los precios que no reflejan el costo real de la energía, en particular.

A pesar de estas oportunidades, el nivel de inversión en construcciones verdes se mantiene rezagado debido a presuposiciones sobre los costos adicionales como primas de costo asumidas que son exageradas, y a una serie de obstáculos que van desde limitaciones financieras hasta la estructura fragmentada de la industria. Si bien algunos obstáculos están relacionados con los costos y beneficios ocultos y con fallas de mercado, otros tienen que ver con comportamientos culturales, falta de concientización y de capacidad.

Para intentar responder a estas cuestiones y crear un entorno más propicio, los gobiernos necesitan hacer un inventario y determinar el conjunto más apropiado de instrumentos políticos, considerando mecanismos regulatorios y de control, instrumentos económicos y de mercado, instrumentos e incentivos fiscales, así como información y acciones voluntarias. Considerando particularmente los obstáculos relacionados con costos ocultos y fallas de mercado a los que se enfrenta la industria de la construcción, un análisis de casos en el mundo sugiere que las medidas regulatorias y de control son probablemente las más eficaces y rentables cuando son aplicadas adecuadamente. Este es particularmente el caso de los países desarrollados.

Los instrumentos regulatorios y de control pueden combinarse con otros instrumentos para lograr un mayor impacto, considerando las realidades locales como

el nivel de desarrollo del mercado local y el nivel de ingreso de los hogares implicados. Entre los instrumentos fiscales, las exenciones fiscales parecen ser las más eficaces, mientras que los subsidios, préstamos y créditos pueden lograr grandes ahorros de energía en países en vías de desarrollo al ayudar a las organizaciones y familias a superar barreras de inversiones o costos iniciales. Ejemplos de Brasil y Tailandia han mostrado tasas de costo-beneficio altas con respecto al uso de subsidios y préstamos para apoyar mejoras en la eficiencia energética, en combinación con auditorías obligatorias, campañas de concientización, formación y entrenamiento para el desarrollo de capacidades y mayor confianza en el uso de nuevas tecnologías. Al mismo tiempo, un reto particular en los países en vías de desarrollo consiste en reducir la cantidad de precios subsidiados que no ayudan a reflejar los costos reales de la energía.

Frente a la demanda global de más y mejores viviendas e instalaciones, los gobiernos pueden actuar en todos los niveles, por ejemplo, a través de la contratación pública o con esquemas de vivienda verde.

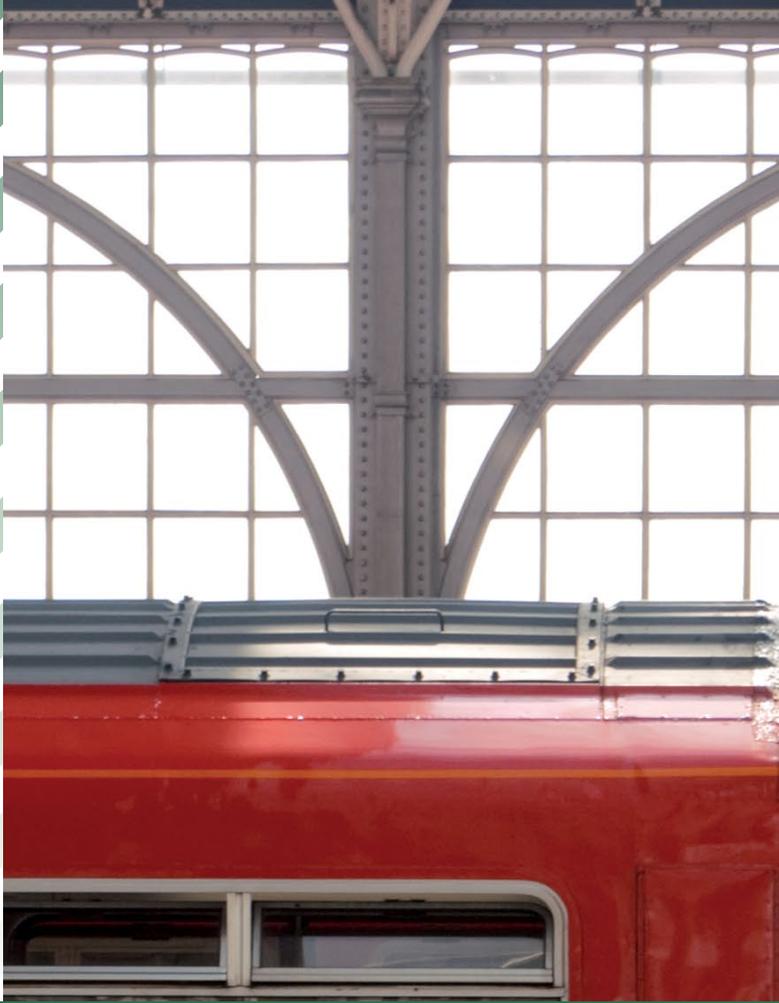
Finalmente, los gobiernos pueden definir un ejemplo de liderazgo al emplear contrataciones públicas en la construcción y gestión de sus instalaciones para impulsar el enverdecimiento del sector de la construcción. Experiencias en México y China han demostrado de qué forma los programas de mejoramiento de eficiencia energética en el sector público pueden ser impulsados a través de presiones inmediatas por altos precios de la energía e interrupciones en el suministro. Los activos públicos, ya sea en la forma de edificios gubernamentales, hospitales o escuelas, cuentan con una amplia gama de posibilidades para apoyar las medidas que faciliten el enverdecimiento del sector y que se traducirían en un uso más eficiente de recursos y menores emisiones de GEI, mayor productividad y menor nivel de enfermedades por contaminación de interiores. Además, los esquemas de viviendas de protección social apoyadas por el gobierno ofrecen una oportunidad de combinar beneficios socioeconómicos y ambientales en el diseño y construcción de viviendas individuales o multifamiliares.

Referencias

- ADB. (2009). *Investing in sustainable infrastructure: Improving lives in Asia and the Pacific*. Manila: Asian Development Bank. Retrieved from <http://www.adb.org/Documents/Reports/Sustainable-Infrastructure/pdf>
- ADEME. (2008). *Activities related to renewable energy and energy efficiency: Markets, employment and energy stakes 2006-2007: Projections 2012*.
- Anderson, J., Iyer, M. & Huang, Y. J. (2004). *Transferred just on paper? Why doesn't the reality of transferring/adapting energy efficiency codes and standards come close to the potential?* (Proceedings of the 2000 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings).
- Anderson, J., Shiers, D. & Steele, K. (2009). *The green guide to specification: An environmental profiling system for building materials and components*. UK: IHS BRE Press.
- ASHRAE. (2005). *Handbook of fundamentals*. Atlanta: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Aumann, D., Heschong, L., Wright, R. & Peet, R. (2004). Windows and classrooms: Student performance and the indoor environment. *Proceedings of the 2004 ACEEE Summer Study*, 7(1).
- Austin Energy. (2010). *Energy efficiency*. Retrieved January 9, 2011, from <http://www.austinenergy.com/Energypercent20Efficiency/index.htm>
- Baker, N., Spivey, J., & Florence, A. (2008). Does green pay off? *Journal of Real Estate Portfolio Management*, 14(4), 385-400.
- Baker, N. & Steemers, K. (1999). *Energy and environment in architecture: A technical design guide*. New York: E&FN Spon.
- Ball, M. & Wood, A. (1995). How many jobs does construction expenditure generate? *Construction Management and Economics*, 13(4) 307-318.
- Baumert, K., Herzog, T., & Pershing, J. (2005). *Navigating the numbers: Greenhouse gas data and international climate policy*. Washington, DC: World Resources Institute.
- Betts, M. & Farrell, S. (2009). *Global construction 2020: A global forecast for the construction industry over the next decade*. London: Global Construction Perspectives and Oxford Economics.
- Bhandari, R. & Stadler, I. (2009). Grid parity analysis of solar photovoltaic systems in Germany using experience curves. *Solar Energy*, 83(9), 1634-1644.
- Bleil-Androschin, J. W. & Schinnerl, D. (2008). *Comprehensive refurbishment of buildings through energy performance contracting: A guide for building owners and ESCos*. Graz: Grazer Energieagentur.
- Brown, M. & Wolfe, M. (2007). *Energy efficiency in multi-family housing: A profile and analysis*. Washington, DC: Energy Programs Consortium.
- Bürger, V. & Wiegmann, K. (2007). *Energieeinsparquote und Weiße Zertifikate: Potenziale und Grenzen einer Quotenregelung als marktorientierte und budgetunabhängiges Lenkungsinstrument zur verstärkten Durchdringung von nach-frageseitigen Energieeinsparmaßnahmen*. Freiburg, Darmstadt: Öko Institut.
- CEDEFOP. (2010). *Skills for green jobs: European synthesis report*. Luxembourg: European Centre for the Development of Vocational Training, Publications Office of the European Union.
- Cena, K. & Clark, J. A. (1981). *Bioengineering, thermal physiology and comfort*. Amsterdam: Elsevier.
- Cheng, C. (2010). A new NAMA framework for dispersed energy end-use sectors. *Energy Policy*, 38(10), 5614-5624.
- Cheng, C., Pouffary, S., Svenningsen, N. & Callaway, M. (2008). *The Kyoto Protocol, the clean development mechanism, and the building and construction sector: A report for the UNEP Sustainable Buildings and Construction Initiative*. Paris: United Nations Environment Programme.
- CIBSE. (2004). *Energy efficiency in buildings*. (2nd ed.). London: Chartered Institution of Building Services Engineers.
- DECC. (2010). *The Carbon Reduction Commitment Order 2010: Summary of main points*. Retrieved from http://www.decc.gov.uk/publications/basket.aspx?FilePath=188_20090312092018_e_percent40percent40_crcdraftordersummary.pdf&filetype=4
- DEFRA, UK & Pro Enviro Ltd. (2009). *Skills for a low carbon and resource efficient economy*. Retrieved from <http://skills4lowcarboneconomy.co.uk/Skills-Checklist.aspx>
- EC. (2008). *Summary of the impact assessment*. (Accompanying document to the proposal for a recast of the energy performance of buildings directive. 2002/091/EC). Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/SECMonth.do?year=2008&month=11>
- EIA. (1998). *A look at commercial buildings in 1995: Characteristics, energy consumption, and energy expenditures*. Washington, DC: Energy Information Administration, U.S. Dept. of Energy.
- EIA. (2003). *Households, buildings, industry & vehicles end-use energy consumption data & analyses*. Washington, DC: U.S. Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, U.S. Dept. of Energy. Retrieved January 11, 2011, from <http://www.eia.doe.gov/em eu/consumption/index.html>
- EIA. (2010). *International energy outlook: Highlights*. Washington, DC: U.S. Energy Information Administration, U.S. Dept. of Energy. Retrieved from <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/highlights.html>
- Ellis, J. & Kamel, S. (2007). *Overcoming barriers to clean development mechanism projects*. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development and the International Energy Agency.
- EuroACE. (2005). *Investing in building energy efficiency in the enlarged European Union*. Klinckenberg Consultants for European Alliance of Companies for Energy Efficiency in Buildings. Retrieved from <http://www.euroace.org/MediaPublications/News/tabid/69/currentpage/10/Default.aspx>
- Euro Heat & Power. (2009). *District heating and cooling: Country by country 2009 Survey*. Brussels: Euro Heat & Power.
- European Renewable Energy Council (2008). *Renewable energy technology roadmap: 20 per cent by 2020*. Retrieved from http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Documents/Publications/Renewable_Energy_Technology_Roadmap.pdf
- Ezzati, M. & Kammen, D. M. (2002). Evaluating the health benefits of transitions in household energy technologies in Kenya. *Energy Policy*, 30(10), 815-826.
- Fenhann, J. & Staun, F. (2010). An analysis of key issues in the Clean Development Mechanism based on the UNEP Risoe Clean Development Mechanism pipeline. *Carbon Management*, 1(1), 65-77.
- Ghisi, E., Gosch, S. & Lamberts, R. (2007). Electricity end-uses in the residential sector of Brazil. *Energy Policy*, 35(8), 4107-4120.
- Granade, H. C., Creyts, J., Derkach, A., Farese, P., Nyquist, S., & Ostrowski, K. (2009). *Unlocking energy efficiency in the U.S. economy*. McKinsey. Retrieved from <http://www.mckinsey.com/mgi/publications/>
- Griffith B., Torcellini P., Long N., Crawley D., & Ryan J. (2006) *Assessment of the technical potential for achieving zero-energy commercial buildings*. (Conference Paper NREL/CP-550-39830, June 2006). National Renewable Energy Laboratory. Retrieved from <http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39830.pdf>
- Hamilton, B. A. (2009). *Green jobs study*. Washington, DC: U.S. Green Building Council. Retrieved January 10, 2011, from <http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=6435>
- Hammond, G. P. & Jones, C. I. (2008). Embodied energy and carbon in construction materials. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Energy*, 161(2), 87-98.
- Hawkes, D. (1996). *Environmental tradition: Studies in the architecture of environment*. (1st ed.). London: E & FN Spon.
- Haydock, H. & Arbon, J. (2009). *Study on energy performance of buildings*. Brussels: European Parliament, Policy Department, Economic and Scientific Policy.
- Hee-sung, K. (2010). *Seoul hosts carbon emission trade*. Korea.net. Retrieved January 9, 2011, from <http://www.korea.net/detail.do?guid=50220>
- Hendricks, B., Goldstein, B., Detchon, R. & Shickman, K. (2009). *Rebuilding America: A national policy framework for investment in energy efficiency retrofits*. USA: Center for American Progress and Energy Future Coalition.
- Herzog, T. (1996). *Solar energy in architecture and urban planning*. Munich: Prestel.
- Hitchin, R. (2008). *Can building codes deliver energy efficiency? Defining a best practice approach*. (Report for the Royal Institution of Chartered Surveyors by the Building Research Establishment, UK).
- Houser, T. (2009). *The economics of energy efficiency in buildings*. Washington, DC: Peterson Institute for International Economics. Retrieved

- from <http://www.iiie.com/publications/pb/pb09-17.pdf>
- Hutton, G., Rehfuess, E., Tediosi, F. & Weiss, S. (2006). *Evaluation of the costs and benefits of household energy and health interventions at global and regional levels*. Geneva: World Health Organization.
- IEA. (2001). *Dealing with climate change: Policies and measures in IEA member countries*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2008). *Energy technology perspectives 2008: Scenarios and strategies to 2050*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2009a). *World energy outlook 2009*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2009b). *Key World Energy Statistics*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2010a). *World energy outlook 2010*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2010b). *Policy pathways: Energy performance certification of buildings*. Paris: International Energy Agency. Retrieved from http://www.iea.org/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=2295.
- IEA & OECD. (2010). *Energy technology perspectives 2010: Scenarios and strategies to 2050*. Paris: International Energy Agency.
- ILO. (2001). *The construction industry in the twenty-first century: Its image, employment prospects and skill requirements*. Geneva: TMIC.
- ILO. (2009). *Empregos Verdes no Brasil: Quantos são, onde estão e como evoluirão nos próximos anos*. Brasil: Organização Internacional do Trabalho.
- IPCC. (2007). *Climate change 2007: Mitigation of climate change*. (Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Jones Lang LaSalle & CoreNet (2009). *Results of the 2009 CoreNet Global and Jones Lang LaSalle global survey on corporate real estate and sustainability*. Retrieved from http://www.joneslanglasalle.com/ResearchLevel1/JLL_Perspectives_on_Sustainability_CRE_2009_Final.pdf
- Kats, G. H. (2003). *Green building costs and financial benefits*. USA: Massachusetts Technology Collaborative. Retrieved from <http://www.nhp.hps.org/docs/documents/GreenBuildingspaper.pdf>
- Kats, G. (2010). *Greening our built world: Costs, benefits, and strategies*. Washington, DC: Island Press. Retrieved from http://www.cap-e.com/Capital-E/Resources_percent26_Publications.html
- Keivani, R., Tah, J. H. M., Kurul, E., & Abanda, F. H. (2010). *Green jobs creation through sustainable refurbishment in the developing countries*. (A literature review and analysis conducted for the International Labour Organization). Geneva: ILO. Retrieved from <http://www.ilo.org/public/english/dialogue/sector/papers/construction/wp275.pdf>
- Laustsen, J. (2008). *Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings*. Paris: International Energy Agency. Retrieved from http://www.iea.org/g8/2008/Building_Codes.pdf
- Lawson, B. (1996). *Building materials energy and the environment: Towards ecologically sustainable development*. Royal Australian Institute of Architects.
- Loftness, V., Hartkopf, V. & Gurtekin, B. (2003). *Linking energy to health and productivity in the built environment*. Retrieved from http://www.usgbc.org/Docs/Archive/MediaArchive/207_Loftness_PA876.pdf
- Luhmann, H. J. (2007). Smart metering als neue Energie-(effizienz) quelle. *Energie & Management*, 6.
- Malhotra, M. (2003). Financing her home, one wall at a time. *Environment and urbanization*, 15(2), 217.
- Martinez-Fernandez, C., Hinojosa, C. & Miranda, G. (2010). *Greening jobs and skills labour market implications of addressing climate change*. Paris: OECD Publishing.
- McDonough, W. & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. (1st Ed.). New York: North Point Press.
- McGraw Hill (2009). *Green building retrofit and renovation: rapidly expanding market opportunities through existing building*. (Smart market report). Bedford: McGraw Hill Construction. Retrieved from http://construction.ecnext.com/coms2/summary_0249-323452_ITM_analytics
- McKinsey (2009). *Pathways to a low-carbon economy: Version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve*. McKinsey & Company. Retrieved from <https://solutions.mckinsey.com/ClimateDesk/default.aspx>
- McKinsey (2010). *Energy efficiency: A compelling global resource*. McKinsey & Company. Retrieved from <http://www.mckinsey.com/clientserve/sustainability/>
- Meyers, S., McMahon, J. & Atkinson, B. (2008). *Realized and projected impacts of U.S. energy efficiency standards for residential and commercial appliances*. Berkeley: Environmental Energy Technologies Division, University of California.
- Murphy, P. (2009). *The green tragedy: LEED's lost decade*. (1st Ed.). Yellow Springs, Ohio: Arthur Morgan Institute for Community Solutions.
- Nekhaev, E. V. (2004). *The energy access situation: The nature of the problems ahead*. (Presented at the World Energy Technologies Summit, Paris, February 10, 2004).
- Nelson, A. J. (2008). Globalization and global trends in Green real estate investment. (RREEF Research). Retrieved Jan 5, 2011, from <http://www.capitalmarketspartnership.com/>
- NHHP. (2007). *National urban housing and habitat policy 2007*. New Delhi, India: Government of India Ministry of Housing & Urban Poverty Alleviation. Retrieved from <http://mhupa.gov.in/policies/owingpa/HousingPolicy2007.pdf>
- NSF/IUCRC. (2004). *Guidelines for high performance buildings*. Retrieved from <http://cbpd.arc.cmu.edu/ebids/pages/home.aspx>
- Oregon Department of Energy. (2010). *Business energy tax credits*. Oregon Department of Energy, Conservation Division. Retrieved January 9, 2011, from <http://www.oregon.gov/ENERGY/CONS/BUS/BETC.shtml>
- Pike Research. (2009). *Energy efficiency retrofits for commercial and public buildings*. Pike Research, Cleantech Market Intelligence. Retrieved from <http://www.pikeresearch.com/research/energy-efficiency-retrofits-for-commercial-and-public-buildings>
- PricewaterhouseCoopers, Significant and Ecofys. (2009). *Collection of statistical information on green public procurement in the EU*. Netherlands: PwC. Retrieved from http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/statistical_information.pdf
- Ravetz, J. (2008). State of the stock: What do we know about existing buildings and their future prospects? *Energy Policy*, 36(12), 4462-4470.
- Ries, C., Jenkins, J., & Wise, O. (2009). *Improving the energy performance of buildings: Learning from the European Union and Australia*. Santa Monica CA: RAND Corporation.
- Roland-Holst, D. (2008). *Energy efficiency, innovation, and job creation in California*. Berkeley: University of California.
- Roy, A. U. K., Ahadzi, M., & Saha, S. (2007). *Mass-industrialized housing to combat consistent housing shortage in developing countries: Towards an appropriate system for India*. World Congress on Housing. Retrieved from <http://atiwb.gov.in/U4.pdf>
- Sára, B. (2001). Application of life-cycle assessment (LCA) methodology for valorization of building demolition materials and products. *Proc. SPIE 4193, Environmentally Conscious Manufacturing*. February 9, 2001. doi: 10.1117/12.417284
- Sattler, M. A. (2007). *Habitaciones de baixo custo mais sustentáveis: A casa alorada e o centro experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis*. (Coleção HABITARE / FINEP, volume 8. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre).
- Schneider, L. (2007). *Is the CDM fulfilling its environmental and sustainable development objectives? An evaluation of the CDM and options for improvement*. (Prepared for the World Wildlife Fund, Berlin).
- Singapore BCA (2009). *2nd green building masterplan*. Singapore, Building and Construction Authority.
- de Souza, U. (2000). *Managing workers in production: Overview of labour in the building industry*. (Translation of a presentation TG-007). University of Sao Paulo.
- Swim, J., Clayton, S., Doherty, T., Gifford, L. L. C. R., Howard, G., Reser, J., ...Weber, E. (2009). *Psychology and global climate change: Addressing a multi-faceted phenomenon and set of challenges*. (A report by the American Psychological Association's Task Force on the interface between psychology and global climate change). Retrieved from <http://www.apa.org/science/about/publications/climate-change.pdf>
- de T'Serclaes, P. (2007). *Financing energy efficient homes: Existing policy responses to financial barriers*. Paris: International Energy Agency.
- Thormark, C. (2000). Environmental analysis of a building with reused building materials. *International Journal of Low Energy and Sustainable Buildings*, 1.
- Thormark, C. (2006). The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building. *Building and Environment*, 41(8), 1019-1026.
- UBA. (2006). *Wie private Haushalte die Umwelt nutzen – höherer Energieeffizienz trotz Effizienzsteigerung*. Umweltbundesamt, Germany. Retrieved from <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2006/UGR/UBA-Hintergrundpapier>

- ,property=file.pdf
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420.
- UN DESA. (2009). *World Population Prospects: The 2008 revision*. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Retrieved from http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2008/wpp2008_highlights.pdf
- UNEP. (2009a). *Global green new deal: An update for the G20 Pittsburgh Summit*. Pittsburgh: United Nations Environment Programme. Retrieved from <http://www.unep.org/greeneconomy/LinkClick.aspx?fileticket=c1H9RD7XHwpercent3d&tabid=1394&language=en-US>
- UNEP (2009b). *Energy Efficiency in the Finance Sector: A survey on lending activities and policy issues*. Geneva: United Nations Environment Programme, Finance Initiative. Retrieved from www.unepfi.org/fileadmin/documents/Energy_Efficiency.pdf
- UNEP, ILO, IOE & ITUC. (2008). *Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low carbon world*. Nairobi: UNON.
- UNEP SBCI. (2007a). *Buildings and climate change: Status, challenges, and opportunities*. Paris: United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Construction Initiative.
- UNEP SBCI. (2007b). *Assessment of policy instruments for reducing greenhouse gas emissions from buildings*. United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Construction Initiative. Retrieved from http://www.unep-sbci.org/SBCIResources/Brochures/documents/Assessment_of_Policy_Instruments_for_Reducing_Greenhouse_Gas_Emissions_from_Buildings/SBCI_CEU_Policy_Tool_Report.pdf
- UNEP SBCI. (2009a). Common carbon metric for measuring energy use and reporting greenhouse gas emissions from building operations. Paris: UNEP, Sustainable Buildings and Climate Initiative. Retrieved from <http://www.unep.org/sbci/pdfs/UNEP-SBCI-CarbonMetric.pdf>
- UNEP SBCI. (2009b). Greenhouse gas emission baselines and reduction potentials from buildings in Mexico: A discussion document. Paris: UNEP, Sustainable Buildings and Climate Initiative. Retrieved from <http://www.unep.org/sbci/pdfs/SBCI-Mexicoreport.pdf>
- UNEP SBCI. (2010a). *The 'State of Play' of sustainable buildings in India*. Paris: UNEP, Sustainable Buildings and Climate Initiative. Retrieved from http://www.unep.org/sbci/pdfs/State_of_play_India.pdf
- UNEP SBCI. (2010b). *Draft briefing on the sustainable building index*. Paris: UNEP, Sustainable Buildings and Climate Initiative. Retrieved from http://www.unep.org/sbci/pdfs/SYM2010-UNEP-SBCI_SB_Index_Briefing.pdf
- UNEP SBCI & WRI. (2009). *Common carbon metric: Protocol for measuring energy use and reporting greenhouse gas emissions from building operations*. Paris: UNEP, Sustainable Buildings and Climate Initiative. Retrieved from http://www.unep.org/sbci/pdfs/Common-Carbon-Metric-for-Pilot-Testing_220410.pdf
- UNESCO. (2001). *Prices of water in various countries 2001*. Retrieved from <http://www.unesco.org/water/>
- UNFCCC. (2007). *Investment and financial flows to address climate change*. Germany: UNFCCC. Retrieved from www.unfccc.int
- UN-HABITAT. (2010). *State of the world's cities 2010/2011: Bridging the urban divide*. London: Earthscan. Retrieved from <http://www.unhabitat.org/pms/listItemDetails.aspx?publicationID=2917>
- Ürge-Vorsatz, D., Arena, D., Herrero, S. T., & Butcher, A. (2010). *Employment impacts of a large-scale deep building energy retrofit programme in Hungary*. Hungary: Central European University and the European Climate Foundation. Retrieved from <https://www.ceu.hu/node/6234>
- Van Wyk, L., Kolev, M., Osburn, L., de Villiers, A., & Kimmie, Z. (2009). *Employment aspects of energy-related improvements in construction in South Africa*. (Council for Scientific and Industrial Research for the ILO. Joint SECTOR-ENTERPRISE publication).
- Van Wyk (Ed.) (2009). *The green building handbook South Africa. Volume 1*. South Africa: Green Building Media.
- Vine, E. (2005). An international survey of the energy service company (ESCO) industry. *Energy Policy*, 33(5), 691-704.
- Waterwise. (2011a). Toilet flushing (at home). Retrieved Feb 4, 2011, from http://www.waterwise.org.uk/reducing_water_wastage_in_the_uk/house_and_garden/toilet_flushing_at_home.html
- Waterwise. (2011b). *Choosing a dishwasher*. Retrieved Feb 4, 2011, from http://www.waterwise.org.uk/reducing_water_wastage_in_the_uk/house_and_garden/choosing_a_dishwasher.html
- WBCSD. (2007a). *Energy efficiency in buildings: Business realities and opportunities. Summary report*. Geneva: World Business Council for Sustainable Development. Retrieved from <http://www.wbcsd.org/DocRoot/1QaHhV1bw56la9U0Bgrt/EEB-Facts-and-trends.pdf>
- WBCSD. (2007b). *The cement sustainability initiative*. Switzerland: World Business Council for Sustainable Development.
- WBCSD. (2009). *Energy efficiency in buildings: Transforming the market*. Geneva: World Business Council for Sustainable Development. Retrieved from <http://www.wbcsd.org/Plugins/DocSearch/details.asp?DocTypeId=25&ObjectId=MzQyMDQ>
- WBCSD. (2011). *Energy efficiency in buildings. Business Realities and Opportunities*. Geneva: World Business Council for Sustainable Development. Retrieved from http://www.wbcsd.org/DocRoot/JNHhGVC-WoRIP4p2NaKI/WBCSD_EEB_final.pdf
- Wei, M., Patadia, S., & Kammen, D. M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy*, 38(2), 919-931.
- von Weizsäcker, E., Hargroves, K. C., Smith, M. H., Desha, C., & Stasinopoulos, P. (2009). *Factor five: Transforming the global economy through 80 per cent improvements in resource productivity*. (A report to the Club of Rome). UK: Earthscan.
- Westling, H. (2003). *Performance contracting: Summary report from the IEA DSM Task X within the IEA DSM implementing agreement*. Paris: International Energy Agency.
- WHO. (2009). *Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. Geneva: World Health Organization.
- World Bank & Padeco Co. Ltd. (2010). *Cities and climate change mitigation: Case study on Tokyo's emissions trading system*. World Bank Urban Development Unit. Retrieved from http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1226422021646/Tokyo_ETS_Padeco.pdf
- Wyon, D. P. (2004). The effects of indoor air quality on performance and productivity. *Indoor Air*, 14(7), 92-101.
- Zhou, N., McNeil, M.A., Fridley, D., Lin, J., Price, L., de la Rue du Can, S., ...Levine, M. (2007). *Energy use in China: Sectoral trends and future outlook*. Lawrence Berkeley National Laboratory, Environmental Energy Technologies Division. Retrieved from <http://china.lbl.gov/publications/energy-use-china-sectoral-trends-and-future-outlook>





Transporte

Inversión en energía y eficiencia de recursos



Agradecimientos

Autores-coordinadores del capítulo: **Holger Dalkmann** y **Ko Sakamoto**, del Laboratorio de Investigación del Transporte, Reino Unido.

Fatma Ben Fadhl del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) organizó el capítulo, incluyendo el manejo de la revisión por pares, la interacción con los autores coordinadores en las revisiones, la conducción de investigación complementaria y su consecución final.

El capítulo se benefició de la investigación conducida por los siguientes expertos: Dario Hidalgo, Aileen Carrigan, Prajna Rao, Madhav Pai y Clayton Lane (Embarq, Centro para el Transporte Sostenible del Instituto de Recursos Mundiales); Andrea M. Bassi, John P. Ansah y Zhuohua Tan (Millennium Institute); Yoshitsugu Hayashi, de la Universidad de Nagoya (Japón); Juan Carlos Dextre Quijandria y Felix Israel Cabrera Vega, de la Pontificia Universidad Católica del Perú; Sanjivi Sundar, Chhavi Dhingra, Divya Sharma y Akshima Ghate, del Instituto de Recursos y Energía; Anne Binsted, Kate Avery, Catherine Ferris y Ellie Gould, del Laboratorio de Investigación del Transporte; Marianne Vanderschuren y Tanya Lane, de la Universidad de Cape Town (Sudáfrica); y Ana Lucía Iturriza, de la OIT.

Los autores coordinadores quisieran extender un reconocimiento a todos los autores que contribuyeron de alguna forma a este capítulo, por su extenso trabajo, dedicación, tiempo y esfuerzo para compilar los artículos de referencia.

Durante el desarrollo del capítulo, los autores recibieron apoyo consultivo de Rob De Jong y contribuciones de Elisa Dumitrescu, Kamala Ernest, Patricia Kim y Martina Otto del PNUMA.

También quisiéramos agradecer a los revisores por pares de este capítulo: Brinda Wachs y Romain Hubert, de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas; ATM Nurul Amin, de North South University (Bangladesh); Carmen Polo (consultora), Hernán Blanco, de Recursos e Investigación para el Desarrollo Sostenible; Ian Parry, del FMI; Justin Perrettson, de Novozymes y Arvid Strand, del Transportøkonomisk institutt de Oslo (Noruega). Por último, extendemos un agradecimiento especial para Yuki Tanaka e Iwao Matsuoka (Instituto de Estudios de Política para el Transporte), así como para Lew Fulton y François Cuenot (Agencia Internacional de Energía) por su contribución para facilitar el acceso a los datos.

Índice

Lista de acrónimos	427
Mensajes clave	428
1 Introducción	430
2 Retos y oportunidades en el sector del transporte	431
2.1 Retos	431
2.2 Oportunidades	435
3 El transporte en una economía verde	438
3.1 Apoyo al crecimiento verde	438
3.2 Creación de empleos	439
3.3 Apoyo a la equidad y a la reducción de la pobreza	441
4 Cuantificando las implicaciones económicas del transporte verde	442
4.1 Tendencias del transporte bajo un escenario base (BAU)	442
4.2 La estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar como fundamento para redireccionar inversiones	443
4.3 Invirtiendo en transporte verde	444
5 Condiciones propicias	448
5.1 Diseñar una regulación apropiada, planificación y suministro de información	448
5.2 Estableciendo las condiciones de financiamiento y los incentivos económicos adecuados	451
5.3 Asegurando el acceso y la transferencia a la tecnología	455
5.4 Fortalecimiento de las instituciones y las capacidades	456
6 Conclusiones	458
Referencias	459

Lista de figuras

Figura 1: Diagrama del transporte verde como objetivo, al igual que las acciones e inversiones requeridas para lograr este objetivo.....	430
Figura 2: Flota de vehículos ligeros para pasajeros y tasas de propiedad en regiones clave	431
Figura 3: Cambios en el consumo de energía por región y sector entre 2007 y 2030	432
Figura 4: Muertes reportadas por tipo de usuario de camino, región y categoría de ingresos	435
Figura 5: Movimiento hacia una trayectoria verde	438
Figura 6: División de medios de transporte por grupo de ingreso en Surabaya (Indonesia)	441
Figura 7: Curva de reducción del costo de carbono del transporte en el mundo	443
Figura 8: Efecto de una combinación de medidas en las áreas de Evitar, Cambiar y Mejorar para reducir las emisiones de CO ₂ provenientes del sector del transporte en la UE	445
Figura 9: Nivel de actividad de vehículos bajo los escenarios base (BAU) y verde.....	446
Figura 10: Cambios modelados en las emisiones de CO ₂ en el sector del transporte bajo los escenarios base (BAU) y verde.....	446
Figura 11: Patrones de crecimiento para ciudades alrededor del mundo	449

Lista de tablas

Tabla 1: Costos por accidentes en diversas regiones del mundo	434
Tabla 2: La estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar	436
Tabla 3: Impactos económicos por un millón de dólares en gastos	439
Tabla 4: Negocios de transporte verde por grupos dentro de la estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar. ...	440
Tabla 5: Costos y beneficios de invertir en transporte verde	444
Tabla 6: Descripción general de los instrumentos para apoyar las estrategias Evitar, Cambiar y Mejorar..	448
Tabla 7: Medidas regulatorias en la práctica	450
Tabla 8: Opciones para el financiamiento del transporte verde.....	451
Tabla 9: Diversas tecnologías para apoyar los objetivos del transporte verde	456

Lista de cuadros

Cuadro 1: Externalidades.....	433
Cuadro 2: Emisiones marítimas y de aviación.....	433
Cuadro 3: Los beneficios de combustibles limpios en el África Subsahariana	436
Cuadro 4: Reexaminando los efectos de la generación del empleo en la aviación.....	439
Cuadro 5: El transporte verde como negocio.....	440
Cuadro 6: El papel del transporte en la reducción de la pobreza rural	441
Cuadro 7: Ahorros netos por el enverdecimiento del sector del transporte	444
Cuadro 8: Efectos de combinar inversiones en distintas medidas para las áreas de la estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar con el fin de reducir las emisiones del transporte.....	445
Cuadro 9: 'Comparte el camino' (<i>Share the Road</i>).....	452
Cuadro 10: El rol futuro del financiamiento climático en la adopción del transporte verde	453
Cuadro 11: Subsidios a los combustibles - acuerdos de transición	454
Cuadro 12: Cuotas a la congestión vial	454
Cuadro 13: La iniciativa mundial de economía del combustible	456

List of acronyms

ADO	Asistencia de Desarrollo Oficial	ITF	Foro Internacional del Transporte
AIE	Agencia Internacional de Energía	KMV	Kilómetros por vehículo
APP	Asociación Público-Privada	LDV	Vehículos ligeros
ASS	África Subsahariana	LIT	Laboratorio de Investigación del Transporte (Reino Unido)
BAU	Escenario base	MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
BRT	Autobús de Tránsito Rápido	MI	Millennium Institute
CAFE	<i>Corporate Average Fuel Economy</i>	Mtoe	Toneladas equivalentes de petróleo
CBD	Distrito Financiero	NAMA	Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional
CI	Coeficiente intelectual	NxOy	Oxido de nitrógeno
CIE	Comercio Internacional de Emisiones	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
CIF	Fondo de Inversión Climático	OMI	Organización Marítima Internacional
CO ₂	Dióxido de carbono	OMS	Organización Mundial de la Salud
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles	PIB	Producto Interno Bruto
CTF	Fondo de Tecnologías Limpias	PKM	Pasajeros por kilómetro
ECMT	Conferencia Europea de Ministerios del Transporte	PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ETS	Esquema de Comercio de Derechos de Emisión	SLoCaT	Asociación de Transporte Sostenible bajo en Carbono
FIA	Federación International del Automóvil	SO _x	Óxido de azufre
G2	Escenario Verde G2	T21	Umbral 21
GDT	Gestión del Desarrollo del Transporte	TKM	Toneladas por kilómetro
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial	TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
GEI	Gases de efecto invernadero	TNA	Evaluación de necesidades tecnológicas
GFEI	Iniciativa Mundial de Economía del Combustible	TNM	Transporte no motorizado
HC	Hidrocarburo	TP	Transporte Público
I+D	Investigación y desarrollo	VTPI	Instituto Victoria de Políticas del Transporte
IC	Implementación conjunta		
ICC	Cámara Internacional de Comercio		

Mensajes clave

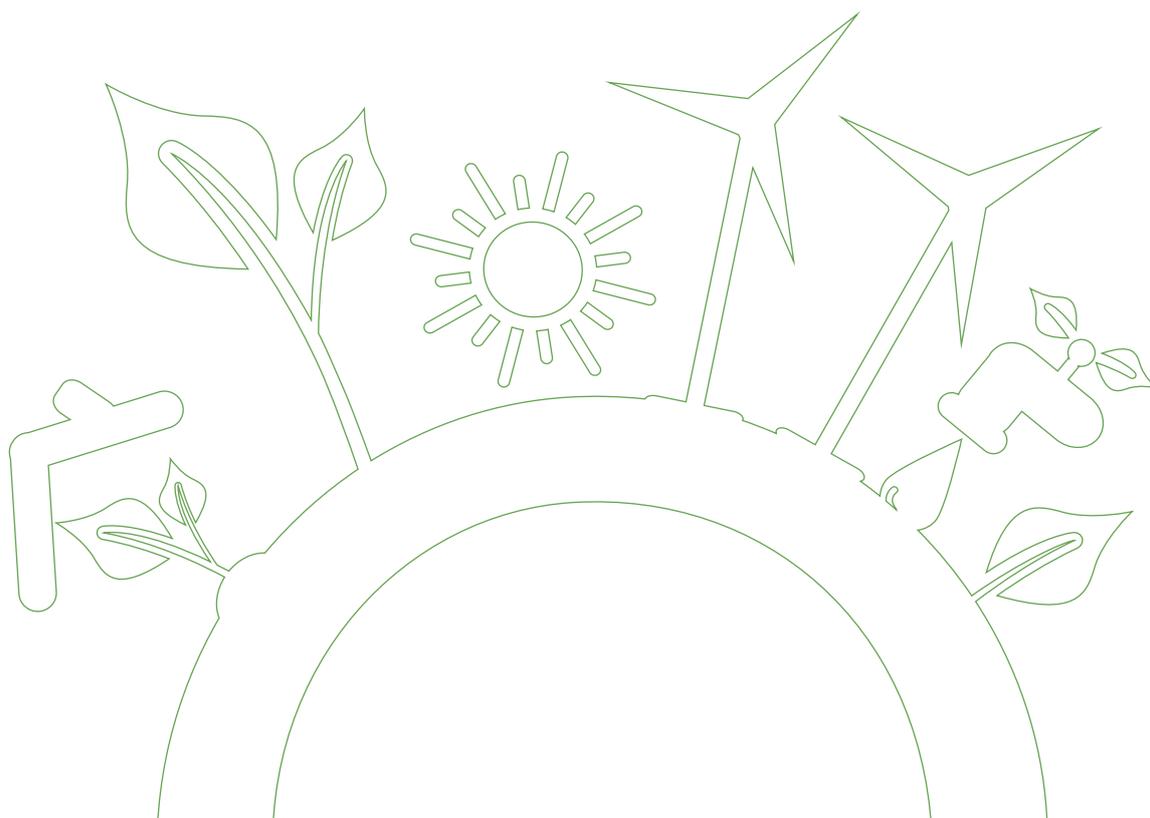
1. Las tendencias actuales del transporte -basadas principalmente en vehículos automotores impulsados por combustibles como el diésel y gasolina- generan daños sociales, ambientales, económicos y son altamente insostenibles. El transporte emplea en la actualidad más de la mitad de los combustibles fósiles líquidos a escala mundial; emite cerca de una cuarta parte de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía en el mundo; genera más del 80 por ciento de los contaminantes del aire en las ciudades de países en vías de desarrollo; ocasiona más de 1.27 millones de accidentes fatales de tránsito al año; y causa congestiones viales crónicas en muchas áreas urbanas en el mundo. Estos costos para la sociedad, que pueden constituir más del diez por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) de un país, probablemente irá en aumento, principalmente debido al crecimiento esperado de la flota de vehículos en el mundo.

2. De continuar aplicando el escenario base (BAU), la flota de vehículos se incrementará así como los costos relacionados para la sociedad. Si continuamos por el camino del escenario base (BAU), la flota mundial de vehículos crecerá de 800 millones a 2,000 o 3,000 millones en 2050. La mayor parte de este incremento se registrará en países en vías de desarrollo. Se espera que el sector de la aviación aumente exponencialmente en las próximas décadas, impulsado en gran medida por el incremento del ingreso en los países en vías de desarrollo. Las emisiones de carbono asociadas al transporte marítimo podrían crecer hasta en un 250 por ciento.

3. Se requiere de una estrategia de inversión en tres vertientes para transformar el sector: promover los accesos en lugar de la movilidad; cambiar hacia medios de transporte menos nocivos; y mejorar los vehículos para que generen una menor intensidad de carbono y contaminantes. Se requiere de un cambio trascendental en los patrones de inversión que esté basado en los principios de Evitar, reducir viajes mediante una planificación que integre el uso de suelo y el transporte, y que permita una producción y consumo mejor localizados. Se recomienda Cambiar hacia medios de transporte más eficientes en términos ecológicos como el transporte público y el no motorizado (para el transporte de pasajeros); y transporte por ferrocarril y por agua (para el de carga). La inversión en infraestructuras y transporte público que promueva el hábito de caminar o andar en bicicleta genera empleos, mejora el bienestar y puede agregar un valor considerable a las economías regionales y nacionales. Mejorar los vehículos y combustibles es una prioridad para reducir la contaminación urbana y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Las políticas de transporte verde también reducirán los accidentes de tránsito y aliviarán la pobreza al mejorar el acceso a los mercados y a otros servicios esenciales.

4. La inversión en transporte público y las mejoras en la eficiencia de los vehículos generan excelentes rendimientos económicos. Diversos escenarios muestran que un sector del transporte verde, bajo en carbono, puede reducir las emisiones de GEI en un 70 por ciento grandes inversiones adicionales. Una reasignación de tan solo 0.34 por ciento del PIB mundial para el apoyo a infraestructuras para transporte público y en mejoras a la eficiencia de automóviles reduciría el aumento esperado en el volumen de viajes en automóviles hasta en un tercio para 2050. Asimismo, disminuiría el uso de combustibles basados en el petróleo en hasta un tercio y promovería nuevas fuentes de empleo, sólidas y sostenibles, en el sector.

5. Las condiciones favorables para el transporte verde deben ampliarse para garantizar su efectividad. Tales inversiones, entre otras medidas, deberían ser facilitadas a través de políticas, incluyendo la planificación de los usos de suelo para promover ciudades basadas en corredores compactos o de tránsito masivo; regulaciones de combustibles y vehículos, y el suministro de información para facilitar las decisiones por parte de los consumidores y la industria. Además, cambiar las prioridades del financiamiento para el transporte público y no motorizado, en combinación con fuertes incentivos económicos como impuestos, tarifas y reformas a los subsidios energéticos, también constituirán una fuerte señal. Por último, desarrollar y aplicar ampliamente la tecnología del transporte verde, y establecer y fortalecer la capacidad de las instituciones para promover un transporte más verde ayuda a asegurar una estrecha cooperación con otros sectores clave.



1 Introducción

El transporte es fundamental para la vida de los ciudadanos en todo el mundo; sin embargo, los patrones de transporte actuales, dictados principalmente por vehículos de motor impulsados por combustibles fósiles, generan una serie de costos ambientales, sociales y económicos. Se estima, por ejemplo, que el transporte es responsable de casi una cuarta parte de las emisiones de dióxido de carbono global (CO₂) relacionadas con la energía.

Existe un consenso creciente sobre la necesidad de patrones más sostenibles para las actividades relacionadas con el transporte, pero los patrones de inversión aún se encuentran fuertemente influenciados por un modelo de desarrollo 'motorizado'. La reciente recesión económica ha resultado en que muchos de los paquetes de estímulo económico (salvo en contadas excepciones) se han centrado en la preservación de las actuales industrias y medios de transporte, tales como la industria automovilística y la construcción de carreteras.

En este capítulo se examina el rol del transporte en una economía verde y exponen argumentos para garantizar que las inversiones futuras en el sector sean cada vez más verdes. Destaca la estrategia de *Evitar* o reducir los viajes de traslados; de *Cambiar* a medios de transporte ambientalmente sostenibles y de *Mejorar* la eficiencia de todos los medios de transporte. Explora los retos y oportunidades que plantea el cambio hacia un sistema de transporte más verde, y examina las diversas opciones e inversiones

para habilitar el desarrollo de un transporte sostenible.¹ El análisis abarca medios de transporte de carga y de pasajeros, haciendo énfasis en el transporte terrestre; y toma en cuenta los factores circunstanciales entre los países desarrollados y en vías de desarrollo, las diferencias regionales y las disparidades rurales-urbanas.

Debido al papel central del transporte en la economía global, buena parte del análisis del potencial de enverdecimiento del sector, está interrelacionado con otros capítulos, particularmente con los capítulos 'Ciudades', 'Energía renovable', 'Manufactura' y 'Turismo'. Este capítulo fue compilado a través de una extensa colaboración con expertos de todo el mundo, cuyos artículos de apoyo están disponibles en el Informe Técnico Completo anexo a este informe.

¹ El transporte ecológico o verde está definido como aquel que respalda la sostenibilidad **ambiental** a través de, por ejemplo, la protección del clima mundial, de los ecosistemas, la salud pública y los recursos naturales. Además respalda los otros pilares del desarrollo sostenible, a saber, el **económico** (un transporte asequible, equitativo y eficiente que apoya a una economía competitiva y sostenible, así como el desarrollo regional balanceado y la creación de empleos dignos); y el **social** (permite el acceso básico y el desarrollo de necesidades individuales, empresariales y sociales de un modo consistente con la salud humana y del medio ambiente, y promueve la reducción de la pobreza, y la equidad dentro y entre las generaciones venideras). Esta definición se desarrolló a través de amplios debates con expertos en transporte, incluidos aquellos de las agencias de la ONU y se basó en una revisión de definiciones existentes y reconocidas tal como la de la Conferencia Europea de Ministros del Transporte (ECMT, 2004).

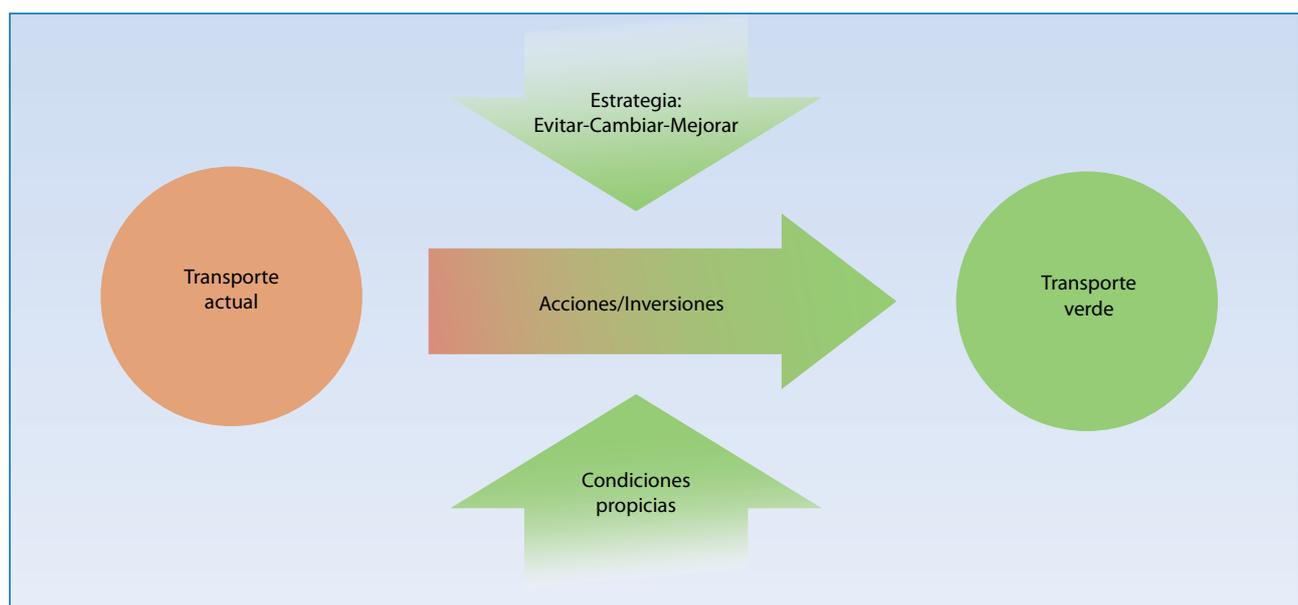


Figura 1: Diagrama del transporte verde como objetivo, al igual que las acciones e inversiones requeridas para lograr este objetivo

2 Retos y oportunidades en el sector del transporte

2.1 Retos

Tendencias insostenibles

Los desafíos para el enverdecimiento del sector del transporte son obvios si se observan las tendencias actuales, entre las que se encuentran:

- La demanda total por actividades de transporte, tanto de carga como de pasajeros, está creciendo rápidamente y se calcula que sea aproximadamente el doble entre 2005 y 2050 (AIE, 2009b);

- La actividad de transporte está cada vez más motorizada (automóviles privados para el transporte de pasajeros y vehículos para el transporte de carga, casi todos impulsados por motores de combustión interna);

- La flota mundial de vehículos se multiplicará tres o cuatro veces en las próximas décadas, con la mayor parte de este crecimiento en los países en vías de desarrollo. Se espera que para 2050, dos tercios de la flota mundial de vehículos se encuentre en países no pertenecientes a la OCDE; y

- Las mejoras tecnológicas, como vehículos de bajo consumo de gasolina y fuentes alternativas de energía, no se han desarrollado lo suficientemente rápido para compensar los impactos de estos crecimientos.

Estas tendencias se traducen directamente en costos diversos para el medio ambiente, la sociedad y la economía, incluyendo:

- Consumo de energía y emisiones de GEI;
- Congestión vial (y la pérdida asociadas a la productividad de las áreas urbanas);
- Agotamiento de recursos y apropiación de tierras;
- Degradación de la salud humana (por la contaminación del aire, el ruido, la vibración, etc.);
- Reducción de la seguridad humana (por los accidentes de tránsito);
- Pérdida de accesibilidad y fragmentación de comunidades; y
- Pérdida de biodiversidad.

Debe reconocerse que dichos costos varían significativamente entre las regiones, y que las prioridades pueden variar entre regiones y zonas urbanas o rurales.

Combustible y recursos naturales

El impacto del sector transporte sobre los recursos naturales es amplio, incluyendo la fabricación de vehículos y/o material rodante (por ejemplo, metales y plástico) y la construcción de infraestructura² (por ejemplo, hormigón y acero). Los combustibles fósiles, el aceite para motores, el caucho, y otros materiales de consumo (incluidos los biocombustibles, que en ciertas circunstancias pueden agotar las tierras de cultivo para producir alimentos) son empleados en la operación y mantenimiento de vehículos.

El transporte consume más de la mitad de los combustibles fósiles líquidos del mundo (IEA, 2008), y se espera que sea responsable del 97 por ciento del incremento

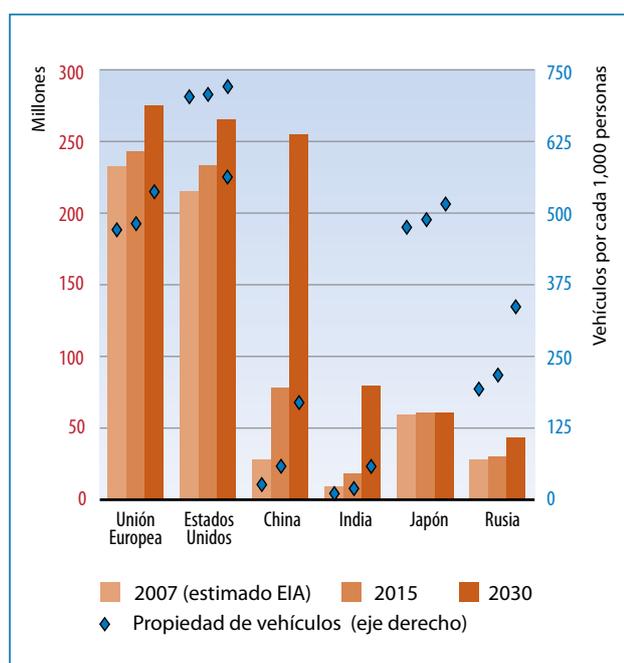
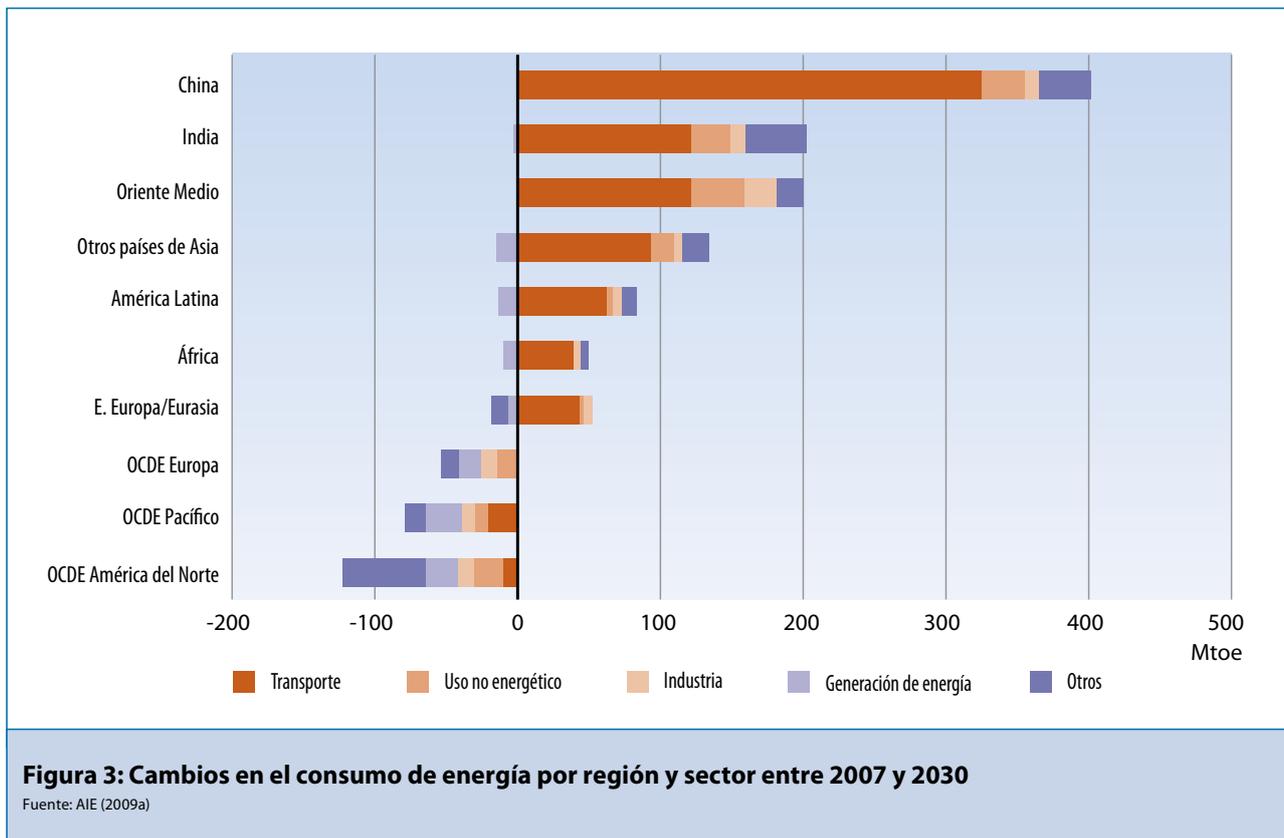


Figura 2: Flota de vehículos ligeros para pasajeros y tasas de propiedad en regiones clave

Fuente: IEA (2009a)

² La infraestructura no está limitada a caminos, puentes y vías de ferrocarril, sino que también incluye infraestructura de apoyo como estacionamientos, instalaciones, estaciones de gasolina, etc.



en el uso primario de petróleo en el mundo entre 2007 y 2030 (véase la Figura 3).

Gases de efecto invernadero (GEI)

El consumo de combustibles fósiles por el sector del transporte se traduce en cerca de un cuarto de las emisiones mundiales de CO₂ vinculadas a la energía³, y se pronostica un aumento en un 1.7 por ciento anual entre 2004 y 2030.⁴ Los transportes terrestres son responsables de alrededor del 73 por ciento de las emisiones totales de CO₂, seguido de la aviación (11 por ciento) y el transporte marítimo (nueve por ciento). El transporte de pasajeros representa la mayor proporción de las emisiones totales, mientras que el transporte de carga -principalmente camiones de carga en carreteras- abarca el 27 por ciento del uso total de energía en el transporte (y, por lo tanto), de las emisiones. Se espera que más del 80 por ciento del crecimiento previsto en las emisiones de GEI del transporte, provenga del transporte terrestre en los países en vías de desarrollo (IEA, 2009b).

Además, cuando se realiza un análisis completo del ciclo de vida, se estima que alrededor del 15 por ciento del total de emisiones de CO₂ generadas por automóviles son producidas en las fases de fabricación y desecho (King, 2007).

Contaminación y salud

La contaminación relacionada con el transporte, el ruido y las vibraciones, plantean serias amenazas para la salud humana y su bienestar.⁵ La contaminación local del aire es causada por emisiones de escape contaminantes producidas por el tráfico, sobre todo, en la forma de Óxidos de Azufre (SO_x), Óxidos de Nitrógeno (N_xO_y), Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburo (HC), Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), Metales Tóxicos (MT), Partículas de Plomo⁶ y Partículas Suspendidas (PM), incluido el Carbono Negro.⁷ Estas emisiones constituyen una cantidad considerable de contaminantes, especialmente en las ciudades en vías de desarrollo. Este tipo de contaminantes del aire son causa

5 El Programa Paneuropeo de Transporte, Salud y Medio Ambiente (PEP, por sus siglas en inglés) de la UNECE ha publicado directrices para la mejora de la cooperación en el transporte sostenible entre varios sectores (véase UNECE, por sus siglas en inglés, 2009). Un sistema de monitoreo y reportes está siendo instituido para evaluar la extensión con la que los Estados Miembros están implementando los mecanismos acordados, y para medir el progreso en concordancia con los objetivos prioritarios de la Declaración de Ámsterdam, en particular la Meta 1: "Contribuir al desarrollo económico sostenible y estimular la creación de empleos mediante la inversión transporte favorable para el medio ambiente y para la salud".

6 Aunque en casi todos los países se ha prohibido la gasolina con plomo, existen siete países en los cuales no se ha hecho.

7 El Carbono Negro es "la fracción sólida de PM2.5 que absorbe la luz y convierte la energía en calor" (ICCT, por sus siglas en inglés, 2009). El Carbono Negro no sólo afecta a la salud pública, sino que también contribuye al cambio climático. Se requieren acciones para reducir tanto el CO₂ como el Carbono Negro. Disponible en: http://www.theicct.org/pubs/BCsummary_dec09.pdf

3 Emisiones de CO₂ provenientes de la combustión 1971-2003, OECD (2005).

4 World Energy Outlook 2006, IEA (2006), disponible en: <http://www.worldenergyoutlook.org/2006.asp>

Cuadro 1: Externalidades

La eficiencia económica requiere que el precio de los bienes o las actividades estén emparejados a su costo marginal social, incluidos todos los costos externos. Los precios de los servicios de transporte deben incluir los costos que se imponen a la sociedad en forma de congestiones viales, accidentes, desgaste de infraestructuras, contaminación del aire, ruido y cambio climático, de tal manera que estos costos sean tenidos en cuenta por los usuarios en la toma de sus decisiones (Button, 1993; World Bank, 2001).

Las externalidades causadas por la congestión vial, los accidentes y la contaminación, representan un costo significativo y creciente para la economía, y en algunos casos equivalen a más del 10 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) regional o nacional. Un estudio reciente de Creutzig y He (2009), ha estimado que en Pekín (China) los costos sociales causados por el transporte motorizado equivalen a entre el 7.5 por ciento y el 15 por ciento del PIB de esa ciudad.

de enfermedades cardiovasculares, pulmonares y respiratorias. Por ejemplo, la exposición al plomo puede causar un aumento en la presión arterial, daños al hígado y riñones; problemas de fertilidad, comas, convulsiones e incluso la muerte. Los niños son particularmente vulnerables, ya que pueden sufrir déficits del Coeficiente Intelectual (CI) y capacidad de atención, deficiencias en el aprendizaje, hiperactividad, déficit de crecimiento y pérdida auditiva (Rapuano et al., 1997). Hatfield et al. (2010) estiman que la eliminación de plomo en los combustibles vehiculares ha evitado más de un millón de muertes prematuras al año con beneficios financieros anuales de más de 2.4 billones de dólares.

Sánchez-Triana et al. (2007) señalan que en Colombia, el costo para la salud ocasionado por la contaminación del aire urbano fue de aproximadamente el 0.8 por ciento de su PIB nacional, lo que equivale a 1,500 billones de pesos (unos 698 millones de dólares).⁸ La contaminación por el ruido generada por el transporte puede ser nociva para la salud y el bienestar humano, particularmente si ocasiona perturbación del sueño, lo

Cuadro 2: Emisiones marítimas y de aviación

El transporte terrestre contribuye con la mayor parte de las emisiones de GEI y su pronóstico de crecimiento es rápido; sin embargo, aquellas emisiones provenientes del transporte marítimo y de la aviación están creciendo a un ritmo muy acelerado.

Para el transporte marítimo, la evolución del comercio internacional muestra un crecimiento, mientras que los fletes tanto en volumen como relativos a las distancias de envío de bienes, muestran un ritmo que excede el crecimiento del PIB mundial. La Organización Marítima Internacional (2009), pronostica que para 2050, si no se ponen en práctica las medidas de política adicionales, las emisiones provenientes de las embarcaciones podrían crecer entre un 150 y 250 por ciento (comparado con 2007).

El crecimiento del sector de la aviación, a pesar de una desaceleración temporal en la demanda ocasionada por la recesión económica, permanece fuerte. Se ha pronosticado que las emisiones asociadas a la aviación aumentarán exponencialmente en las próximas décadas, impulsadas tanto por el crecimiento en los ingresos como por la reducción en el precio del transporte aéreo.

que puede conducir a un aumento de la presión arterial y ataques al corazón (OMS, 2009b). Investigaciones de Lambert (2002) y Martínez (2005) han mostrado que el costo económico por la contaminación por el ruido puede alcanzar cerca del 0.5 por ciento del PIB en la UE.

Seguridad humana y accidentes

El informe más reciente de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2009a) confirma que los accidentes de tránsito continúan siendo un serio problema de salud pública. Cada año mueren más de 1.27 millones de personas en accidentes automovilísticos, de los cuales un 91 por ciento se registran en países con ingreso bajo o medio. Aproximadamente la mitad de las personas que mueren en accidentes de tránsito en el mundo son peatones, ciclistas y motociclistas, para quienes no existe una infraestructura adecuada. En Europa, los accidentes de tránsito son una de las principales causas de muerte entre los jóvenes, especialmente entre varones de 15 y 25 años (WHO, 2008).

⁸ Cálculo basado en 2,150 pesos colombianos por un dólar.

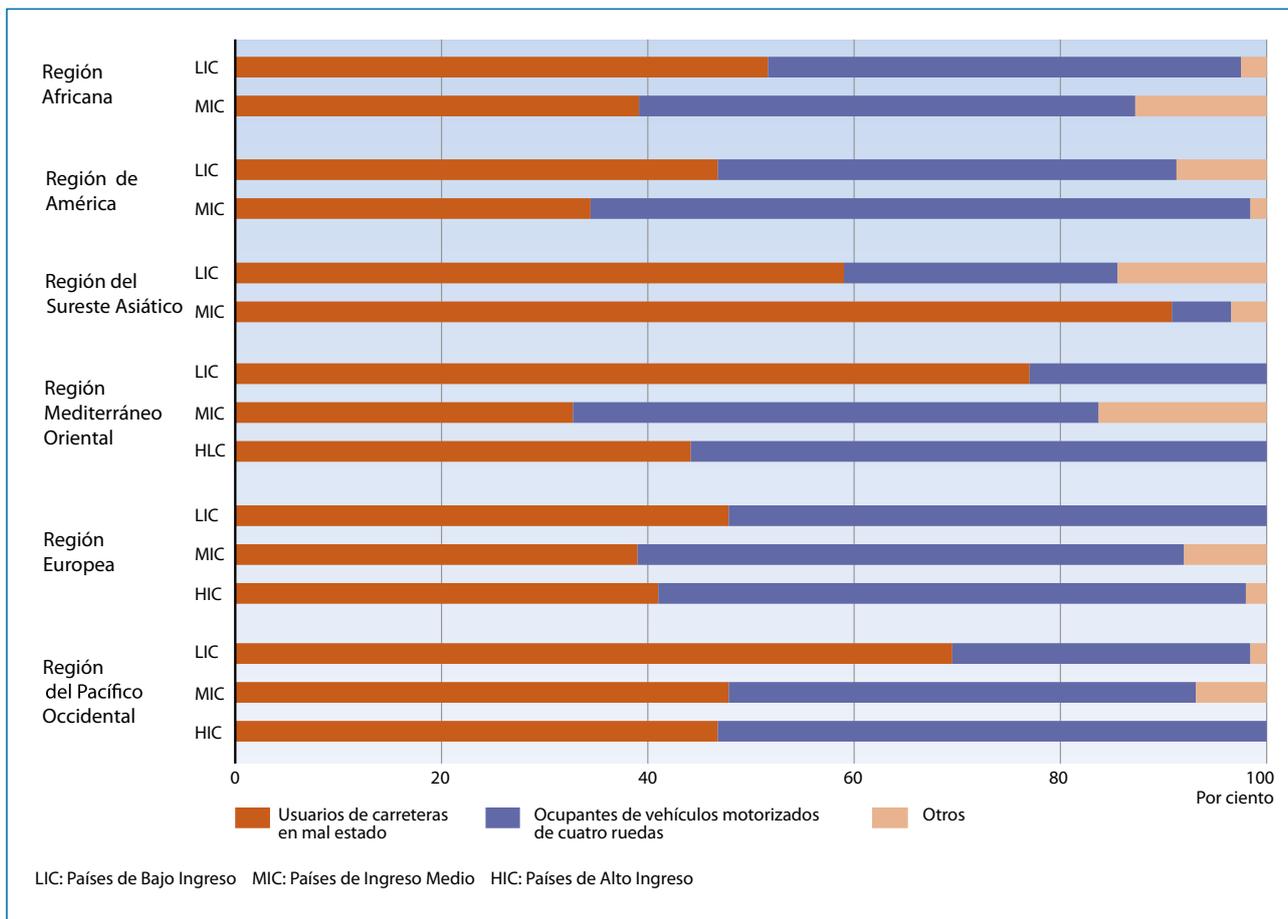


Figura 4: Muertes reportadas por tipo de usuario, de camino, región y categoría de ingresos

Fuente: WHO (2009a)

Se ha estimado que el costo de los accidentes de tránsito asciende a 518,000 millones de dólares y representa entre el uno y 1.5 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) en países de ingreso bajo y medio, y se eleva al dos por ciento del PIB en países de ingreso alto, como así se muestra en la Tabla 1 (Jacobs et al., 2000). Por ejemplo, para reducir el número de accidentes se requiere de un enfoque sistemático que incorpore elementos como me-

yor infraestructura, inspecciones vehiculares y programas de educación vial para controlar la velocidad y el consumo de alcohol.

Congestión vial

La congestión vial aparece cuando el volumen de tránsito ha alcanzado el límite en relación con la capacidad de la infraestructura. Es particularmente común en zo-

Región*	PNB, 1997 (miles de millones de dólares)	Costos anuales estimados por accidentes	
		Como porcentaje del PIB	Costos (miles de millones de dólares)
África	370	1	3.7
Asia	2,454	1	24.5
América Latina y el Caribe	1,890	1	18.9
Oriente Medio	495	1.5	7.4
Europa Central y del Este	659	1.5	9.9
Subtotal	5,615		64.5
Países altamente motorizados	22,665	2	453.3
Total			517.8

PIB: Producto Interno Bruto | * La información mostrada proviene de la clasificación regional del Laboratorio de Investigación del Transporte, Reino Unido

Tabla 1: Costos por accidentes en diversas regiones del mundo

Fuente: Jacobs et al. (2000)

nas urbanas, en donde puede limitar severamente los efectos positivos de la aglomeración (véase el capítulo 'Ciudades'). Los tiempos de traslado para los usuarios del transporte público, así como para peatones y ciclistas, por lo general aumentan si no se cuentan con una infraestructura adecuada. Las congestiones viales también aumentan el consumo de combustible y los niveles de contaminación, ya que el combustible se sigue consumiendo aunque los automóviles estén detenidos.

De acuerdo con el Instituto de Transporte de Texas (EE. UU.), los costos ocasionados por la congestión vial están aumentando. Los costos por congestión vial en 439 zonas urbanas de los EE.UU., se estimaron en 24,000 millones de dólares en 1982, 85,000 millones de dólares en 2000, y en 115,000 millones de dólares en 2009. Además, la congestión vial en los EE.UU. ha provocado el desperdicio de 3,900 millones de galones de combustible, así como 4,800 millones de horas en tiempo perdido en desplazamientos. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2009), la congestión vial en Toronto (Canadá) le ha costado a la ciudad alrededor de 3,300 millones de dólares canadienses al año en productividad (1.2 por ciento del PIB de Toronto), mientras que en Reino Unido el costo estimado en tiempo perdido en el tráfico es de 20,000 millones de libras esterlinas al año, o el 1.2 por ciento del PIB (The Telegraph Business Club et al., 2009). En los países en vías de desarrollo, la falta de datos sobre el tráfico dificulta las estimaciones con relación a la pérdida de productividad. Sin embargo, existe información para Lima (Perú), en donde se estima que las personas que viven en la ciudad pierden una media de cuatro horas al día en desplazamientos, lo que equivale a una pérdida de aproximadamente 6,200 millones de dólares, o cerca del diez por ciento del PIB anual (UNESCAP et al., 2010). El enfoque tradicional para combatir la congestión vial –ofreciendo más capacidad de las carreteras– frecuentemente no ha sido eficaz, debido a que un incremento en la capacidad vial tiende a aumentar la demanda de la actividad de tránsito (SAC-TRA, por sus siglas en inglés, 1997).

Accesibilidad y fragmentación

Las carreteras más transitadas pueden convertirse en barreras físicas y psicológicas que pueden fragmentar comunidades y dividir ciudades enteras (véase el capítulo 'Ciudades'). Existen diversas maneras en que la accesibilidad y la fragmentación pueden ser cuantificadas y monetizadas. Aunque los valores varían considerablemente según la región y dependen del contexto, Sælensminde (2002) del Instituto Victoria de Políticas del Transporte (VTPI, por sus siglas en inglés, 2007), observa un costo adicional de entre 0.54-0.62 dólares por milla de actividad vehicular transformada de un medio de transporte no motorizado al automóvil. Los sistemas de transporte dominados por vehículos motorizados han demostrado que entorpecen el acceso a empleos, mercados, servi-

cios básicos, y particularmente a los sectores más pobres y vulnerables de la sociedad.

Uso de tierra y pérdida de la biodiversidad

Carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, puertos y otras infraestructuras de transporte pueden tener un gran impacto en el medio ambiente natural debido a la eliminación de la vegetación durante la construcción o, con posterioridad, en la fragmentación de los hábitats (CEU, 2002; Kaczynska, 2009). La fragmentación, sin una planificación adecuada de la infraestructura ecológica, puede perturbar gravemente la vida silvestre y reducir la biodiversidad.

2.2 Oportunidades

Salto cualitativo hacia un transporte verde

Responder a estos desafíos requerirá de un cambio de paradigma sobre la forma en la que el sector del transporte se desarrollará en las próximas décadas. Son necesarias medidas en todos los países, pero las oportunidades son mayores para los países en vías de desarrollo, en donde los patrones futuros del transporte pueden ser moldeados por las decisiones de inversión y planificación que sean tomadas en la actualidad. Invertir en transporte verde permitirá a estos países dar un salto cualitativo hacia caminos más sostenibles, en vez de reproducir los errores cometidos por los países industrializados (Dalkmann, 2009).

La estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar

Sin duda, lograr un cambio decisivo hacia un transporte ecológico o verde requiere de una estrategia holística que combine los siguientes tres elementos⁹:

1. *Evitar* o reducir el número de viajes realizados.

Esto se puede lograr mediante la integración del uso del suelo y la planificación del transporte, la planificación de los asentamientos más densos y compactos, utilizando las tecnologías de las telecomunicaciones, tales como las teleconferencias; y el fomento de la producción y el consumo local¹⁰. La demanda del transporte de carga se

9 Para obtener más información, véase Dalkmann y Brannigan en GTZ (2007), y el Marco de Política Común sobre el Transporte y el Cambio Climático (*Common Policy Framework on Transport and Climate Change*), el cual representa un punto de referencia crecientemente aceptado sobre este enfoque entre los expertos en transporte y los formuladores de políticas. Disponible en: <http://www.sutp.org/slocat/bellagio-process/common-policy-framework-cpf-on-transport-and-climate-change-in-developing-countries/>. La combinación de las tres estrategias arriba mencionadas asegurarán una transformación tanto del comportamiento como de la tecnología.

10 Tales tecnologías no reducirán necesariamente la demanda de transporte en sí misma, y necesitarán combinarse con medidas que reduzcan los incentivos para viajar en medios de transporte privados, tales como las cuotas por uso de caminos, tarifas en estacionamiento, impuestos vehiculares y al combustible.

Estrategia	Países desarrollados	Países en vías de desarrollo
Evitar	Reducir los kilómetros por vehículo (KMV) mediante la Gestión del Desarrollo del Transporte (GDT), una planificación del uso de suelo, producción confinada, y cadenas de suministro más breves.	Evitar la generación innecesaria de kilómetros por vehículo (KMV) mediante una planeación del uso de suelo y del transporte.
Cambiar	Cambiar del transporte particular al Transporte No Motorizado (TNM) y al Transporte Público (TP) y de la aviación al transporte ferroviario/TP. Transferir el transporte de carga de las carreteras a los ferrocarriles y al uso de transporte marítimo.	Mejorar las condiciones para los medios de transporte que generan menos emisiones (carga y pasajeros). Prevenir el cambio del TNM y TP al transporte particular.
Mejorar	Mejorar la flota de vehículos ya existentes. Reducir el tamaño de los motores de vehículos. Incrementar la penetración de vehículos eléctricos y de combustibles líquidos neutrales en carbono. Ferrocarriles eléctricos (para carga y pasajeros).	Asegurar que los vehículos/combustibles futuros sean más limpios, promoviendo el uso de automóviles más compactos y eficientes. Innovaciones de diseño para el TNM como los bicitaxis (<i>rickshaws</i>).

Tabla 2: La estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar

Fuente: Dalkmann (2009)

puede reducir mediante el fomento de la producción y el consumo local, y la optimización de la logística para reducir trayectos innecesarios asegurando, al mismo tiempo, un factor de carga alto.

2. *Cambiar* a medios de transporte más eficientes en términos ambientales.

Esto implica la promoción del transporte público, así como caminar o el uso de bicicletas, lo que requiere de una inversión importante en infraestructura. Para que el transporte público pueda competir con el automóvil particular, tiene que ser frecuente, confiable, asequible y confortable. Los ferrocarriles y las vías fluviales son generalmente métodos de transporte de carga más ecológicos y su uso libera espacio en las carreteras.

3. *Mejorar* la tecnología en vehículos y combustibles para reducir efectos adversos como la contaminación y el agotamiento de recursos.

Mejorar la economía de combustibles de los motores convencionales, reducir el peso de vehículos y desarrollar alternativas como vehículos eléctricos e híbridos, biocombustibles, y tecnologías de combustible de hidrógeno son todos ejemplos de esta estrategia.¹¹ Se pueden lograr mayores ganancias de eficiencia mediante una mejora en las tasas de ocupación de vehículos, o mediante una conducción eficiente (conducción ecológica).

Dado que los sistemas de transporte varían ampliamente alrededor del mundo, es importante que las es-

Cuadro 3: Los beneficios de los combustibles limpios en el África Subsahariana

Un estudio reciente de modelación realizado por el Inner City Fund (ICF) International para el Banco Mundial y la Asociación Africana de Refinerías, analizó los costos y beneficios de invertir en refinerías en el África Subsahariana (ASS) con el fin de mejorar la calidad de los combustibles producidos. Se encontró que al reducir el contenido de azufre de los combustibles utilizados para el transporte, se podría ahorrar una cantidad significativa en costos a la salud (640 millones de dólares al año en el Oeste del ASS; 340 millones de dólares al año en el Este del ASS). Estos beneficios aumentaron considerablemente cuando fueron acompañados de políticas para mejorar los controles de las emisiones, especialmente para las motocicletas.

Fuente: ICF International (2009)

trategias arriba mencionadas sean aplicadas de modo que consideren el contexto y problemática que afronta cada región. Muchos países en vías de desarrollo dependen en gran medida del transporte no motorizado y, por lo tanto, tienen oportunidades para crear sistemas de transporte más sostenibles que los existentes en los países desarrollados (véase la Tabla 2).

La adopción de una estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar, requiere de una inversión adecuada en investigación, desarrollo, producción y operación/gestión de:

¹¹ Es importante que la generación de electricidad, la producción de hidrógeno y de biocombustibles sean todas realizadas de manera sostenible.

■ *Infraestructura*, tales como vías para autobuses y trenes, aceras y carriles para bicicletas e instalaciones de aparcamiento disuasorio¹²;

■ *Medios de transporte y vehículos más verdes* (incluyendo bicicletas, vehículos de transporte público y vehículos de bajas emisiones, que utilicen las tecnologías enlistadas en la Sección 5.3);

■ *Combustibles más limpios*;

■ *Tecnología de telecomunicación* para substituir el transporte convencional, por ejemplo, mediante teleconferencias/teletrabajo; y

■ *Tecnologías* para la adopción del transporte verde, por ejemplo, sistemas GPS, sistemas de transporte inteligente, logística verde, etc.

Todos los puntos anteriores tendrían que ser apoyados por algunas condiciones favorables adecuadas, que serán exploradas en la Sección 5.

¹² Es importante que esta infraestructura promueva la conectividad entre los distintos medios de transporte, de manera que los viajes se realicen sin interrupciones.

3 El transporte en una economía verde

Esta sección examina cómo un sector del transporte verde puede conducir a un crecimiento económico verde, crear empleos y reducir la pobreza.

3.1 Apoyo al crecimiento verde

La inversión en transporte está frecuentemente justificada con el argumento de que la circulación de productos, servicios y trabajadores es el combustible vital del motor económico. Tradicionalmente, se cree que los volúmenes de transporte de carga tienen una fuerte correlación con el crecimiento económico por el lado de la oferta, y que el uso de vehículos de pasajeros está correlacionado con el crecimiento económico por el lado de la demanda. Hay evidencia, sin embargo, que sugiere que altos niveles del PIB pueden ir acompañados de sistemas de transporte que dependan menos del uso de automóviles particulares, como se puede observar en la Figura 5.

Esta figura muestra que las ciudades y las regiones pueden dissociar de manera significativa el uso de los coches -y las presiones ambientales asociadas- del crecimiento económico. En una economía verde, las necesidades de movilidad se reducirían a través de una mejor planificación de las ciudades, y los impactos serían desacoplados del crecimiento económico mediante la provisión de un transporte de bajo carbono y de alta calidad, especialmente a través del transporte público, infraestructura de Transporte No Motorizado (TNM) y vehículos más limpios y eficientes. Los niveles más bajos de congestión vial y la reducción en el tiempo de traslado incrementarían el tiempo libre de las personas para otras actividades productivas, especialmente si existe el acceso a servicios de transporte público más frecuentes, confiables y asequibles. Mediante la reducción del uso de combustibles y del tiempo de transporte, las compañías podrían ser más competitivas y productivas. McKinnon (2008) y el PNU-MA (2008c), muestran que las medidas diseñadas para

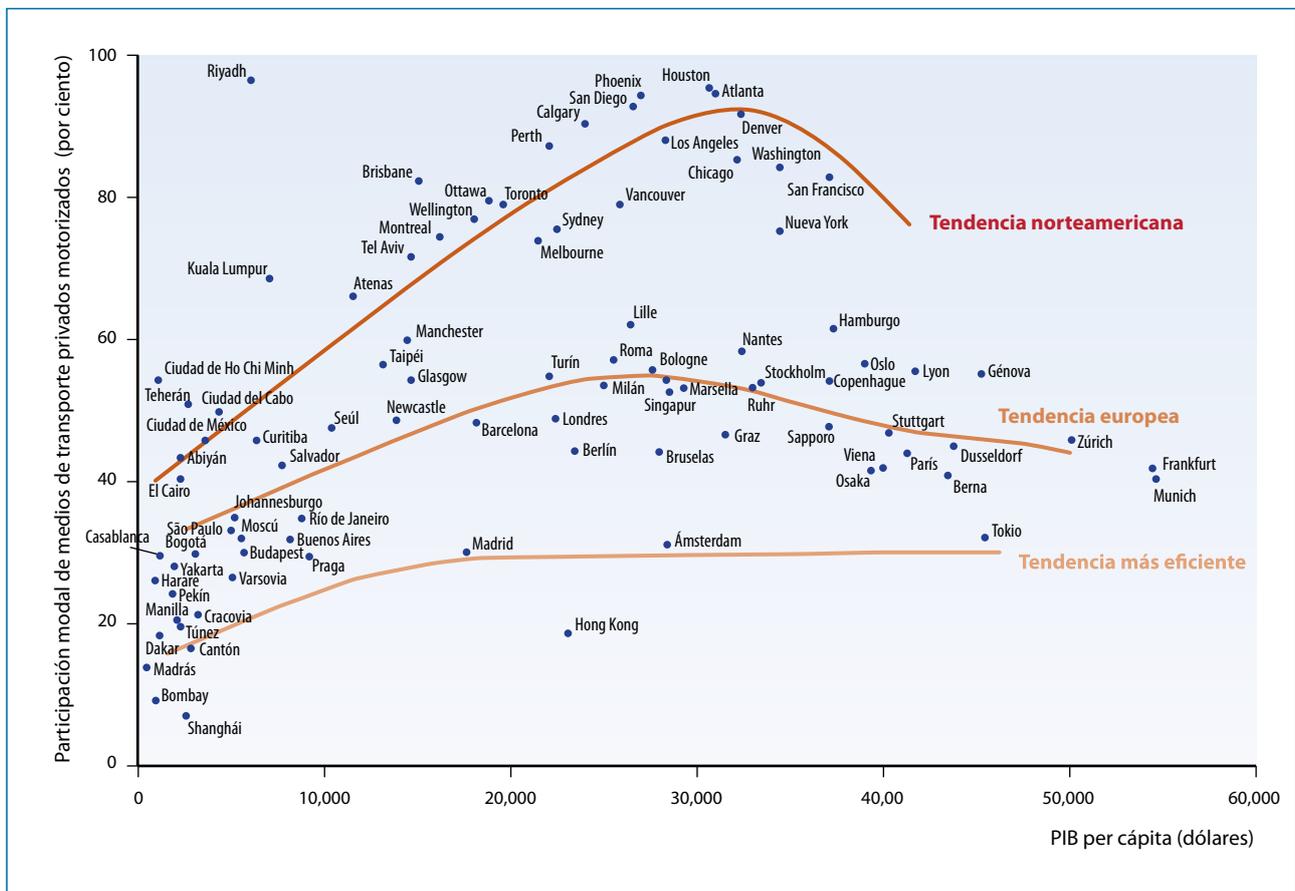


Figura 5: Movimiento hacia una trayectoria verde

Fuente: Base de datos de la UITP, por sus siglas en inglés (2005)

Categoría de gastos	Valor agregado en dólares de 2006	Empleo ETC	Compensación en dólares de 2006
Combustible para automóvil	1,139,110	12.8	516,438
Otros gastos de vehículos	1,088,845	13.7	600,082
Paquetes familiares			
<i>Gastos de automóvil incluidos</i>	1,278,440	17.0	625,533
<i>Gastos de automóvil redistribuidos</i>	1,292,362	17.3	627,465
Tránsito público	1,815,823	31.3	1,591,993

Tabla 3: Impactos económicos por un millón de dólares en gastos

Fuente: Chmelynski (2008)

mejorar la eficiencia en el transporte de carga reducen los costos de operación además de proporcionar ahorros en el consumo de carbono.

De entre los diversos canales mediante los cuales puede fluir la inversión hacia el transporte verde, la inversión en infraestructura es la que ofrece el mayor potencial para el crecimiento económico ya que promueve las inversiones gubernamentales y estimula nuevas oportunidades de negocios. La inversión en tecnología de transporte verde es muy probable que beneficie a la economía en su conjunto, particularmente, mediante su potencial para estimular las inversiones del gobierno (véase la Tabla 3).

3.2 Creación de empleos

El transporte es fundamental para el funcionamiento de las economías y también es un sector clave en términos de generación de empleo, desde la producción de vehículos hasta el procesado de combustibles; en la administración de servicios de transporte y en el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura.¹³

En una economía verde, los empleos en el sector del transporte serían cada vez más los que se generasen mediante la inversión en infraestructura y vehículos de transporte verde, combustibles alternativos, telecomunicaciones y otras tecnologías (véase la Sección 2.2).

Los estudios empíricos son escasos, pero diversos estudios sugieren la existencia de un vínculo fuerte entre empleos verdes y el sector del transporte. Basándose en cifras de EE.UU., el Grupo de Investigación y Desarrollo Económico (2009) y el Proyecto de Políticas de Transporte Terrestre (2004), sugieren que por cada 1,000 millones

¹³ Además, al proveer del vínculo físico entre los trabajos y los trabajadores, el sector del transporte contribuye a la generación de empleos.

Cuadro 4: Reexaminando los efectos de la generación del empleo en la aviación

A menudo se afirma que la aviación es un componente vital para la economía, ya que genera empleos directos e indirectos; estos últimos mediante la promoción del turismo y los negocios (OEF, por sus siglas en inglés, 2006). Lo anterior es generalmente la razón principal que se argumenta para eximir a la aviación de impuestos a los combustibles y otros gravámenes, lo cual no solo distorsiona la competencia entre medios de transporte sino que también contribuye a la preservación de externalidades de la aviación sin control. Sewill et al. (2005), argumentan que la justificación económica para apoyar la inversión en la aviación es con frecuencia exagerada, si se tiene en cuenta la gran cantidad de externalidades que esta actividad genera. Los autores sugieren que es posible generar formas de empleo alternativas al gravar a industrias altamente contaminantes como lo es la de la aviación, y al utilizar los ingresos resultantes para promover otros sectores. Como ejemplo de lo anterior, sostienen que el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE debería considerar el uso de los ingresos por los créditos de la aviación para acciones que ayuden a mitigar el cambio climático en países en vías de desarrollo, lo cual también podría crear nuevas formas de empleo verde (European Commission, 2011).

de dólares gastados en transporte público se generan alrededor de 36,000 empleos (promediando entre las operaciones y los proyectos de inversión),¹⁴ un nueve por ciento más alto que el potencial de generación de empleos por el mantenimiento de caminos; y un 19 por ciento más alto por los proyectos de nuevos caminos, con la misma cantidad de recursos gastada en ambos casos. Chmelynski (2008) sugiere que en EE.UU., se generan 18.5 empleos por cada millón de dólares de gasto del consumidor transferido de combustibles para automóviles hacia el transporte público.¹⁵

¹⁴ La metodología empleada por el Grupo de Investigación y Desarrollo Económico incluye efectos directos (manufactura/construcción de transporte público y empleos en el área de operaciones), efectos indirectos (empleos a proveedores de partes y servicios) y empleos inducidos (empleos generados por los gastos salariales de los mismos trabajadores). Véase http://www.apta.com/gap/policyresearch/Documents/jobs_impact.pdf

¹⁵ El potencial de empleo local depende enormemente del contexto local, por ejemplo, cuánto del bien/servicio es ofrecido nacionalmente (versus importado). Las cifras pretenden ser únicamente indicativas.

Evitar, Cambiar, Mejorar	Negocio sostenible	Potencial de reducción de emisiones	Ejemplos
Evitar	Tecnología y servicios de telecomunicación	Medio – Provee alternativas al viaje tradicional (movimiento físico)	<ul style="list-style-type: none"> Teleconferencias y teletrabajo ofrecido por grandes empresas en Europa, EE.UU., etc.
Evitar y Cambiar	Proveedores de estacionamiento	Alto – al proveer espacios formales para estacionamiento y reemplazar los estacionamientos informales	<ul style="list-style-type: none"> Operadores de estacionamientos privados en Tokio, Japón
	Sistemas de vehículos compartidos	Alto – al fomentar un menor uso del automóvil particular	<ul style="list-style-type: none"> Uso compartido del automóvil incorporado al transporte ferroviario y público en Suiza; Uso compartido de bicicletas: JCDecaux/Cyclocity, París; Clear channel/SmartBike, Barcelona
Cambiar	Cambiar operaciones de transporte público (incluyendo cobro de tarifas, gestión de depósito/flotas, gestión de estaciones, seguridad)	Alto – al incrementar la calidad del servicio y al hacer los sistemas de tránsito más atractivos	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT, por sus siglas en inglés) en Bogotá, Pereira, Curitiba, Ahmedabad, Guayaquil, México, León, Guadalajara, Guatemala; Sistemas de autobuses en Santiago, São Paulo (y en la mayoría de las ciudades brasileñas); Sistemas de metro en Singapur, etc.
	Taxis y operaciones de paratransito	Medio – al ofrecer una alternativa hasta la puerta de su casa al uso del automóvil particular (depende del tipo de combustible y de la eficiencia operacional)	<ul style="list-style-type: none"> Bici-taxis en India y Pakistán
	Servicios de transporte no motorizado (TNM)	Alto – particularmente cuando se combina con patrones de uso de suelo que apoyen viajes más cortos y realizable para los TNM.	<ul style="list-style-type: none"> Bici-taxis en India, Nueva York, San Francisco; Estaciones de bicicletas en Alemania; Renta de bicicletas en Ámsterdam; Recorridos a pie en Boston
	Sistemas de Transporte Inteligentes	Medio – optimización del desempeño de los sistemas de transporte para minimizar las demoras vehiculares y hacer el transporte público más atractivo	<ul style="list-style-type: none"> Proveedores de tecnología en Santiago, Guayaquil
	Empresas comerciales en espacios públicos, publicidad y mobiliario urbano	Medio – mejora la experiencia del usuario en las ciudades con orientación al tránsito/transporte no motorizado	<ul style="list-style-type: none"> Barcelona, Buenos Aires, Guayaquil
Mejorar	Mejorar vehículos con bajas emisiones en carbono	Alto – al permitir mayor eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> Vehículos pequeños y ligeros, motores con emisiones ultra bajas, vehículos híbridos, híbridos con enchufe ligados a la generación sostenible de electricidad
	Combustibles alternativos	Alto – al permitir menores emisiones de CO ₂ por unidad de energía	<ul style="list-style-type: none"> Biocombustibles, en conformidad a criterios rigurosos y comprensivos de sostenibilidad
	Mantenimiento vehicular	Medio – el mantenimiento adecuado de vehículos puede reducir las emisiones de GEI	<ul style="list-style-type: none"> Revisiones vehiculares anuales, por ejemplo en Indonesia

Tabla 4: Negocios de transporte verde por grupos dentro de la estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar

Cuadro 5: El transporte verde como negocio

Existen numerosas oportunidades de generación de ingresos para incentivar al sector privado a apoyar o complementar las operaciones y sistemas de transporte sostenibles. Estas pueden ser en la forma de las Asociaciones Público-Privadas, contratos de concesión entre una agencia pública y una entidad privada, o negocios con fines de lucro que provean un servicio o producto directamente a los usuarios. La Tabla 4 enlistta tales negocios en el contexto de la estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar para el transporte sostenible.

Además, un estudio de Weisbrod y Reno (2009) sobre la base de 13 inversiones en transporte público en Europa, sugiere que una unidad de inversión en transporte público produciría entre 2 y 2.5 veces su valor para la economía regional.

El PNUMA (2008a) estima que aproximadamente 250,000 empleos en la industria automovilística están dirigidos a la producción de automóviles relativamente ecológicos y a sus componentes.¹⁶

¹⁶ Tales cifras dependen de la definición de empleos verdes, así como de las suposiciones respecto de la tasa de penetración de los vehículos verdes. Se requiere de más trabajo de investigación para estimar cifras más precisas.

Cuadro 6: El papel del transporte en la reducción de la pobreza rural

Existe una gran cantidad de evidencia empírica que muestra una correlación positiva entre la inversión en el transporte y la producción económica. El Instituto Asiático de Desarrollo del Transporte (AITD, por sus siglas en inglés, 2003), Binswanger et al. (1993) y Liu (2005) encontraron que la inversión en caminos rurales contribuye directamente al crecimiento de la producción agrícola, al aumento del uso de fertilizantes, a la expansión de la banca comercial y una mejora general de las condiciones socioeconómicas de las aldeas rurales en India. En una investigación para el Banco Mundial, Khandker et al. (2009) descubrieron que la inversión en caminos rurales en Bangladesh reducía la pobreza de manera significativa mediante una mayor producción agrícola, mayores salarios, menores costos de insumos y transporte, y precios más altos de los bienes producidos. También descubrieron que la construcción de caminos rurales, además de ser una estrategia en beneficio de los sectores más pobres, conduce a mayores tasas de asisten-

cia escolar tanto para niñas como para niños. Sin embargo, junto con la inversión en infraestructura de caminos rurales, deben hacerse inversiones en instalaciones para el transporte público, en TNM e infraestructura para transporte multimodal. Para quienes no tienen acceso a los vehículos motorizados privados, eso posibilitaría su mayor movilidad. Particularmente, ocurre cuando los centros urbanos están conectados a las áreas rurales. En su investigación para el Banco Mundial, Van de Walle (2002) argumenta que no considerar el objetivo de equidad junto con el de la eficiencia puede sesgar la inversión en contra de las áreas y sectores más pobres. Lo anterior es particularmente cierto en los países asiáticos con economías en transición, en donde la construcción de caminos es una gran limitante para el desarrollo. Los beneficios económicos, sociales y ambientales de la inversión en caminos dependerán de otros factores, tales como que dicha inversión sea seguida de otras inversiones en servicios de transporte asequibles.

3.3 Apoyo a la equidad y a la reducción de la pobreza

Los sistemas de transporte actuales, principalmente contruidos para vehículos particulares y motorizados, son, por su naturaleza, desiguales e impiden los esfuerzos para reducir la pobreza al aumentar la brecha de movilidad. En muchos países en vías de desarrollo existe una gran desigualdad entre grupos de ingreso en términos del acceso a caminos pavimentados, así como a un transporte accesible y seguro.

La inversión en soluciones verdes –como redes de transporte público que sean accesibles, confiables y asequibles– puede ayudar a aliviar la pobreza de distintas maneras, al proporcionando a las personas los medios adecuados para acceder a oportunidades de empleo, educación y cuidado de la salud. Se pueden crear nuevos empleos en áreas previamente aisladas, por ejemplo, al involucrar a trabajadores locales y cooperativas en el mantenimiento de caminos y carreteras.¹⁷ La estimulación de la economía local también puede reducir los costos y el intercambio con el exterior, mientras que los menores costos de viajes y la reducción en los tiempos de traslado pueden abaratar los bienes y servicios esenciales. Una red de transporte segura y limpia opera en beneficio de los miembros más vulnerables de la sociedad, al protegerlos de impactos adversos del sector del transporte como son los accidentes de tránsito y la contaminación del aire.

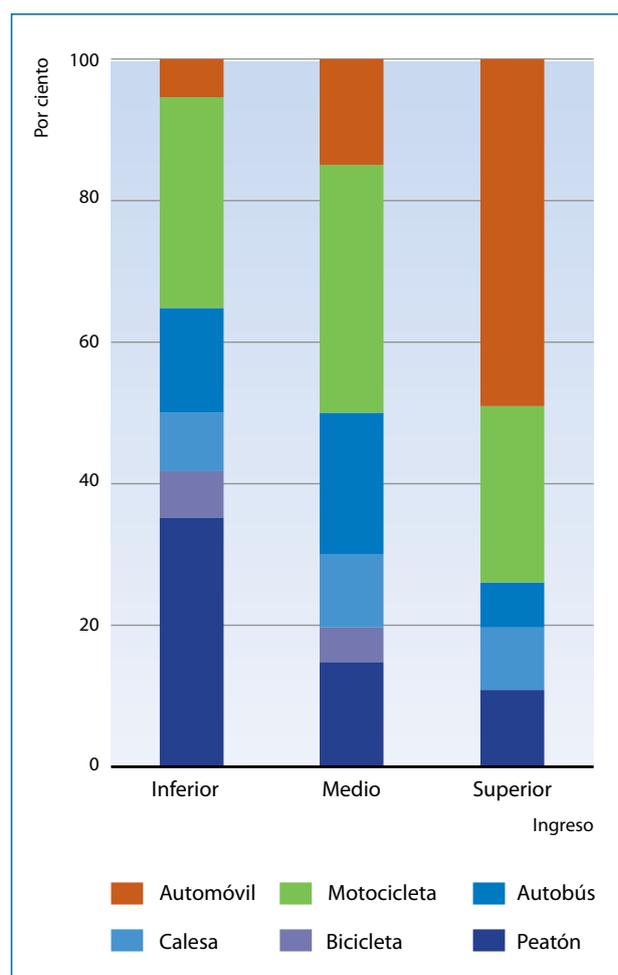


Figura 6: División de medios de transporte por grupo de ingreso en Surabaya (Indonesia)

Fuente: GTZ (2002)

¹⁷ Tales métodos podrían dirigirse igualmente a la construcción y mantenimiento de infraestructura para el transporte público y no motorizado.

4 Cuantificando las implicaciones económicas del transporte verde

Para realizar una evaluación cuantitativa de las implicaciones macroeconómicas de invertir en transporte verde a escala mundial, el estudio empleó un enfoque de modelación utilizando el modelo T21.¹⁸ Dentro del escenario multisectorial de inversión verde, en el que se plantea que el dos por ciento del PIB mundial esté asignado a la inversión en un gran número de sectores, el transporte recibiría un 17 por ciento del total de dicha inversión. Esta sección describe las diferencias entre invertir la supuesta cantidad adicional en un escenario de transporte verde y en uno BAU, incluyendo las implicaciones a nivel macro hasta el año 2050. Debido a la escasez de estudios que utilizan la misma técnica de modelación, los resultados deben ser interpretados de modo indicativo sobre el cambio que puede esperarse como resultado de una inversión verde, y dichos resultados deben ser validados con trabajos adicionales. Las cifras deben ser evaluadas junto con las estimaciones realizadas por otros modelos tales como el Modelo de Movilidad de la AIE, con el cual se hacen comparaciones en esta sección.

4.1 Tendencias del transporte bajo un escenario base (BAU)

Bajo un escenario base (BAU), sin inversión adicional, el número total de vehículos para caminos y carreteras¹⁹ aumenta rápidamente. Particularmente, el stock de vehículos ligeros (LDV, por sus siglas en inglés), crecería de los 800 millones actuales a unos 2,200 millones para el año 2050.²⁰ En línea con el crecimiento futuro del stock total de vehículos, el volumen de viajes aumentaría tanto para el transporte de pasajeros como para el de carga. Hacia el año 2050, el transporte de pasajeros alcanzaría los 103 billones de pasajeros por kilómetro (PKM), en

tanto que el transporte de carga sería de aproximadamente 38 billones de toneladas por kilómetro (TKM). En comparación con los valores de referencia de la AIE, estas cifras son más altas, especialmente para el transporte de carga, para el que según la AIE pronostica tan solo 13 billones TKM.

En el escenario base, respecto al transporte de pasajeros, los vehículos ligeros (LDV) continuarían dominando todos los medios de transporte con una proporción creciente (47 por ciento en 2010 subiendo a un 62 por ciento en 2050) de la carga de pasajeros en viajes durante dicho período, mientras que la proporción de autobuses disminuiría del 25 al 15 por ciento.²¹ Se espera que los ferrocarriles mantengan una proporción constante de carga de pasajeros en viajes (entre un seis y un siete por ciento) y que la de la aviación sea de alrededor del diez por ciento. Respecto al transporte de carga, el volumen transportado por ferrocarriles disminuiría de un 55 por ciento en 2010 a un 52 por ciento en 2050, en contraste con un aumento en el transporte por carretera (camiones de carga).²²

Respecto al *uso de energía* y a las *emisiones de carbono* bajo el escenario base (BAU), se pronostica que ambas aumenten en un 50 por ciento para 2030, y en más de un 80 por ciento para 2050. Los medios de transporte que más contribuirían a estas emisiones en 2050 serían los LDV (56 por ciento), los camiones de carga (16 por ciento) y la aviación (18 por ciento). Para 2050, las emisiones de CO₂ del sector del transporte habrían aumentado hasta una cuarta parte de las emisiones mundiales de CO₂ relacionadas con la energía.

En el caso del escenario base (BAU), el nivel *total de empleo* en el sector transporte, que fue de 67.9 millones

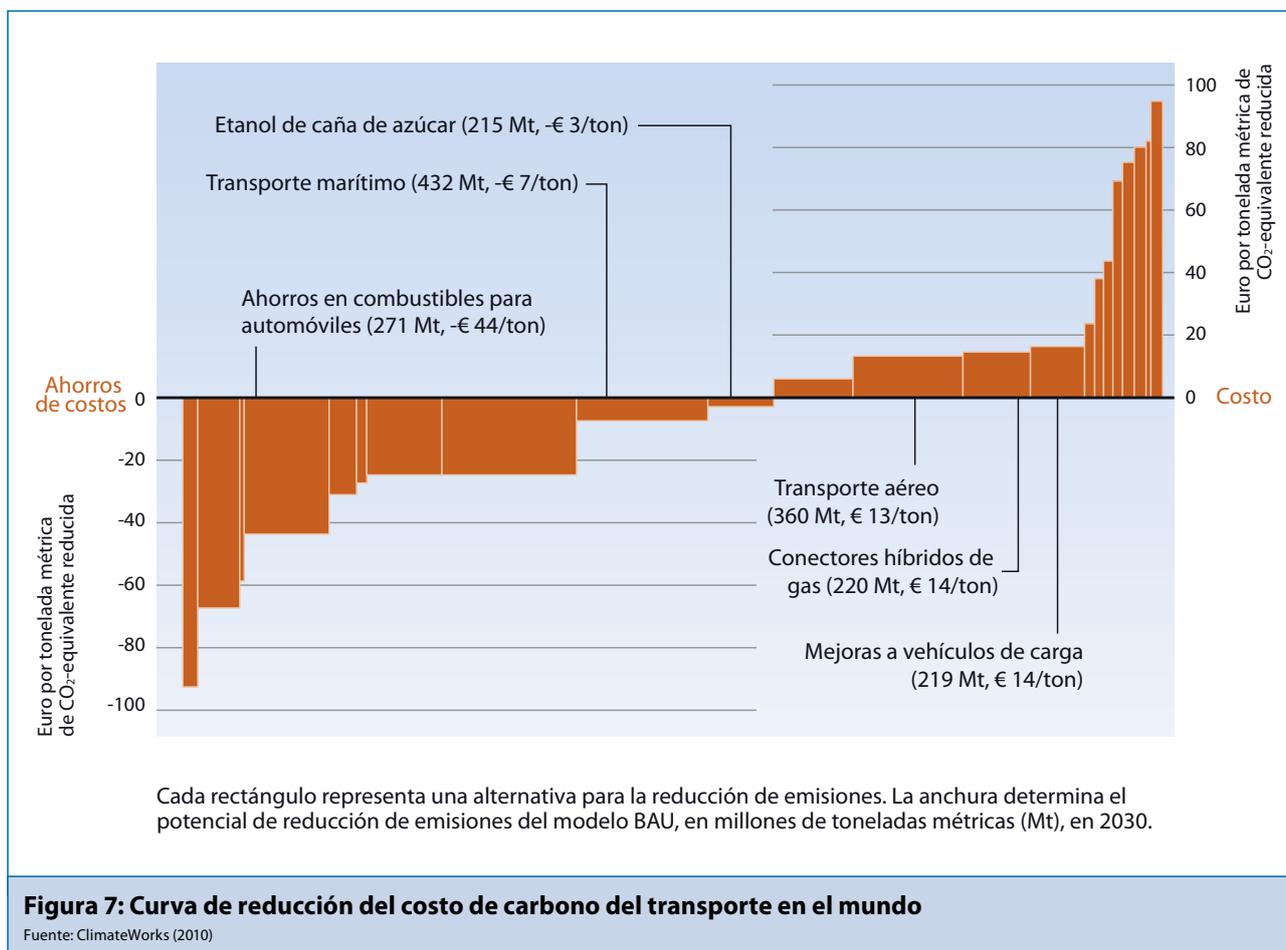
18 La información contenida en esta sección está basada en modelos realizados por el Millennium Institute (MI, por sus siglas en inglés). Aunque se ha echo un gran esfuerzo por integrar los resultados de los modelos con precisión a lo largo de todo el informe, puede haber ciertas cifras sujetas a rectificación o corrección, con base en el largo proceso de modelación y en los cambios ocurridos en otros sectores. Es de notar que el proceso de modelación ha estado limitado por la relativa falta de evidencia e información estandarizada, por ejemplo, los supuestos para el empleo en el sector del transporte, la información armonizada sobre las actividades de transporte por ciudad, región y país, las cifras estandarizadas sobre las externalidades del transporte y las interrelaciones entre medios de transporte y sectores.

19 Incluye tanto urbano como rural, de carga y de pasajeros.

20 Otros pronostican que este crecimiento podría ser aún mayor, Por ejemplo, la AIE pronostica que el número de vehículos ligeros (LDV) alcanzará los 2,700 millones para 2050.

21 De todo el transporte de pasajeros estimado por la AIE en términos de kilómetros por pasajero al año (que difiere de la medida en este modelo), entre un seis y un siete por ciento es por ferrocarril; de un diez por ciento en 2010 a un 15 por ciento en 2050 por aire, y el resto a través de medios terrestres, en los cuales el 45-56 por ciento del total de pasajeros es transportado por LDV. Dentro del transporte terrestre de pasajeros, para el cual la AIE reportó una distancia total de viajes en km realizada por todos los vehículos de carretera por año (que es la misma medida que en el modelo), los LDV representan el 67-78 por ciento del volumen de los viajes de pasajeros por carretera entre 2010-2050.

22 La Agencia Internacional de Energía (AIE) estima que el porcentaje de peso de los transportes de carga, en términos de tonelada-km por año, que es llevada por vehículos de carretera aumentara de 55 por ciento en 2000 a 59 por ciento en 2050.



en 2009, seguirá creciendo a una tasa promedio de 1.3 por ciento anual hasta 2050 y alcanzará los 116 millones de puestos de trabajo.²³

4.2 La estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar como fundamento para redireccionar inversiones

El sector del transporte recibirá grandes inversiones durante las próximas décadas, principalmente a través de la planificación urbanística, obras de infraestructuras, sistemas de transporte público y adquisición de vehículos de transporte. La AIE (2010) pronostica que para 2050, bajo un escenario base (BAU), se gastarán 150 billones de dólares extra en vehículos motorizados en todo el mundo.²⁴ Habrá inversiones extras de unos 100 billones de dólares en otros tipos de vehículos de transporte (camiones de carga, barcos, aviones, etc.) y de 150 billones de dólares en combustibles.

Sin embargo, en una economía verde, si estas inversiones se diseñan adecuadamente, podrían ayudar a limitar el crecimiento de las emisiones. La reorientación de la inversión hacia opciones de transporte verde puede proporcionar las mismas necesidades de movilidad, pero con impactos ambientales y sociales más bajos, y en algunos casos incluso por menos dinero. La curva de reducción de costos de carbono a escala global de McKinsey (2010) –que presenta los beneficios provenientes de la inversión en acciones potenciales para reducir las emisiones de carbono– muestra que invertir en transporte verde puede ser una de las acciones más eficaces para reducir las emisiones de carbono. Por ejemplo, Por ejemplo, se argumenta que la inversión en la mejora de la eficiencia del combustible de los vehículos es capaz de generar ahorros netos de 65 euros por tonelada de carbono. La curva de ClimateWorks (2010) de reducción del costo de carbono del transporte en el mundo (véase la Figura 7) muestra una cantidad similar para las mejoras iniciales en eficiencia en el uso de combustible.

Es importante analizar no solo la eficiencia de reducción de carbono, sino también otros impactos sobre los diferentes desafíos identificados en el primer capítulo de este informe. Al comparar las intervenciones y sus costos y beneficios, también es importante analizar los impactos secundarios. Por ejemplo, algunas intervenciones pueden dar lugar a grandes aumentos o disminuciones los ingre-

²³ Estas cifras excluyen la gran cantidad de empleo informal en el sector del transporte (por ejemplo, el mantenimiento de los vehículos, el uso de microbuses en países en vías de desarrollo), el cual no pudo ser estimado debido a restricciones de datos. Tales formas de empleo también se pueden beneficiar del giro en las inversiones hacia un escenario verde.

²⁴ Dólares sin descontar para los siguientes 40 años a escala mundial.

	INVERSIONES		BENEFICIOS				
	Inversión directa	Costos/Inversiones de largo plazo	Calidad del aire	Emisiones de GEI	Congestión Vehicular	Accesibilidad de transporte	Seguridad Vial
Autobuses de tránsito rápido (BRT, por sus siglas en inglés)	++	+	++	++	++++	++++	++
Tren ligero	+++	++	++	++	++++	+++	++
Ferrocarril	++++	++	+	++	+++	++	+
Vehículos ecológicos y eficientes	++	+	++++	+++	+/-	+/-	+/-
Infraestructura de TNM	++	+	++	+	+++	+++	+++
Planificación/diseño urbano	++	++	+++	++	++++	++++	+++

Tabla 5: Costos y beneficios de invertir en transporte verde

Fuente: Estimados por el PNUMA y los autores. A más signos +, mayor la inversión o el beneficio asociado con la intervención.

sos por impuestos. La Tabla 5 muestra que, si bien algunas intervenciones son formas rentables para el transporte a la hora de reducir las emisiones de carbono, otros son más eficaces para aumentar la accesibilidad o para disminuir la congestión vial.

Aunque existen diferentes puntos de vista sobre el papel que los biocombustibles pueden desempeñar en la reducción de las emisiones de GEI en el sector del transporte, su uso ha aumentado rápidamente en los últimos años. Gran parte de este desarrollo ha sido impulsado por recomendaciones, sancionadas en al menos 41 estados/provincias en 24 países, para incorporar biocombustibles en los combustibles para vehículos. El etanol, hecho principalmente a base de maíz y caña de azúcar; y el biodiésel, producido a partir de semillas aceitosas como las semillas de colza y de palma, son en la actualidad los principales biocombustibles para el transporte. La mayoría de las recomendaciones exigen mezclar entre un diez y un 15 por ciento de etanol con la gasolina, o entre un dos y un cinco por ciento de biodiésel con combustible diésel. Los patrones que abordan ampliamente los temas ambientales y sociales planteados en el contexto de la producción de biocombustibles se deben aplicar para asegurar la sostenibilidad.

Se necesita de una mezcla de estrategias que combinen las intervenciones de Evitar, Cambiar y Mejorar, para enverdecer al sector del transporte y cumplir con las metas establecidas en términos de una mejora de la calidad del aire urbano, de menores emisiones de carbono y de un menor número de accidentes de tránsito. Los modelos de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2009b) y de la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA, 2010), muestran que un paquete de medidas, que combinen acciones en las áreas de la estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar, es necesario para alcanzar mayores reducciones en las emisiones (véase el Cuadro 7). La investigación por parte del PNUMA ha llegado a una conclusión similar (véase el Cuadro 8).

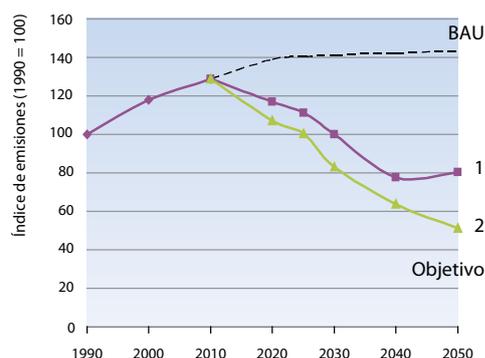
4.3 Invirtiendo en transporte verde

Insumos y supuestos

El escenario de inversión verde (G2) supone una inyección de 419,000 millones de dólares (en dólares constantes a precios del año 2010) anuales a lo largo de los siguientes 40 años en:

Cuadro 7: Ahorros netos por el enverdecimiento del sector del transporte

En el contexto de la mitigación del cambio climático, se afirma regularmente que las acciones en el transporte son costosas debido a las nuevas tecnologías que son requeridas. Sin embargo, como lo demuestran diversos estudios como el de Moving Cooler de Cambridge Systematics (2009) y el de curvas de costos extras incurridos de McKinsey y ClimateWorks (ver más arriba), el costo de muchas intervenciones en el sector del transporte y, especialmente, de un conjunto de políticas comprensivas basado en la estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar puede generar ahorros netos para la economía en su conjunto. Los ahorros en costos de combustible generados por una mezcla de cambios tecnológicos y de comportamiento, superan por mucho los costos de implementación. Un estudio del Banco Mundial (2009) sobre México, señala que los proyectos cuyo objetivo es mejorar la eficiencia en redes de autobuses, trenes de carga y esquemas de inspección de vehículos generan grandes ahorros netos.



Cada curva muestra el efecto adicional de continuar añadiendo instrumentos.

1. Paquete de mejoras: optimización de motor y diseño del vehículo, tarjetas eléctricas, combustibles bajos en carbono y tecnologías que promuevan cambios de conducta. Estas medidas conducen a una reducción del 44 por ciento en las emisiones de CO₂ del transporte.

2. Paquete de prevención y cambio: cuotas de carreteras, asociaciones de automovilistas, aumento de la densidad de población en las ciudades y planificación de viajes. Estas medidas llevan a un 20 por ciento de reducción en las emisiones de CO₂ del transporte.

Figura 8: Efecto de una combinación de medidas en las áreas de Evitar, Cambiar y Mejorar para reducir las emisiones de CO₂ provenientes del sector del transporte en la UE

Fuente: EEA (2010)

Cuadro 8. Efectos de combinar inversiones en distintas medidas para las áreas de la estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar con el fin de reducir las emisiones del transporte

El PNUMA ha venido trabajando de forma estrecha con la AIE y otros organismos para fomentar el uso de vehículos ecológicos y eficientes. Al realizar esta labor, el PNUMA ha descubierto que se pueden lograr importantes reducciones mediante la introducción de combustibles y vehículos más limpios. Sin embargo, el PNUMA también ha encontrado que para lograr la reducción de emisiones necesaria, se tienen que hacer inversiones en las tres áreas: Evitar, Cambiar y Mejorar. Los modelos de la AIE y de la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA), muestran que una reducción de emisiones del 70 por ciento o más, es posible con las aplicación de políticas e inversiones adecuadas, con cerca de dos tercios provenientes de las medidas adoptadas en el área de Mejorar, y un tercio de las medidas adoptadas en las áreas de Evitar y Cambiar.

■ Expandir la *infraestructura de transporte público* (promoviendo medios de transporte compartidos con líneas de autobuses y ferrocarriles); e

■ Incrementar la *eficiencia de vehículos para caminos y carreteras*.

En relación con la *infraestructura de transporte público*, se están realizando inversiones para reducir el volumen de LDV y viajes aéreos y aumentar el volumen de viajes en autobús y ferrocarril, promoviendo un cambio hacia medios de transporte menos intensivos en carbono. Una inversión anual de 24,000 millones de dólares se asignará a la infraestructura de transporte a lo largo de un periodo de 40 años.

Con respecto a la mejora en *eficiencia energética*, alrededor de 384,000 millones de dólares al año, en promedio, serán destinados a inversiones en vehículos más eficientes entre 2011 y 2050. Nótese que las inversiones supuestas en el modelo en torno a las medidas bajo la estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar, son compatibles con los escenarios de inversión en transporte verde de la AEMA y la AIE, discutidos anteriormente.

Además, con el propósito de representar cambios futuros en *las necesidades de viaje* en los escenarios verdes, se ha supuesto un volumen total e inicial de transporte evitado del 25 por ciento, de acuerdo con la perspectiva de la AIE sobre el volumen total de viajes.²⁵ Dicha reducción se supone sucedería sin costo alguno como resultado de los cambios en las necesidades y comportamientos motivados por el desarrollo de condiciones favorables, como una mejor planificación urbana, mayores empleos a distancia, regulaciones más estrictas, etc. Los supuestos anteriores sobre las inversiones y los cambios de comportamiento, reflejan de forma directa el paradigma de la estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar presentado en la Sección 2.2. Estos mostraron un impacto en la división de transporte modal, el consumo de energía, las emisiones relacionadas con la energía y el empleo, como se discute a continuación.

En general, la inversión verde anual en el transporte alentaría el cambio (o mantendría una cuota modal) del transporte privado al público o el transporte no motorizado, en comparación con los diversos escenarios base (BAU). Se limitaría el incremento del volumen total de viajes por vehículos en caminos y carreteras, pasando de 21 billones de kilómetros por vehículo (KMV) en 2009 a 39 billones de KMV para 2050, lo que representa un 35

²⁵ Se supone que está impulsado principalmente por el desarrollo de un tránsito ordenado, el teletrabajo, viajes más cortos pero más frecuentes, entre otros (como se indica en el estudio de la AIE sobre Transporte, Energía y CO₂). Por otra parte, se pronostica que el impacto positivo de los escenarios verdes sobre el PIB, aumentará el volumen total de viajes, contrarrestando parcialmente los efectos de este supuesto inicial.

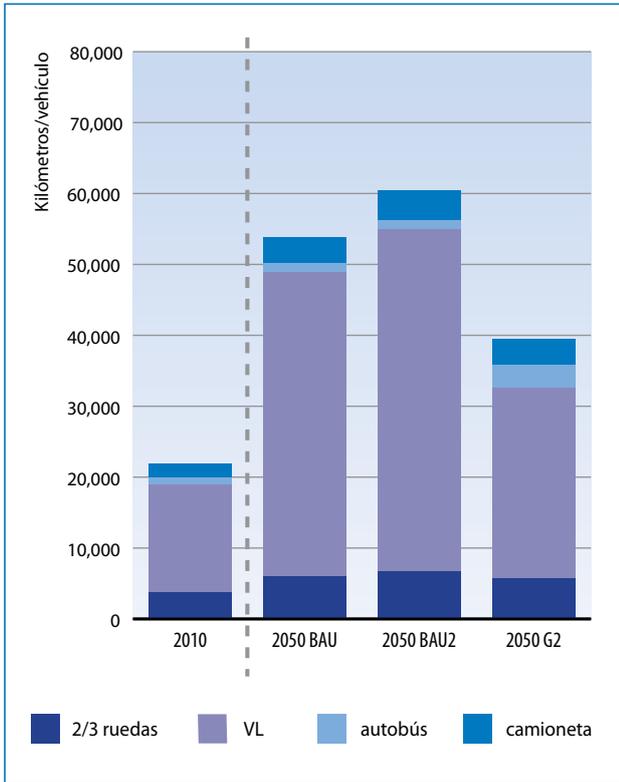


Figura 9: Nivel de actividad de vehículos bajo los escenarios base (BAU) y verde

Fuente: Basado en la modelación elaborada para este reporte

por ciento menos que bajo un escenario BAU2 (o un escenario BAU con la misma cantidad de inversión adicional que en el escenario G2). La Figura 9 muestra el nivel de actividad del transporte terrestre (en kilómetros por vehículo) bajo varios escenarios BAU, así como en el escenario de inversión verde.

En términos de cuota modal, el escenario de inversión verde supone un descenso en la proporción de vehículos de pasajeros por kilómetro en 2050 del 62 por ciento (BAU2) al 33 por ciento.²⁶ Para el transporte de carga, el ferrocarril conserva una proporción relativamente grande del 52 por ciento de TKM.

El consumo total de energía del sector del transporte se limitará a 2,200 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtoe, por sus siglas en inglés) en 2050 bajo un escenario de inversión verde. Alrededor de 874 Mtoe son abastecidos por biocombustibles,²⁷ limitando los combustibles a partir del petróleo a 1,251 Mtoe para 2050, lo que representa un 81 por ciento menos que en el escenario BAU2. Ahorros de energía importantes provienen del cambio hacia el transporte público, ya que el aumento en las emisiones generadas por autobuses y ferrocarriles eléctricos es mucho menor que las emisiones evitadas por LDV.

Resultados

Como resultado de estas inversiones, las emisiones de carbono se reducirían radicalmente hasta 8.4 Gt de CO₂ o 68 por ciento respecto al escenario BAU2 para 2050. El escenario de inversión verde corresponde, con el nivel de emisiones modelado por la AIE en su escenario de bajo carbono (BLUE Map), que combina mejoras constantes en la eficiencia de combustible para motores convencionales, un incremento de 20 veces en el uso de biocombustibles y la aceptación de nuevos vehículos como los híbridos y vehículos con celda de combustible. En el escenario BLUE Map, la AIE estima inversiones adicionales de 20 billones para vehículos más eficientes (por ejemplo, para vehículos eléctricos), pero también ahorros similares (equivalentes a 20 billones de dólares) en costos de combustible debido a su mayor eficiencia²⁸ (IEA, 2009b). Por lo tanto, se puede alcanzar una importante reducción global de carbono sin costo alguno (pero serían necesarias políticas que promuevan la inversión en vehículos menos contaminantes y más eficientes).

El volumen total de empleos total en el sector del transporte continuará siendo sustancial, con un gran crecimen-

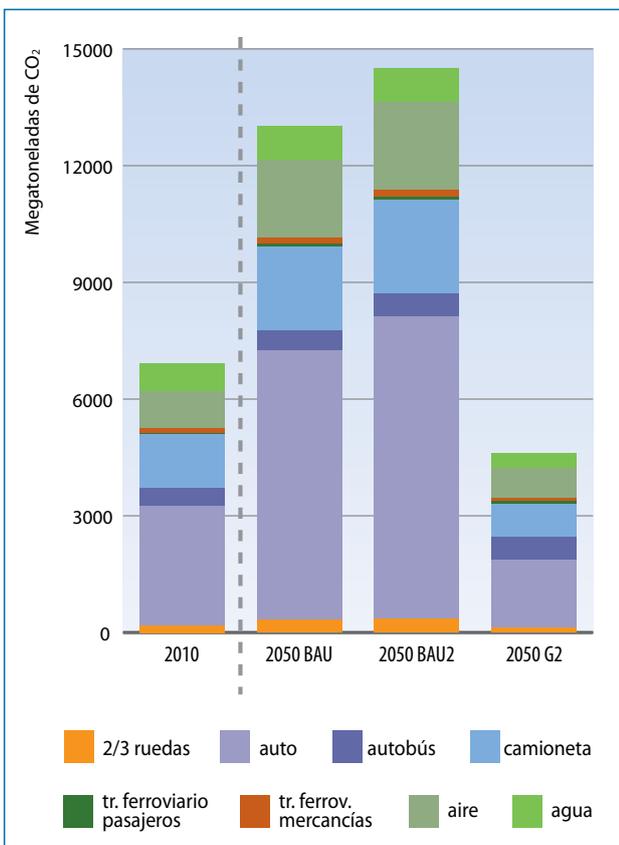


Figura 10: Cambios modelados en las emisiones de CO₂ en el sector del transporte bajo los escenarios base (BAU) y verde

Fuente: Basado en la modelación elaborada para este informe

26 Esta cifra depende mucho de los supuestos utilizados acerca de la efectividad en las medidas para reducir las necesidades de traslado, así como en la medida en que la demanda se mueva hacia el transporte público y no motorizado.

27 Hay que tener cuidado para asegurar que los biocombustibles empleados cumplan estrictamente con los criterios de sostenibilidad que ligan a las distintas preocupaciones ambientales y sociales, incluido el precio de los alimentos.

28 Se emplea 2008 como año base.

to en medios de transporte público, como los trenes para pasajeros. El volumen total de puestos de trabajo en la industria del transporte en 2050 se modela para ser mayor en el sector verde en comparación con BAU2 en aproximadamente un diez por ciento. Los empleos relacionados con automóviles (incluyendo la producción y mantenimiento) también crecerán, aunque en comparación con menos rapidez que en BAU2 debido a los índices más bajos de propiedad de automóviles en el escenario verde²⁹. Como

resultado de las grandes reducciones en las emisiones de carbono, junto con el continuo y fuerte crecimiento del empleo en el sector del transporte, la intensidad de carbono de cada puesto de trabajo en el sector se reduce en aproximadamente un 70 por ciento en comparación con BAU2, lo que refleja el desacoplamiento de las emisiones del transporte del crecimiento económico y la transformación ecológica de puestos de trabajo en el sector.³⁰

29 No se pudieron encontrar estimaciones fiables acerca del empleo en el mantenimiento de automóviles y, por lo tanto, no se incluyeron en el modelo. Con respecto al transporte público, los números sobre empleos relacionados a la gestión y operación fueron calculados con base en información de la UE (excluyendo a Francia y Alemania, los cuales tienen niveles desproporcionadamente altos de empleo en este subsector) para estimar el empleo a nivel mundial.

30 El enfoque adoptado en este capítulo para cuantificar el nivel de enverdecimiento de los empleos podría ayudar a dar forma a las definiciones existentes o futuras sobre empleos verdes; por ejemplo, aquellos provenientes de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Un mayor refinamiento y coordinación de los enfoques en este aspecto será benéfico para mejorar la cuantificación y monitoreo de la transición hacia una economía verde.

5 Condiciones propicias

Las condiciones propicias son las condiciones históricas y políticas en el entorno de la inversión que, en conjunto, permiten la transición hacia una economía verde. Ellas les ayudarán en la ejecución de las inversiones verdes identificadas en el sector del transporte, particularmente si se hacen esfuerzos para garantizar un enfoque armonizado e integrado que facilite las mejores políticas y tecnologías disponibles a escala mundial. A continuación, exploramos las condiciones facilitadoras esenciales para el transporte verde, a saber:

- Diseñar una regulación apropiada, planificación y suministro de información;
- Establecer las condiciones financieras y los incentivos económicos adecuados;
- Garantizar la transferencia y el acceso tecnológico; y
- Fortalecer instituciones y capacidades.

El transporte es un sector complejo, que ha sido moldeado a lo largo del tiempo por otros sectores y factores externos (EEA, 2008). Por lo tanto, es necesaria una combinación de enfoques estratégicos e instrumentos de política para enverdecer al sector. La OECD (2002), presenta un inventario de instrumentos de política para un transporte ambientalmente sostenible y una extensa discusión sobre su posible aplicación en algunos países seleccionados.

5.1 Diseñar una regulación apropiada, planificación y suministro de información

Una amplia gama de políticas podría apoyar las estrategias Evitar, Cambiar y Mejorar para el transporte verde:

- **Planificación** – puede reducir las necesidades o distancias de traslados, al acercar a la gente a las actividades que necesitan realizar. Puede habilitar la implementación e incrementar lo atractivo de una nueva infraestructura en transporte verde, incluyendo el transporte público, el ciclismo y el hábito de caminar;
- **Regulación** – puede usarse para restringir el uso de ciertos vehículos motorizados, pero también puede influir sobre el tipo de vehículo usado y las normas a las que se tendría que adherir (tanto en términos del desempeño vehicular como de la regulación de caminos);
- **Información** – puede incrementar el nivel de concientización de las personas respecto a medios de transporte alternativos, lo cual podría generar un cambio en el medio de transporte utilizado. También podría ofrecerse como medio para mejorar la conducta de los conductores y para reducir el consumo de combustible; e
- **Instrumentos económicos** – pueden ofrecer incentivos para cambiar el comportamiento respecto a la

Tipo	Evitar	Cambiar	Mejorar
Planificación	Desarrollo de uso de suelo mixto de alta densidad. Normas de estacionamiento.	Planificación del transporte público integrado. Planeación del uso de suelo.	Planificación de redes de suministro eléctrico inteligentes. Planificación de fuentes de electricidad sin carbono.
Regulación	Restricciones y prohibiciones de tránsito (por ejemplo, en el centro de las ciudades)	Restricciones de estacionamiento. Asignación de espacios viales. Restricciones al tipo de vehículos.	Normas vehiculares (por ejemplo, acerca de las emisiones). Límites de velocidad. Regulación de procesos de producción.
Información	Incrementar el nivel de concientización de los costos reales de viajar por diversos medios de transporte. Marketing y gestión de la movilidad.	Incrementar la concientización sobre alternativas. Marketing y gestión de la movilidad. Esquemas cooperativos.	Conducción ecológica (<i>Eco-driving</i>). Campañas de concientización públicas. Etiquetado del desempeño ambiental vehicular.
Económico	Subsidios nacionales para el diseño y planeación del transporte urbano bajo en carbono.	APP para los sistemas de transporte público (especialmente Autobuses de Tránsito Rápido (BRT) y tren ligero). Retiro de subsidios/impuestos a los combustibles. Asignar un porcentaje fijo de infraestructura vial para Transporte No Motorizado (TNM).	Incentivos fiscales para vehículos más ecológicos y eficientes. Programas del tipo "Dinero a cambio de chatarra", (recompra de vehículos discontinuados/contaminantes). Incentivos fiscales para combustibles más limpios.

Tabla 6: Descripción general de los instrumentos para apoyar las estrategias Evitar, Cambiar y Mejorar

Fuente: Estimaciones de los autores



elección de: tipo de vehículo, combustible, tipo y tiempo empleado en el medio de transporte, etc. (véase la Sección 5.2 para más detalles).

Se presentan algunos ejemplos en la Tabla 6. Combinar estas políticas individuales es fundamental para incrementar su efectividad. Por ejemplo, las restricciones para estacionarse (o las tarifas altas) desincentivan a los usuarios de automóviles a utilizarlos, mientras que una planificación para el uso del transporte público los acerca hacia el uso del transporte verde.

Los detalles de cómo estas políticas pueden posibilitar el transporte verde se ofrecen en las siguientes secciones.

Planificación

La planificación es esencial para alcanzar un desarrollo sostenible. Una buena planificación en todos los niveles (urbano, regional, y nacional), es un prerrequisito para el transporte verde, debido a que el uso de suelo generalmente determina los patrones de transporte futuros (véase el capítulo 'Ciudades').

Los planificadores han investigado y postulado patrones de crecimiento para las ciudades a lo largo de los años. Seis de las formas más comunes de evolución urbana o de los patrones de crecimiento actuales son presentados en la Figura 11. Se considera que la 'ciudad compacta', aquella que organiza los incrementos poblacionales mediante la densificación del centro de la urbe; y la 'ciudad corredor', sinónimo del desarrollo orientado al tránsito vehicular, son los enfoques espa-

ciales más sostenibles. Friburgo (Alemania), una ciudad de tamaño medio, es un buen ejemplo del primer caso, mientras que Tokio (Japón) es un buen ejemplo del segundo. Se han hecho esfuerzos considerables en muchos países en vías de desarrollo para construir ciudades acondicionadas al transporte público y al transporte no motorizado³¹; Aguascalientes (México) es un buen ejemplo de lo anterior (Embarq, Centro para el Transporte Sostenible del Instituto de Recursos Mundiales, sin fecha). Por otra parte, la 'ciudad periférica', basada en la extensión suburbana con una sociedad fuertemente dependiente de automóviles particulares, como resultado de un enfoque de planificación sectorial tradicional.

Instrumentos regulatorios

Debido a la naturaleza inflexible de la demanda de transporte, las señales económicas –como el precio del combustible– son insuficientes por sí mismas para generar un cambio profundo en el comportamiento tanto de los consumidores como de la industria. Por ello, los instrumentos regulatorios desempeñan un rol impor-

³¹ El potencial de uso de suelo y planificación urbana para moldear patrones de transporte a largo plazo es mayor en los países en vías de desarrollo, en donde las ciudades aún están desarrollándose y aún no se ha llegado a un punto en donde la sociedad está dominada por automóviles. Para incorporar a la población creciente resultante de la tendencia a la urbanización, las ciudades en los países en vías de desarrollo pueden establecer fronteras físicas claras para definir un perímetro exterior de la ciudad, promover el uso combinado de suelo, y (si se requiere) desarrollar nuevas tierras entorno a los corredores de transporte público.

Medida regulatoria	Ejemplo de aplicación	Efectos	Claves para el éxito
Medidas sobre la economía de los combustibles (regulación del consumo de combustibles por kilómetro recorrido)	Normas de Corporate Average Fuel Economy (CAFE) en EE.UU.	<ul style="list-style-type: none"> Incremento del 50% en la economía de los combustibles entre 1975 y 1995. (Greene, 1998). Modelación de incrementos netos en el nivel de empleo (140,000 para 1985). (Dacy et al., 1980). Ahorro de combustible de 54,000 millones de dólares (en dólares de 1990). (Geller et al., 1992). 	<ul style="list-style-type: none"> Mejoras continuas en el rigor normativo.
Medidas de niveles de emisión vehicular (regulación de niveles de emisiones del escape)	Normas Europeas (EURO), con un incremento gradual del nivel de rigor para CO ₂ , HC, HC+N _x O _y , NO _x y PM.	<ul style="list-style-type: none"> Reducción, entre 1990 y 2007, de partículas en suspensión (PM por sus siglas en inglés) relacionadas al transporte (-30%), de sustancias acidificantes (-34%) y de precursores del ozono (-48%). (EEA, 2010). Adopción de normas idénticas o similares (con intervalos de tiempo) en varios países en vías de desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> Combinación con otras medidas como las normas de economía de combustibles, los estándares de calidad e impuestos a los combustibles para mejorar su efectividad.
Medidas sobre la calidad del combustible	Eliminación progresiva del plomo, azufre, etc., de los combustibles; mandatos de mezcla de biocombustibles en Brasil, etc.	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de los problemas de salud asociados con la exposición al plomo y al azufre. Reducción en la intensidad de carbono en los combustibles. 	<ul style="list-style-type: none"> Fuerte voluntad política Presión continua por parte de la sociedad civil.
Medidas para la inspección vehicular	Inspección vehicular y sistemas de mantenimiento en, por ejemplo, Pekín.	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de las emisiones locales entre un 28% y un 40%. (Kebin & Chang, 1999). 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación adecuada de la ley y lucha contra la corrupción.
Medidas para desincentivar el uso vehicular/ incrementar la tasa de ocupación vehicular	Zonas libres de automóviles, por ejemplo, en Alemania; prohibición vehicular parcial en México; límites de velocidad.	<ul style="list-style-type: none"> Mayor calidad de vida y regeneración de la actividad económica en los centros urbanos. Reducción de la congestión vehicular y de la contaminación del aire. 	<ul style="list-style-type: none"> Comunicación previa de los beneficios a negocios locales y residentes.

Tabla 7: Medidas regulatorias en la práctica

Fuente: Adaptado de Timilsina y Dulal (2009)

tante en la creación de incentivos adicionales para facilitar dicho cambio. Timilsina y Dulal (2009), han señalado que las principales medidas regulatorias empleadas para reducir las externalidades ambientales en el transporte son aquellas relacionadas con: (1) la economía de los combustibles; (2) los niveles de emisión de los vehículos; (3) la calidad del combustible; (4) los regímenes de inspección y (5) las medidas para desalentar el uso vehicular y promover tasas altas de ocupación en vehículos. Actualmente, muchos países, especialmente los países en vías de desarrollo, carecen de políticas comprensivas para regular estas cinco áreas principales. En la siguiente tabla, se ofrecen aplicaciones prácticas de estas medidas regulatorias.

La regulación debe ser considerada en conjunto con medidas económicas para asegurar su eficiencia económica y para evitar fallas de gobierno. También, su aplicación debe ser viable. Muchas veces, un esquema aunque bien intencionado tiene consecuencias imprevisibles. Por ejemplo, en Yakarta (Indonesia) una política que obliga a la ocupación de un vehículo con por lo menos tres pasajeros para circular por el centro de la ciudad, ha dado como resultado la aparición de transportadores ilegales, quienes reciben dinero de los conductores para subir a sus automóviles y ayudarles a evadir multas.

Instrumentos de información

Los instrumentos de información podrían inducir cambios más profundos en el comportamiento de las personas al incrementar los niveles de concientización sobre los medios de transporte o los métodos de viaje alternativos. Algunos ejemplos representativos son: las campañas de concientización pública, la gestión de movilidad, el etiquetamiento de automóviles nuevos y la educación vial de los conductores.

Al monitorear, contabilizar y comunicar las verdaderas implicaciones financieras, ambientales y sociales del transporte motorizado, sus usuarios podrían elegir activamente por patrones de transporte más acordes con el enfoque Evitar, Cambiar y Mejorar. Es muy importante comunicar los beneficios del transporte verde de modo que se relacionen directamente con la vida de las personas, como es el caso de mejoras a la salud³², un menor gasto financiero, y un menor tiempo y estrés en los traslados.

32 La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha desarrollado una metodología para evaluar los costos y beneficios de la movilidad urbana no motorizada: Las directrices metodológicas de la valoración económica sobre los efectos a la salud relacionados a la caminata y el ciclismo. Disponible en: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0007/87478/E90944sum.pdf

Flujo de Financiamiento		Evitar	Cambiar	Mejorar
Flujos de financiamiento orientados al transporte				
Financiamiento del Sector Público	Impuesto al combustible	+++	++	+++
	Impuesto vehiculares	++	++	++
	Tarifas de estacionamiento	++	++	
	Peajes	+++	+++	+
	Ingresos por tarifas de transporte público*		+	
	Subsidios al transporte público		+	+
	Impuestos a negocios (por ejemplo, el <i>Versement Transport</i> en Francia)		+	
	Impuestos y cuotas relacionados al uso de suelo	+++	++	
Subvenciones, préstamos, transferencias fiscales	++	++	++	
Publicidad		+		
Inversiones del sector privado	+	+	+++	
Flujos de financiamiento verde				
Impuestos y subsidios ambientales	+	++	++	
Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)	P	P	P	
Implementación Conjunta (IC)	P	P	P	
Comercio Internacional de Emisiones (CIE)	P	P	+ / P	
Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés)	P	+	+	
Fondos bilaterales/multilaterales	PPP	+ / PPP	+ / PP	
Fondo Verde para el Clima, Fast Start Financing	PP	PP	PP	
+++ : Contribución alta; ++ : Contribución media ; + : Contribución baja; P : Potencial futuro bajo, PP : Potencial futuro medio, PPP : Potencial futuro largo.				
* Los ingresos provenientes de las tarifas, en muchos casos, se centrarán en el sector privado, si el operador de transporte es privado.				

Tabla 8: Opciones para el financiamiento del transporte verde

Fuente: Modificado de: Sakamoto (2009)

La educación de los conductores y su capacitación puede concentrarse en técnicas de conducción eficiente, con las que pueden ahorrar entre un cinco y 10 por ciento de combustible (Ecodrive.org, 2010). Es muy probable que resaltar la reducción en costos de combustible mediante la conducción eficiente, atraiga particularmente a los operadores de vehículos comerciales.

5.2 Estableciendo las condiciones de financiamiento y los incentivos económicos adecuados

Para que las inversiones destinadas al transporte verde alcancen su máximo potencial, deben hacerse una serie de modificaciones al marco de financiamiento actual, combinado con la creación de condiciones de mercado que permitan al transporte verde ser económicamente factible. Estas cuestiones así como la relación del transporte verde con el comercio global se discuten a continuación.

Opciones para el financiamiento del transporte verde

El sector del transporte es una gran atracción para la inversión pública y privada (Sakamoto, en Leather et al., 2009) caracterizada por:

- Fuerte prevalencia de fondos públicos para infraestructura en transporte;
- Gran preferencia por parte de donantes internacionales y gobiernos nacionales para el sector de caminos y carreteras (particularmente para autopistas interurbanas);
- Un alto nivel de suministro privado e informal de servicios de transporte; y
- Un reconocimiento y financiamiento limitados para el transporte verde.

Para adoptar el transporte ecológico, está claro que los patrones de financiamiento deben ser modificados de manera que:

- Se provea un financiamiento adecuado para el transporte verde en todos sus aspectos (por ejemplo, en tecnología, fomento de capacidades, operación, infraestructura, etc.), para todos los costos adicionales asociados con el transporte verde puedan ser recuperados,
- Los recursos que dejaron de apoyar formas insostenibles de transporte para apoyar el transporte verde, y recursos adicionales sean movilizados y ampliados donde faltan,

■ Se movilicen fondos públicos en todos los niveles (internacionalmente -incluidos la Ayuda Oficial al Desarrollo y los fondos vinculados al clima- tanto local como nacional) para apoyar al transporte verde;³³

■ La financiación privada es aprovechada, a través de una planificación adecuada de los mercados y la creación de incentivos consistentes a largo plazo para invertir en transporte ecológico, y mediante la aplicación de modelos del sector público-privado para inversiones y operaciones en los sistemas de transporte verdes (como los sistemas de autobuses de tránsito rápido - BRT), y

■ Flujos de financiamiento de distintas fuentes sean diseñados para complementarse unos a otros en vez de dirigirse hacia objetivos distintos.

Una serie de flujos de financiamiento podría contribuir a dar apoyo al transporte verde. Estos incluyen no solamente los fondos y mecanismos ideados específicamente para apoyar opciones verdes, sino también fuentes ya existentes. La Tabla 8 describe estas opciones y analiza su apoyo relativo respecto de las estrategias Evitar, Cambiar y Mejorar.

Generalmente, los fondos públicos proveen la mayor parte del volumen de financiamiento total para las inversiones en infraestructura del transporte, con un promedio del 52.9 por ciento en los países en vías de desarrollo (UNCTAD, 2008). Aquí son necesarios esfuerzos para analizar las inversiones en transporte de acuerdo con criterios de sostenibilidad, de tal forma que los recursos fluyan hacia el transporte verde (Sakamoto, 2009). Otra opción que podría garantizar recursos adecuados para el transporte verde y ayudar a recuperar los costos adicionales asociados con los medios de transporte es la creación de un fondo nacional de transporte verde³⁴. En Japón, los fondos existentes para caminos y carreteras son alimentados por impuestos al combustible e impuestos vehiculares.

Las APP se han vuelto más comunes debido a que las inversiones en transporte son muy costosas. Tales asociaciones también se han vuelto más comunes en los países en vías de desarrollo, por ejemplo, en la operación de los sistemas BRT.

33 Las herramientas para la toma de decisiones (por ejemplo, de evaluación de proyectos) deberían reformarse para asegurar su consistencia con el apoyo al transporte verde. Se pueden utilizar análisis medio ambientales independientes para proyectos de transporte potenciales con el fin de proyectarlos antes de que se lleven a cabo. También deberían incluir las sinergias potenciales e intercambios entre proyectos de distintos medios/sectores del transporte. Promover programas transversales sin un enfoque sectorial también podría ser una manera de integrar el uso de suelo, el transporte y los servicios sociales de manera espontánea.

34 Alternativamente, se podría establecer un fondo semejante bajo un "fondo nacional de inversión verde" más amplio, el cual movilice recursos de todos los sectores verdes incluido el del transporte.

Cuadro 9: 'Comparte el Camino' (*Share the Road*)

La campaña del PNUMA denominada *Comparte el Camino* promueve el uso del TNM al abogar por un aumento en la inversión, por parte de donadores y gobiernos, para infraestructura de TNM dentro de los proyectos de construcción de caminos y carreteras (por ejemplo de, al menos, el 10 por ciento del presupuesto total). El énfasis es en un cambio de paradigma hacia caminos que benefician a todos los usuarios y, por lo tanto, en repensar espacios y recursos compartidos entre peatones, ciclistas, usuarios del transporte público y conductores de vehículos motorizados. Una mayor inversión en infraestructura de TNM puede beneficiar sustancialmente al medio ambiente (la calidad del aire, emisiones de GEI), al desarrollo (accesibilidad, asequibilidad), y a la seguridad (instalaciones protegidas para usuarios vulnerables), y es un prerrequisito para construir ciudades habitables y eficientes en el uso de recursos. La campaña *Comparte el camino* está operando con socios cuyo objetivo es hacer realidad una movilidad segura, baja en carbono y accesible para todos los usuarios (UNEP & FIA Foundation, 2010. Disponible en <http://www.unep.org/transport/sharetheroad/PDF/SharetheRoadReportweb.pdf>).

Los fondos del sector privado pueden ser movilizados mediante esquemas del tipo Construir-Operar-Transferir, a través de los cuales se han canalizado exitosamente recursos privados hacia proyectos de infraestructura en muchos países en vías de desarrollo.³⁵

Además, existe una serie de instrumentos de financiamiento orientados al clima, los cuales cuentan con mayores niveles de financiamiento disponibles para el transporte verde. Por ejemplo, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) ha liberado 2,675 miles de millones de dólares para proyectos de transporte a lo largo de los últimos 20 años (GEF, 2009).³⁶ El Fondo de Inversión Climático (CIF, por sus siglas en inglés) y su Fondo de Tecnologías Limpias (CTF, por sus siglas en inglés), han comenzado a abordar el sector del transporte como un sector clave.

35 Para una guía práctica sobre cómo utilizar el financiamiento privado en el transporte, véase, por ejemplo, el Banco Mundial/ICA/PPIAF (2009).

36 201.5 millones de dólares de financiamiento directo acompañados por 2.47 miles de millones de dólares de cofinanciamiento hasta mayo de 2009.

Cuadro 10: El rol futuro del financiamiento climático en la adopción del transporte verde

En el contexto de las continuas negociaciones sobre el cambio climático, el diseño de instrumentos financieros debe la insuficiencia de los instrumentos existentes, como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL),³⁷ que deben aplicarse al sector del transporte en su conjunto. En una estructura post-2012, las medidas de mitigación del transporte en los países en vías de desarrollo son susceptibles de caer bajo el dominio de las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés), que podrían ser financiadas a través de:

- Una ventana de transporte bajo un Fondo de Mitigación, tal como el futuro Fondo Verde para el Clima;

- Un MDL y programático sofisticado;

- Un instrumento específico para el sector del transporte (véase *Bridging the Gap*, 2010, para ver una propuesta de un enfoque sectorial en el transporte); y

- Otros fondos potenciales específicamente para la creación y fortalecimiento de capacidades o tecnologías.

Las NAMA apoyadas por países desarrollados, muy posiblemente serían respaldadas por instrumentos como fondos, mientras que las acciones encaminadas a la adquisición de créditos serían sancionadas mediante un esquema de créditos, tal como el de un MDL mejorado.³⁸

37 De los 2,400 proyectos de MDL registrados (hasta octubre de 2010), solo tres son proyectos del transporte, y solo 32 de los 5,529 proyectos de MDL en curso, se relacionan con el sector del transporte. Por lo tanto, el transporte constituye menos del 0.1 por ciento de los Certificados de Reducción de Emisiones (CER, por sus siglas en inglés) esperadas. Fuente: UNEP-Risø Centre, 2010.

38 El marco regulatorio en torno a las NAMA continúa evolucionando, con la Conferencia de las Partes (COP por sus siglas en inglés) y la Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC, por sus siglas en inglés) acordando en su 16ª sesión en Cancún, México, que los países desarrollados deberían brindar su apoyo para la preparación e implementación de las NAMA en los países en vías de desarrollo, y que debería establecerse un registro para igualar el apoyo al financiamiento, a la tecnología y al fomento a la capacidad de construcción para las NAMA's que soliciten apoyo internacional. Las NAMA son impulsadas principalmente por los países en vías de desarrollo. Como se señala en Binsted et al. (2010), muchos países en vías de desarrollo (26 de 43 países que entregaron NAMA a la UNFCCC para septiembre de 2010) propusieron NAMA para el sector del transporte. Disponible en: http://www.transport2012.org/bridging/ressources/files/1/913,828,NAMA_submissions_Summary_030810.pdf

Sería necesaria la estructura de financiamiento (o la combinación de las opciones anteriores) para el transporte verde para considerar las siguientes cuestiones (Sakamoto et al (2009):

- Su capacidad de generar el nivel de financiamiento necesario para trasladar el énfasis del financiamiento hacia un transporte sostenible;

- La continua estabilidad del financiamiento - habilitando la estrategia de transporte sostenible para que su implementación sea de forma continua y para perseguir metas a largo plazo;

- Eficiencia - asegurando que los recursos sean asignados para un mejor uso, y reduciendo los costos de transacción a lo largo de todo el sistema;

- Equidad - tanto de forma horizontal (trato equitativo a todos los usuarios del transporte) como vertical (entre grupos de ingreso, asegurando el apoyo a los grupos más desfavorecidos);

- Funcionalidad - tanto en términos de aceptabilidad política como de factibilidad técnica, tomando en cuenta las condiciones y prioridades locales; y

- Mensurabilidad y transparencia - para asegurarse que los efectos de los nuevos arreglos de financiamiento sobre las emisiones de carbono puedan ser monitoreados y evaluados contra diversos criterios, incluido la efectividad de costo.

Prácticas de fijación de precios y sus reformas (costos de energía, impuestos, subsidios)

Actualmente, el mercado de transporte se distorsiona de diversas maneras. En primer lugar, los diferentes impactos del transporte motorizado (véase la Sección 2) en la mayoría de los casos no se incluyen como gastos de transporte. En segundo lugar, las carreteras, el combustible y, a veces, los vehículos son subsidiados en muchos países. Estas subvenciones pueden ser significativas. En la Unión Europea, se estima en un cuatro por ciento del PIB (sin embargo, el total de los impuestos relacionados con el transporte es de aproximadamente la misma proporción). Esto da lugar a modalidades insostenibles de transporte y constituye un importante obstáculo para la introducción de modelos de transporte verdes. Por otra parte, los estudios muestran que existe un argumento económico para subsidiar los sistemas de transporte masivo. Por ejemplo, un estudio de Parry y Small (2007)

Cuadro 11: Subsidios a los combustibles - acuerdos de transición

La implementación de políticas y los cambios en las prioridades de financiamiento, inevitablemente conducirán a que algunos grupos de la sociedad estén en una peor situación, al menos en el corto plazo. La eliminación de subsidios al combustible impactaría de manera desproporcionada a los hogares más pobres, los cuales cuentan con poco acceso a fuentes alternativas de energía. El UNEP (2008b) argumenta que los subsidios focalizados hacia los grupos de menores ingresos, podrían compensar tales impactos. Se puede aprender de lecciones recientes, como la reducción de subsidios al combustible en Indonesia, que ha sido acompañada de compensaciones en efectivo y mejoras en otro tipo de beneficios sociales para los grupos más vulnerables, tales como precios bajos en productos de primera necesidad y apoyo a la educación (Bank of Indonesia, 2008).

Cuadro 12: Cuotas a la congestión vial

Las cuotas a la congestión vial, que consisten en una tarifa al conductor de un vehículo motorizado para entrar en una zona propensa a congestiones viales, pueden ser un elemento importante para la racionalización del precio de la energía a largo plazo, particularmente en los países desarrollados. Se calcula que las cuotas a la congestión vehicular en Londres redujeron los volúmenes de vehículos en un 15 por ciento entre 2003 y 2004 (Green Fiscal Commisison, 2009). Por ejemplo, The Eddington Review (2006), enfatizó la importancia de controlar los crecientes costos de congestiones vehiculares futuras en Reino Unido. Lo anterior podría facilitar una reestructuración -y en algunos casos tal vez una disminución- de impuestos al combustible para concentrarlos hacia los objetivos a los que mejor deberían servir, tales como la mitigación del cambio climático.

muestran que los subsidios para el transporte público están garantizados, ya que apoyan la reducción de la congestión vial urbana y generan economías de escala, que pueden ser explotadas (por ejemplo, menor tiempo de espera perdido en las paradas cuando los trenes y autobuses pasan con mayor frecuencia).

Para escapar de este callejón sin salida, los instrumentos económicos como los impuestos precisan ser aplicados, y se pueden crear para reflejar al menos la parte de los costos externos para los usuarios. Con respecto a los impuestos sobre el transporte, Hayashi y Kato (2000) indican que esos instrumentos pueden ser aplicados en tres niveles diferentes, es decir, compra de automóviles, propiedad de automóviles y el uso del coche (por ejemplo, el impuesto sobre el combustible/kilometraje, cobro por el uso de las carreteras y tarifas de estacionamiento). La distinción entre la propiedad y el uso de los coches es importante. Muchos países desarrollados, especialmente en Europa, combinan altos niveles de posesión de automóvil con un uso limitado. Por ejemplo, la ciudad

de Viena tiene una de las tasas más altas de posesión de automóviles entre las ciudades europeas, al mismo tiempo que el uso del transporte público se encuentra entre los más altos de la región. Gravar el uso de automóviles, más que la posesión de los mismos, y ofrecer conjuntamente alternativas de transporte público y de transporte no motorizado, puede limitar el uso de automóviles en muchas ciudades europeas.

Los cambios en la fijación de precios son esenciales para promover el transporte verde. Los ingresos provenientes de un sistema de transporte que cubra la totalidad de sus costos, pueden ser utilizados para invertir en el transporte verde.³⁹ Tales cambios no necesariamente deben resultar en una mayor carga impositiva; reformar las estructuras de impuestos ya existentes puede reducir la congestión vehicular y las emisiones de modo eficiente. Por ejemplo, el esquema londinense de Cuotas por Congestión Vial, dirige parte de sus ganancias hacia la mejora de la calidad en los servicios de autobuses de la ciudad (véase el Cuadro 12). Una fijación de precios adecuada a los medios de transporte

39 Especialmente en los países en vías de desarrollo donde la cobertura de todos los costos del transporte es muy complicada debido a las estructuras existentes. Uno podría comenzar por fijar un precio para la variable (costos de operación y mantenimiento), y/o por otorgar un subsidio a ciertos elementos del transporte proveniente de otros ingresos de otros sectores del transporte a manera de subsidios cruzados, por ejemplo, utilizando los ingresos de los impuestos al combustible para cubrir la infraestructura del transporte ferroviario.

40 Actualmente, el PNUMA está trabajando con socios de la Asociación para Combustibles y Vehículos Limpios (PCFV, por sus siglas en inglés) para regular la exportación de vehículos usados a los países en vías de desarrollo y a los países con economías en transición. Para consultar información adicional, véase: www.unep.org/PCFV y www.unep.org/PCFV

Objetivos del Transporte Verde	Tecnologías	Nivel de importancia/significancia		
		2010	2020	2030
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejoras en la eficiencia energética ▪ Reducción de la contaminación del aire y de GEI ▪ Uso creciente de recursos renovables ▪ Menor uso de recursos no renovables 	▪ Motores de combustión interna mejorados (ICE's por sus siglas en inglés)	+++	++	+
	▪ Mejoras en la tecnología vehicular (por ejemplo, sustitución de materiales, aerodinámica)	++	+++	+++
	▪ Modernización de tecnologías	+++	+++	+
	▪ Vehículos híbridos eléctricos enchufables y vehículos híbridos	+++	+++	++
	▪ Vehículos de batería eléctrica	++	+++	++
	▪ Vehículos eléctricos solares	+	+	+
	▪ Vehículos de celda de combustible	+	+	+++
	▪ Vehículos de combustible flexible	++	+++	+++
	▪ Tecnologías de combustible alternativo- Biocombustibles, GNC, GLN, GLP ¹ e hidrógeno	+	+++	+++
	▪ Vehículos de Transporte No Motorizado	+++	+++	+++
	▪ Sistemas de transporte público	+++	+++	+++
	▪ Sistemas de transporte inteligente	++	+++	+++
	▪ Uso de tecnologías de la información para la gestión del tránsito (infraestructura inteligente)	++	+++	+++
	▪ Teletecnologías/ tecnologías virtuales para la reducción de la demanda de viajes	++	+++	+++
▪ Boletos de transporte integrados	+++	+++	+++	
▪ Conducción ecológica y control de la velocidad	++	+++	+++	
▪ Minimización de los residuos	▪ Sustitución de materiales, uso de materiales compuestos	++	+++	+++
▪ Reducción de la contaminación del suelo	▪ Tecnologías de reciclaje	++	+++	+++
▪ Menor contaminación por ruido	▪ Vehículos eléctricos e híbridos	++	+++	+++
	▪ Silenciadores, etc.	+	++	++
▪ Seguridad	▪ Tecnologías de seguridad vehicular como el monitoreo de presión de las llantas, control de manejo adaptable/mitigación de choques, asistente de freno de emergencia/mitigación de choques, etc.	++	+++	+++

+++ : Central, ++: Muy relevante, + : Relevante
 1 Gas Natural Comprimido (GNC); Gas Líquido Natural (GLN); Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Tabla 9: Diversas tecnologías para apoyar los objetivos del transporte verde

Fuente: Evaluación de los autores basada en la AIE (2009); Petersen et al. (2009)

privado asegurará una igualdad de condiciones para el desarrollo del transporte público.

La relación entre los niveles de sostenibilidad comercial y ambiental es compleja y sus impactos deben ser evaluados desde una perspectiva holística. En algunos casos, la importación de productos desde otros países puede realmente ser menos intensiva en carbono, por ejemplo, si las importaciones de productos orgánicos reemplazan los alimentos cultivados en invernaderos. En otros casos, puede haber un caso renovado para la producción local y el consumo de productos de temporada.

Un problema relacionado es el propio comercio de vehículos. Por una parte, el comercio global puede facilitar la difusión rápida de la tecnología más reciente, incluidos

los vehículos verdes. Por otra parte, Davis y Kahn (2009) indican que los tratados de libre comercio (como el TLCAN) permiten que automóviles usados (que a menudo no cumplen con las normas ambientales) fluyan desde los países ricos hacia los países en vías de desarrollo, afectando adversamente al medio ambiente. En este contexto, es vital que las normas ambientales se encuentren en armonía para mitigar la creación de paraísos contaminantes.⁴⁰

5.3 Asegurando el acceso y la transferencia a la tecnología

Una gran variedad de tecnologías es relevante para el transporte verde, como se muestra en la Tabla 9. Las tecnologías convencionales implican el uso de combustibles

Cuadro 13: La iniciativa mundial de economía del combustible

Se ha demostrado que mejorar la eficiencia de los motores convencionales (al menos a corto plazo), es una de las mejores medidas costo-eficientes para reducir los impactos ambientales (McKinsey & Company, 2009). En este contexto, el PNUMA trabaja con la AIE, el Foro Internacional del Transporte (ITF, por sus siglas en inglés) y la Fundación FIA en la Iniciativa Mundial de Economía del Combustible (GFEI, por sus siglas en inglés)⁴¹ para mejorar la eficiencia vehicular en el mundo. La GFEI tiene como propósito duplicar la eficiencia mundial del combustible vehicular para 2050, y si logra hacerlo, hará una contribución importante al futuro régimen climático y al cumplimiento de los objetivos climáticos. Al proveer un espacio para la discusión y el consenso sobre la economía del combustible automotriz, la GFEI sirve como un puente entre la industria automotriz, los gobiernos, las organizaciones internacionales y los grupos de ONG en el mundo, además de ofrecer un apoyo al desarrollo de políticas de vehículos limpios y eficientes.

41 Véase <http://www.globalfueleconomy.org>

fósiles para la propulsión de vehículos, que son la principal causa de la contaminación del aire y GEI. Las tecnologías modernas de transporte están destinadas a aumentar la eficiencia energética, el cambio de combustibles fósiles a las tecnologías renovables y limpias, las mejoras en el transporte público y los sistemas de transporte no motorizados y demanda en la gestión de infraestructuras con el fin de reducir las externalidades negativas causadas por las tecnologías convencionales.

Con el fin de hacer frente al desafío que implica poner en marcha un transporte sostenible para el futuro, es importante seguir desarrollando nuevas tecnologías. De acuerdo con la Cámara Internacional de Comercio (2007), los desarrollos tecnológicos en el sector del transporte deberían concentrarse en:

1. Promover el uso de tecnologías eficientes ya existentes;
2. Retirar las tecnologías ineficientes ya existentes; y
3. Apoyar la I+D para el desarrollo de tecnologías modernas.

Al mismo tiempo, existe una necesidad por promover y comercializar ampliamente las tecnologías eficientes ya existentes. Por ejemplo, la aplicación de medidas de eficiencia ya existentes a escala mundial (medidas de ahorro de peso, tecnología *stop-and-start*, medidas de baja resistencia e hibridación de vehículos, etc.), puede duplicar el ahorro de combustible de la flota vehicular mundial. Lo anterior se puede lograr sin necesidad de introducir tecnologías de vanguardia como los vehículos eléctricos o a base de hidrógeno (véase el Cuadro 13).

Necesidades de transferencia/acceso a la tecnología

Las tecnologías diseñadas para los países desarrollados no pueden simplemente transferirse a los países en vías de desarrollo. De acuerdo con el UNEP (2009), una transferencia eficaz de la tecnología en el transporte requiere de:

- Despliegue y difusión acelerados de tecnologías;
- Aprendizaje del progreso tecnológico dentro de los países en donde ya se ha puesto en práctica la transferencia; y
- Mecanismos de apoyo mediante métodos de financiamiento adecuados, redes de conocimiento y fomento de las capacidades.

Las barreras tecnológicas, financieras, institucionales, de información y sociales pueden impedir una transferencia efectiva de la tecnología. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2009) apunta a las barreras económicas y de mercado como uno de los principales obstáculos para la transferencia de tecnología. Además, la transferencia de tecnología y conocimiento en el transporte debería darse entre países en vías de desarrollo, por ejemplo, para compartir experiencias sobre la aplicación de soluciones de transporte de bajo costo como los sistemas de BRT.

Para facilitar un mayor nivel de transferencia de tecnología, se debería desarrollar un inventario detallado de tecnologías relevantes en los ámbitos regional y nacional. Esto puede vincularse a una Evaluación de Necesidades Tecnológicas, que se realiza actualmente en muchos países en vías de desarrollo y que podría ayudar a identificar acciones clave para recibir apoyo por parte de la comunidad internacional.

5.4 Fortalecimiento de las instituciones y las capacidades

Lograr los cambios en inversiones y hacer cumplir/ejecutar las políticas, regulaciones y normas previamente mencionadas para el transporte verde requiere de fuertes arreglos institucionales tanto en un ámbito nacional como subnacional:

■ Las instituciones de ámbito nacional como Ministerios/Secretarías del Transporte (en fuerte coordinación con los/as) Ministerios/Secretarías de Economía, Medio Ambiente, Energía, Desarrollo Urbano y Salud), pueden ayudar a dirigir inversiones hacia la tecnología verde, promoviendo el transporte sostenible de bajo carbono, introduciendo medidas fiscales como impuestos y subsidios a vehículos y combustibles, e introduciendo regulaciones que restrinjan o desalienten el uso y desarrollo de medios/ sistemas de transporte de alto consumo energético.

■ Las instituciones subnacionales como las Agencias Municipales de Transporte (en estrecha coordinación con agencias de planificación del uso de suelo y otras agencias a escala local), pueden ayudar a integrar el planeamiento urbano sobre el uso de suelo con el desarrollo de infraestructuras, coordinar sistemas de transporte público e introducir medidas de gestión de la demanda del transporte como la fijación de precios sobre la congestión vial, la administración de estacionamientos, etc. (véase la Sección 5.1). El desarrollo de agencias integradas de transporte urbano como las que se han puesto en marcha en Singapur pueden ayudar a cumplir estos objetivos.

El fomento de las capacidades puede ayudar a hacer ajustes en las instituciones ya existentes para aminorar sus debilidades y desarrollar nuevas formas para llenar ese vacío, en donde quiera que exista. Para habilitar el transporte verde, el fomento de las capacidades debe dirigirse particularmente a:

■ Mejorar la capacidad administrativa de las instituciones en un ámbito subnacional y nacional para estructurar y ejecutar políticas de transporte verdes, así como para desarrollar mecanismos de financiamiento básicos dirigidos a la inversión en transporte sostenible;

■ Métodos para incrementar los niveles de concientización pública hacia el uso de medios de transporte amigables con el medio ambiente y eficientes en el uso de energía;

■ Métodos para movilizar al sector privado, incluyendo la gestión de las APP y el apoyo para desarrollar tecnologías autóctonas, que incluyan el fomento de actividades de Investigación y Desarrollo (I+D); y

■ Recolección y mantenimiento de datos, esenciales para la planificación y monitoreo del progreso hacia un transporte verde eficiente.

6 Conclusiones

Este informe ha resaltado que los patrones actuales de la actividad del transporte, basados principalmente en el uso de vehículos particulares motorizados, generan amplios costos sociales, ambientales y económicos, representados, por ejemplo, por:

- El consumo de más de la mitad de los combustibles fósiles líquidos en el mundo;
- La emisión de casi una cuarta parte del CO₂ relacionado con la energía en el mundo;
- La fuente de más del 80 por ciento de los contaminantes del aire en las ciudades en países en vías de desarrollo;
- Más de 1.27 millones de accidentes de tránsito fatales al año, principalmente en los países en vías de desarrollo; y
- Congestión vial crónica, lo cual aumenta la pérdida de tiempo y una baja productividad.

Se ha mostrado que tales costos, los cuales pueden ascender a más del diez por ciento del PIB de una región o país, crecen con las tendencias actuales de motorización. Esta tendencia es insostenible.

Por ello, se necesita de un cambio fundamental en los patrones de inversión, basados en los principios de:

- **Evitar** o reducir los viajes mediante la integración de estrategias de uso de suelo y planificación del transporte de una producción y consumo delimitados;
- **Cambiar** a medios de transporte ambientalmente más eficientes como el transporte público y el transporte no motorizado, y fomentar el uso del transporte ferroviario y por agua como transporte de carga; y
- **Mejorar** los combustibles y los vehículos mediante la introducción de combustibles y vehículos ecológicos y más eficientes.

Los modelos y escenarios muestran que un cambio de paradigma a escala global es posible; invertir en medidas de transporte verde podría reducir las emisiones en el planeta hasta en un 70 por ciento. Sin embargo, esto solo es posible con políticas integradas que combinen medidas de cada uno de los tres componentes de la estrategia Evitar, Cambiar y Mejorar.

Análisis cuantitativos usando un modelo macroeconómico integrado sugieren que una pequeña reasignación de las inversiones (de 0.16 a 0.34 por ciento del PIB mundial) en apoyo a la infraestructura de transporte público y al mejoramiento de la eficiencia de vehículos para caminos

y carreteras (para el año 2050, y comparado con el escenario base), evitaría el volumen de viajes en vehículos para caminos y carreteras entre un 27 y un 35 por ciento; cambiaría la proporción de transporte en automóvil particular a otros medios de transporte en cerca de 30 puntos porcentuales; reduciría el uso de combustibles a base de petróleo entre un 16 y 31 por ciento; reduciría las emisiones de carbono entre cinco y 8.1 Gt (de 38 a 63 por ciento comparado con el escenario base); y mantendría un nivel de empleo sólido y creciente. La mayoría de las medidas de transporte verde serían costo-eficientes - por ejemplo, se podrían lograr importantes reducciones de carbono con poco a nada de inversión adicional.

Avanzar hacia un sector del transporte verde como parte de una estrategia general de economía verde, daría como resultado:

- **Crecimiento verde**, al apoyar a ciudades con menor congestión vial, contaminación del aire y otros costos;
- **La creación de empleos**, particularmente mediante el desarrollo de infraestructura y operaciones de transporte público; y
- **Reducción de la pobreza** al incrementar la asequibilidad del transporte y mejorar el acceso a los mercados y a otros servicios esenciales.

Además, se ha recalcado que dichas inversiones deberían ser habilitadas mediante:

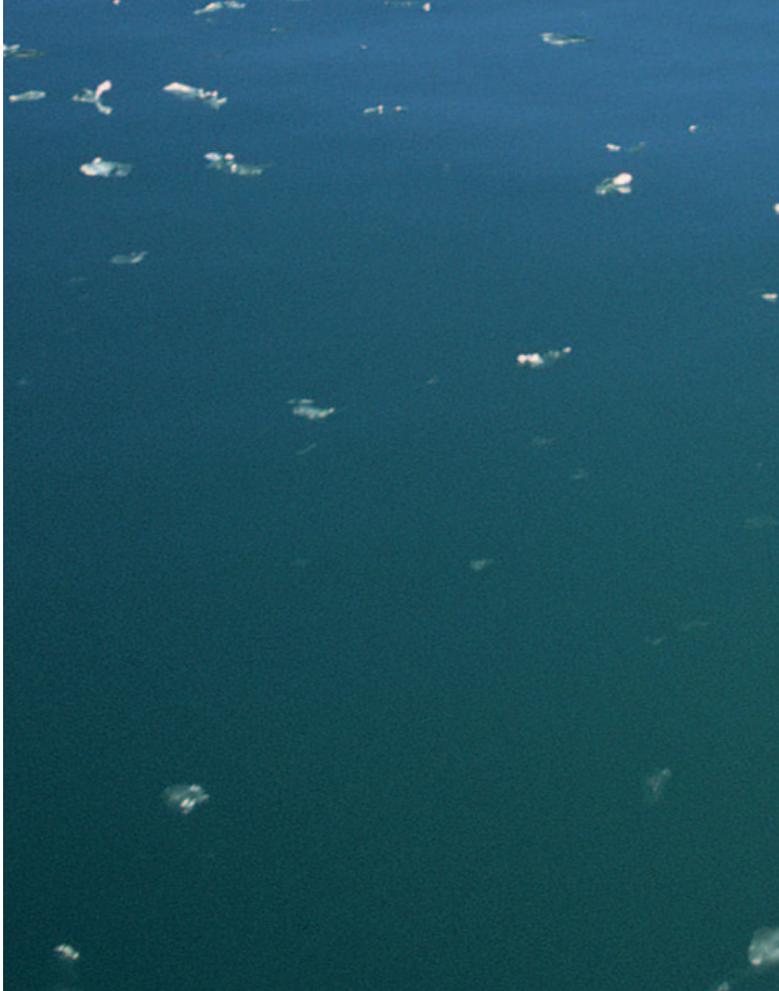
- **Políticas**, incluidas la **planificación del uso de suelo** para fomentar ciudades compactas o basadas en corredores masivos de tránsito e infraestructura de transporte basada en la conservación; la **regulación** de, por ejemplo, normas vehiculares y de combustibles; y la provisión de **información** y el incremento de los niveles de concientización (por ejemplo, sobre los beneficios a la salud y a la seguridad por un traslado activo, como el ciclismo o mediante el hábito de caminar) para promover un cambio de comportamiento a la hora de elegir el medio de transporte;
- Un cambio en las prioridades de **financiamiento** hacia un transporte público y no motorizado, combinado con fuertes **incentivos económicos** (por medio de impuestos y cuotas) para promover patrones de consumo y comportamiento sostenibles, y asegurar que los medios de transporte verdes son comercialmente factibles y económicamente atractivos; y
- El desarrollo y aplicación de **tecnología** de transporte verde.

Referencias

- ADB. (2009). *Transport operations*. Manila: Asian Development Bank. Retrieved from <http://www.adb.org/Transport/operations.asp>
- AITD. (2003). *Socioeconomic impact of National Highway Four-Laning Project*. Asian Institute of Transport Development.
- Bank of Indonesia. (2008). *Government explanation on Government of Indonesia decree regarding the reduction of fuel subsidy and other related policies*. (Press release). Retrieved from <http://www.bi.go.id/web/en/Publikasi/Investor+Relation+Unit/Government+Press+Release/Fuel+Subsidy.htm>
- Binsted, A., Bongardt, D., Dalkmann, H., & Wemaere, M. (2010). *What's next? The outcome of the climate conference in Copenhagen and its implications for the land transport sector*. Retrieved from http://www.transport2012.org/bridging/ressources/files/1/611,556,Copenhagen_report_FINAL_Bridging.pdf
- Binsted, A., Davies, A., & Dalkmann, H. (2010). *Copenhagen Accord NAMA submissions implications for the transport sector*. Retrieved from http://www.transport2012.org/bridging/ressources/files/1/913,828,NAMA_submissions_Summary_030810.pdf
- Binswanger, H., Khandker, S., & Rosenzweig, M. (1993). How infrastructure and financial institutions affect agricultural output and investment in India. *Journal of Development Economics*, 41, 337-336.
- Bongardt, D., & Schmid, D. (2009). *Towards technology transfer in the transport sector: An analysis of technology needs assessments*. Retrieved from <http://www.transport2012.org/bridging/ressources/documents/1/449,TechnoTransf.pdf>
- Bridging the Gap. (2010). *Reducing Emissions through Sustainable Transport (REST)*. Retrieved from http://www.transport2012.org/bridging/ressources/files/1/817,Transport_sectoral_approach_18-08-20.pdf
- Button, K. (1993). *Transport economics 2ED*. Cheltenham: Edward Elgar.
- CABE. (2007). *Paved with gold: The real value of good street design*. Commission for Architecture and Built Environment. Retrieved from <http://www.cabe.org.uk/files/paved-with-gold.pdf>
- Cambridge Systematics. (2009). *Economic impact of public transportation investment*. (Prepared for the American Public Transportation Association).
- CEU. (2002). *Environmental impacts of transport*. (Prepared by the Department of Environmental Sciences and Policy, Central European University). Retrieved from <http://web.ceu.hu/envsci/sun/EnvImpactsOfTransport.pdf>
- Chmelynski, H. (2008). *National economic impacts per \$1 Million Household Expenditures (2006)*. (Spreadsheet Based On IMPLAN Input-Output Model, Jack Faucett Associates). Retrieved from <http://www.jfaucett.com>
- ClimateWorks. (2010). *Global transport carbon abatement cost curve*. Retrieved from: <http://www.climateworks.org/network/sectors/sector/?id=94067c68-ee84-8275-c566-f97a2f59b590>
- Commission of the European Communities. (2009). *Cost Estimate for S. 1733 Clean Energy jobs and American Power Act Clean Energy and Security Act*. December 16. Washington, DC.
- Creutzig, F. & He, D. (2009). Climate change mitigation and co-benefits of feasible transport demand policies in Beijing: Transportation research Part D. *Transport and Environment*, 14(2), 120-131.
- Dacy, D. C., Kuenne, R. E., & McCoy, P. (1980). Employment impacts of achieving automobile efficiency standards in the United States. *Applied Economics* 12, 295-312.
- Dalkmann, H. (2009). Policies for low carbon transport. In J. Leather & The Clean Air Initiative for Asian Cities Center Team, *Rethinking transport and climate change: New approaches to mitigate CO₂ emissions from land transport in developing Asia*. Manila: Asian Development Bank. Retrieved from <http://www.adb.org/documents/papers/adb-working-paper-series/ADB-WP10-Rethinking-Transport-Climate-Change.pdf>
- Dalkmann, H., Bongardt, D., Sakamoto, K., Neuweg, I., & Avery, K. (2010). *Formulating NAMAs in the transport sector: Kick-starting action*. Retrieved from http://www.transport2012.org/bridging/ressources/documents/1/567,Guidance_on_Transport_NAMA.pdf
- Dalkmann, H., & Brannigan, C. (2007). In GTZ, *transport and climate change. Module 5e: Sustainable transport: A sourcebook for policy-makers in developing cities*. Retrieved from <http://siteresources.worldbank.org/EXTAFRHSUBSAHTRA/Resources/gtz-transport-and-climate-change-2007.pdf>
- Davis, L., & Kahn, M. (2009). *International trade in used vehicles: The environmental consequences of NAFTA*.
- Dextre, J. C. (2009). *De la circulación a la movilidad*. (Documento de trabajo). Área de Transporte de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- European Commission (EC). (2011). *Reducing emissions from the aviation sector*. Retrieved from http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/index_en.htm
- ECMT. (2004). *Assessment and decision making for sustainable transport*. European Conference of Ministers of Transport.
- Ecodrive.org (2010). *What is ecodriving?* Retrieved from <http://ecodrive.org/What-is-ecodriving.228.0.html>
- The Eddington Review. (2006). *Transport's role in sustaining UK's Productivity and Competitiveness: The Case for Action*. London.
- EDRG. (2009). *Job impacts of spending on public transportation: An update*. (Prepared for the American Public Transportation Association). Economic Development Research Group. Retrieved from http://www.apta.com/gap/policyresearch/Documents/jobs_impact.pdf
- EEA. (2000). European Environment Agency says transport sector falling short of goals. *Walsh, M. P. Car Lines, 2000-3*.
- EEA. (2008). *Beyond transport policy: Exploring and managing the external drivers of transport demand*. Copenhagen: European Environment Agency. Retrieved from http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2008_12
- EEA. (2010). *Towards a resource efficient transport system, TERM 2009: Indicators tracking transport and environment in the European Union*. Copenhagen. Retrieved from: <http://www.eea.europa.eu/publications/towards-a-resource-efficient-transport-system>
- Embarq. (n.d.). *Aguascalientes – Housing: A new urban paradigm*. Retrieved from <http://www.embarq.org/en/project/aguascalientes-housing>
- Embarq. (2011). *Latin America – SIBRT*. Retrieved from <http://www.embarq.org/en/project/latin-americas-sibrt>
- FHWA. (2000). *Operations story*. Washington, DC: Federal Highway Administration. Retrieved from <http://www.ops.fhwa.dot.gov/aboutus/opstory.htm>
- FIA Foundation, UNEP, IEA, & ITF. (2009). *50by50: Global Fuel Economy Initiative*. Retrieved from: <http://www.fiafoundation.org/50by50/pages/homepage.aspx>
- Foster, V., & Briceño-Garmendia, C. (2010). *Africa's infrastructure: A time for transformation*. Retrieved from <https://www.infrastructureafrica.org/aicd/flagship-report>
- Frazila, B. (2009). Unpublished report on transport and climate change.
- GEF. (2009). *Investing in sustainable urban transport: The GEF experience*. Washington, DC: Global Environment Facility. Retrieved from http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/Investing-Urban-Transportation_0.pdf
- Geller, H., DeCicco, J., & Laitner, S. (1992). *Energy efficiency and job creation: The employment and income benefits from investing in energy conservation technologies*. (Report No. ED922). Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy.
- Greene, D. L. (1991). Short-run pricing strategies to increase corporate average fuel economy. *Economic Inquiry*, 29, 101-114.
- Green Fiscal Commission. (2009). *The case for green fiscal reform: Final report of the UK Green Fiscal Commission*. London.
- GTZ. (2002). *Transport and poverty in developing countries*. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. Retrieved from <http://www.gtkp.com/uploads/20091127-182046-6236-en-urban-transport-and-poverty.pdf>
- Hatfield, T., & Tsai, P. (2010). *The global benefits of phasing out leaded fuel*. Northridge, California: California State University.
- Hayashi, Y. (1989). *Issues in financing urban rail transit projects and value captures*. Nagoya: Department of Civil Engineering, Nagoya University.
- Hayashi, Y. & Kato, H. (2000). *A model system for the assessment of the effects of car and fuel green taxes on CO₂ emissions*. Nagoya: Department

- of geotechnical and environmental engineering, Nagoya University.
- ICC. (2007). *Business perspectives on a long-term international policy approach to address global climate change*. Paris: Department of Policy and Business Practices, International Chamber of Commerce. Retrieved from http://www.iccwbo.org/uploadedFiles/ICC/policy/Environment/ICC_Longer_term_paper_FINAL.pdf
- ICCT. (2009). *A policy-relevant summary of black carbon climate science and appropriate emission control strategies*. Washington, DC: International Council on Clean Transportation. Retrieved from http://www.heicct.org/pubs/BCsummary_dec09.pdf
- ICF International. (2009). *Sub-Saharan Africa Refinery Project: Final report*. Retrieved from http://www.unep.org/pcfv/PDF/Final_Executive_Summary_6-08-09.pdf
- IEA. (2005). *CO₂ emissions from fuel combustion 1971-2004*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2006). *World Energy Outlook 2006*. Paris: International Energy Agency. Retrieved from <http://www.worldenergyoutlook.org/2006.asp>
- IEA. (2008). *Energy technology perspectives: Scenarios and strategies up to 2050. Part 1: Technology and the global energy economy to 2050*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2009a). *World Energy Outlook 2009*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2009b). *Transport, energy and CO₂: Moving towards sustainability*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2010). *Energy technology perspectives*. Paris: International Energy Agency.
- IMO. (2009). *Prevention of air pollution from ships*. (Marine Environment Protection Committee: 59th session). London: International Maritime Organization.
- Jacobs, G., & Aeron-Thomas, A. (2000). *A review of global road accident fatalities* (March 3-7, 2000). Plymouth, UK: RoSPA Road Safety Congress.
- Jacobs, G., Aeron-Thomas, A., & Astrop, A. (2005). *Estimating global mortality and burden of disease, 2002-2030: Data sources, methods and results*. Geneva: WHO.
- Kaczynska, M. (2009). *Impact of transport on biodiversity and nature protection legislation*. (European Investment Bank Workshop. May, 2009). Retrieved from http://www.eib.org/attachments/general/events/bruksels_15052009_impact-on-biodiversity.pdf
- Kebin, H., & Chang, C. (1999). Present and future pollution from urban transport in China. *China Environment Series*, 3, 38-50. Retrieved from <http://wwics.si.edu/topics/pubs/ACF4BA.pdf>
- Khandler, S., Baakht, H., & Koolwal, G. (2009). The poverty impact of rural roads: Evidence from Bangladesh. *Economic Development and Cultural Change*, 57(4), 685-722.
- King, J. (2007). *The King Review of low carbon cars. Part I: the potential for CO₂ reduction*. Norwich: HM Treasury. Retrieved from http://www.hm-treasury.gov.uk/d/pbr_csr07_king840.pdf
- Lambert, J. (2002). *International meeting on acoustic pollution in cities*. Madrid: Inrets-Lte, Cedex. Retrieved from <http://www.inrets.fr/ur/lte/publications/publications-pdf/Lambert-publi/Madrid-2002.pdf>
- Litman, T. (2009). *Smart transportation economic stimulation: Infrastructure investments that support economic development*. VTPI. Retrieved from http://www.vtpi.org/econ_stim.pdf
- Litman, T. (2010). *Win-win transportation emission reduction strategies: Good news for Copenhagen*.
- Liu, Z. (2005). Transport investment, economic: Growth and poverty reduction. *Journal of Transport and Infrastructure*, under *The Asian Journal*, 12(1). Retrieved from <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/340136-1152550025185/TransportGrowth&Poverty-ZL.pdf>
- Martínez Sandoval, A. (2005). Ruido por tráfico urbano: Conceptos, medidas descriptivas y valoración económica (Urban traffic noise: Concepts, descriptive measures and economic value). *Revista de Economía y Administración, Universidad Autónoma de Occidente*. Cali, Colombia. Retrieved from http://dali.uao.edu.co:7777/pls/porta1/docs/page/uniautonomas_investigaciones/revista_economik/numeros/economia2/ruido_0.pdf
- McKinnon, A. (2008). *The Potential of Economic Incentives to Reduce CO₂ Emissions from Goods Transport*. (Paper prepared for the 1st International Transport Forum on Transport and Energy: the Challenge of Climate Change. Leipzig, May, 28-30). Available at: <http://www.internationaltransportforum.org/Topics/Workshops/WS3McKinnon.pdf>
- McKinsey & Company. (2009). *Roads toward a low-carbon future: Reducing CO₂ emissions from passenger vehicles in the global road transportation system*. Retrieved from http://www.mckinsey.com/client_service/ccsi/pdf/roads_toward_low_carbon_future.pdf
- McKinsey & Company. (2010). *Impact of the financial crisis on carbon economics*.
- Motor Trader. (2009). *Scrapage schemes boost European car sales by 11.2 per cent in October*. Retrieved from <http://www.motortrader.com/industry-news/car-dealer-news/29492-scrapage-schemes-boost-european-car-sales-rise-112-per-cent-in-october.html>
- Newman, P., Manins, P. C. L., Simpson, R., & Smith, N. (1997). *Reshaping cities for a more sustainable future: exploring the link between urban form, air quality, energy and greenhouse gas emissions*. Australian Housing and Urban Research Institute.
- North, D. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press.
- OECD. (2002). *Policy instruments for achieving environmentally sustainable transport*. Paris: OECD.
- OECD. (2009). *Territorial reviews: Toronto, Canada*. Paris: OECD. Retrieved October 12, 2009, from <http://www.oecd.org/gov/regional/toronto>
- OEF. (2006). *The economic contribution of the aviation industry in the UK*. Oxford: Oxford Economic Forecasting. Retrieved from www.oef.com/Free/pdfs/Aviation2006Final.pdf
- Parry, I., & Small, K. (2007). *Should urban transit subsidies be reduced?* Retrieved from <http://www.rff.org/documents/RFF-DP-07-38.pdf>
- Petersen, M., Sessa, C., Enei, R., Ulied, A., Larrea, E., Obisco, O., ...Hansen, C. (2009) *Report on transport scenarios with a 20 and 40 year horizon: Final report*. Retrieved from http://ec.europa.eu/transport/strategies/studies/doc/future_of_transport/2009_02_transvisions_report.pdf
- Rapuano, K. W., Rochow, J., & Garcia-Costas, A. (1997). *Myths and realities of phasing out leaded gasoline*. Washington, DC: Alliance To End Childhood Lead Poisoning. Retrieved from <http://www.unep.org/pcfv/PDF/Pub-AECLP-Myths.pdf>
- Reitveld, P., & Stough, R. (2004). Institutions, regulations and sustainable transport: A cross national perspective. *Transport Review*, 24(6), 707-719.
- SACTRA. (1997). *Transport and the economy: Summary report*. The Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment. Retrieved from <http://www.cipra.org/alpknowhow/publications/sactra/sactra1>
- Sælensminde, K. (2002). *Walking and cycling track networks in Norwegian cities: Cost-benefit analysis including health effects and external costs of road traffic*. Oslo: Institute of Transport Economics. Retrieved from <http://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%20D8I%20rapporter/2002/567-2002/sum-567-02.pdf>
- Sakamoto, K. (2009). Innovative financing of low-carbon and energy-efficient transport. In J. Leather, & the Clean Air Initiative for Asian Cities Center Team. *Rethinking transport and climate change*. (ADB Sustainable Development Working Paper Series No. 10. December, 2009). Manila: ADB. Retrieved from <http://www.adb.org/documents/papers/adb-working-paper-series/ADB-WP10-Rethinking-Transport-Climat-Change.pdf>
- Sanchez-Triana, E., Ahmed, K., & Awe, Y. (2007). *Environmental priorities and poverty reduction: A country environmental analysis for Colombia*. Washington, DC: World Bank. Retrieved from http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2007/08/13/000020953_20070813145440/Rendered/PDF/405210EnvOprio101official0use0only1.pdf
- Sewill, B. (2005). *Fly now, grieve later: How to reduce the impact of air travel on climate change*. London: Aviation Environment Federation. Retrieved from <http://www.aef.org.uk/downloads/FlyNowFull.pdf>
- STPP. (2004). *Setting the record straight: Transit, fixing roads and bridges offer greatest job gains*. Surface Transportation Policy Project. Retrieved from www.transact.org/library/decoder/jobs_decoder.pdf
- The Telegraph Business Club, & IBM. (2009). *Future focus: Travel*. (The Telegraph Business Club & IBM White Paper, June, 2009). Retrieved from https://www-304.ibm.com/businesscenter/cpe/download0/177501/IBM_White_Paper_3.pdf
- Texas Transportation Institute. (2010). *Urban Mobility Report 2010*. Retrieved from http://tti.tamu.edu/documents/mobility_report_2010.pdf
- Timilsina, G., & Dulal, B. (2009). *A review of regulatory instruments to control environmental externalities from the transport sector*. Retrieved from http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2009/03/17/000158349_20090317095252/Rendared/PDF/WPS4867.pdf
- UITP (International Association of Public Transport) database (2005). *A panorama of urban mobility strategies in developing countries*. (Pres-

- entation at the World Bank on September 5, 2006, by Hubert Metge and Aurélie Jehanno of Systra). Retrieved from <http://siteresources.worldbank.org/INTTRANSPORT/Resources/336291-1122908670104/1504838-1157987224249/2SYSTRA1.pdf>
- UNCTAD. (2008). *World Investment Report 2008*. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development. Retrieved from http://www.unctad.org/en/docs/wir2008_en.pdf
- UNECE. (2009). *Working together for sustainable and healthy transport: Guidance on supportive institutional conditions for policy integration of transport, health and environment*. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe. Retrieved from <http://www.unece.org/theyep/en/publications/WorkingTogether.Guidance.en.pdf>
- UNEP. (2008a). *Green jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*. (Part II – Employment Impacts: Transportation). Nairobi: United Nations Environment Programme. Retrieved from http://www.unep.org/labour_environment/PDFs/Greenjobs/UNEP-GreenJobs-E-Bookp148-171-Part2section3.pdf
- UNEP. (2008b). *Reforming energy subsidies: Opportunities to contribute to the climate change agenda*. Nairobi: United Nations Environment Programme. Retrieved from http://www.unep.org/pdf/pressreleases/reforming_energy_subsidies.pdf
- UNEP. (2008c). *Toolkit for clean vehicles fleet strategy development*. Nairobi: United Nations Environment Programme. Retrieved from <http://www.unep.org/tnt-unep/toolkit>
- UNEP. (2009). *Global trends in sustainable energy investment 2009: Analysis of trends and Issues in the financing of renewable energy and energy efficiency*. Nairobi: United Nations Environment Programme. Retrieved from <http://www.sefi.unep.org>
- UNEP. (2010). *Driving a green economy through public finance and fiscal policy reform*. Nairobi: United Nations Environment Programme. Retrieved from <http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/30/docs/DrivingGreenEconomy.pdf>
- UNEP, & FIA Foundation. (2010). *Share the Road Initiative Report*. Retrieved from <http://www.unep.org/transport/sharetheroad/PDF/SharetheRoadReportweb.pdf>
- UNEP-Risø Centre. (2010). *CDM Pipeline overview*. Copenhagen. Retrieved from <http://cdmpipeline.org/publications/CDMpipeline.xlsx>
- UNESCAP, UN-ECLAC, & Urban Design Lab. (2010). *Are we building competitive and liveable cities? Guidelines on developing eco-efficient and sustainable urban infrastructure in Asia and Latin America*. United Nations Economic and Social Commission for Asia and Pacific. Retrieved from http://www.unescap.org/esd/environment/infra/documents/UN_Sustainable_Infrastructure_Guidelines_Preview.pdf
- U.S. Department of Transportation. (2009). *Car allowance rebate system*. Washington, DC. Retrieved from <http://www.cars.gov/faq>
- Vanderschuren, M. (2003). *Optimising settlement location planning in Cape Town*. Cape Town: University of Cape Town.
- Van de Walle, D. (2002). Choosing rural road investments to help reduce poverty. *World Development*, 30(4), 575-589.
- Veolia Transport, International Association of Public Transport (UITP), & UNEP. (2009) *Strategies to bring land transport into the climate change negotiations*. (Discussion Paper).
- VTPI. (2007). *Transportation cost and benefit analysis II: Barrier effect*. British Columbia: Victoria Transport Policy Institute. Retrieved from <http://www.vtppi.org/tca/tca0513.pdf>
- VTPI. (2010). *Economic development impacts: Evaluating impacts on productivity, employment, business activity and wealth*. TDM Encyclopaedia. British Columbia: Victoria Transport Policy Institute. Retrieved from <http://www.vtppi.org/tdm/tdm54.htm>
- WBCSD. (2004). *Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability*. Geneva: World Business Council for Sustainable Development. Retrieved from <http://www.wbcsd.org/web/publications/mobility/mobility-full.pdf>
- Weisbrod, G., & Reno, A. (2009). *Economic impact of public transportation investment*. (Prepared for the American Public Transportation Association). Retrieved from http://www.apta.com/resources/reportsandpublications/Documents/economic_impact_of_public_transportation_investment.pdf
- Weisbrod, G., Vary, D., & Treyz, G. (2003). *Measuring the economic costs of urban traffic congestion to business*. Retrieved from <http://www.edr-group.com/pdf/weisbrod-congestion-trr2003.pdf>
- WHO. (2008). *Economic valuation of transport-related health effects. Review of methods and development of practical approaches, with a special focus on children*. Geneva: World Health Organization. Retrieved from http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/53864/E92127.pdf
- WHO. (2009a). *Global status report on road safety*. Geneva: World Health Organization. Retrieved from http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009/en/
- WHO. (2009b). *Night noise guidelines for Europe*. Geneva: World Health Organization. Retrieved from <http://www.euro.who.int/document/e92845.pdf>
- World Bank. (2001). *Cities on the move: A World Bank urban transport strategy review*. Washington, DC. Retrieved from http://siteresources.worldbank.org/inturbantransport/Resources/cities_on_the_move.pdf
- World Bank. (2007). *A decade of action in transport: an evaluation of World Bank assistance to the transport sector, 1995-2005*. Washington, DC. Retrieved from <http://go.worldbank.org/FQPZR5DCN0>
- World Bank. (2009). *Low-carbon development for Mexico*. Washington, DC. Retrieved from <http://siteresources.worldbank.org/intmexico/Resources/MedecExecutiveSummaryEng.pdf>
- World Bank, ICA, & PPIAF. (2009). *Attracting investors to African public-private partnerships: A project preparation guide*. World Bank.





Turismo

Inversión en energía y eficiencia de recursos

Este capítulo fue desarrollado en colaboración con la Organización Mundial del Turismo



Agradecimientos

Autor-coordinador del capítulo: **Lawrence Pratt**, director del Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible (CLACDS), Escuela de Negocios INCAE, Alajuela (Costa Rica); y **Luis Rivera**, consultor en Economía y Amos Bien, consultor de turismo sostenible, también son autores principales.

Nicolas Bertrand del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) organizó el capítulo, incluyendo el manejo de la revisión por pares, la interacción con el autor coordinador en las revisiones, la conducción de investigación complementaria y la consecución de la producción. Derek Eaton revisó y editó la sección de modelación.

Este capítulo se desarrolló en colaboración con la Organización Mundial del Turismo (OMT). El coordinador del proyecto de la OMT fue Luigi Cabrini, director del Programa de Turismo Sostenible.

Las siguientes personas prepararon los artículos de base para el desarrollo de este capítulo: James Alin, Universiti Malaysia Sabah (Malasia); Ravinder Batta, del Gobierno de Himachal Pradesh (India); Tom Baum, de la Universidad de Strathclyde (Reino Unido); Kelly Bricker, de la Universidad de Utah (EE.UU.) y la Junta Directiva del TIES, EE.UU.; Rachel Dodds, de Sustaining Tourism (Canadá); Ramesh Durbarry, de la Universidad Tecnológica (Mauricio); Ioanna Farsari, del Instituto de Educación Tecnológica de Creta (Grecia); Carolyn George, de TEAM Tourism Consulting (Reino Unido); Stefan Gössling, de la Universidad de Lund (Suecia); Gui Lohmann, de la Universidad Southern Cross (Australia); Anna Karla Moura, del Gobierno del Estado de São Paulo (Brasil); Awangku

Hassanal Bahar Bin Pengiran Bagul, de Universiti Malaysia Sabah, (Malasia); Paul Peeters, de la Universidad Breda (Países Bajos); Philip Sarnoff, de la Universidad de Utah (EE.UU.); Jeremy R. Schultz, de la Universidad de Utah (EE.UU.); Daniel Scott, de la Universidad de Waterloo (Canadá); Anna Spenceley, de Spenceley Tourism and Development (Suráfrica); Davina Stanford, de TEAM Tourism Consulting (Reino Unido); Louise Twining-Ward, consultora independiente; Carolyn Wild, de WILD International Consultoría en turismo (Canadá). Por otro lado, Carolyn George y Davina Stanford, de TEAM Tourism Consulting (Reino Unido) coordinaron la preparación de los artículos de base. Andrea M. Bassi, John P. Anshah y Zhuohua Tan (Millennium Institute); Wolfgang Weinz y Ana Lucía Iturriza (OIT) prepararon material adicional.

Nos gustaría agradecer a los muchos colegas y personas que hicieron comentarios sobre varios borradores incluyendo a Stefanos Fotiou (PNUMA), Stefan Gössling, de la Universidad de Lund (Suecia); Sofia Gutiérrez, de la OMT; Donald E. Hawkins, de la Universidad George Washington (EE.UU.); Marcel Leijzer, de la OMT; Brian T. Mullis, de Sustainable Travel International; David Owen, del PNUMA; Helena Rey de Assis, del PNUMA; Ronald Sanabria Perera, de Rainforest Alliance; Andrew Seidl, de UICN; Daniel Scott, de la Universidad de Waterloo (Canadá); Deirdre Shurland, de UICN; Richard Tapper, de Environment Business y Development Group, y Zoritsa Urosevic, de la OMT. También agradecemos amablemente el apoyo a lo largo del proyecto de la División de Tecnología, Industria y Economía, Departamento de Consumo y Producción Sostenible y la Unidad de Bienes y Servicios (Charles Arden-Clarke, Jefe) del PNUMA.

Índice

Lista de acrónimos	467
Mensajes clave	468
1 Introducción	472
1.1 El turismo en una economía verde	472
2 Retos y oportunidades para el turismo en una economía verde	474
2.1 Retos	474
2.2 Oportunidades	476
3 El caso de la inversión en el enverdecimiento del turismo	480
3.1 Gasto en el sector turístico	480
3.2 Beneficios en términos de empleo	480
3.3 Desarrollo económico local y reducción de la pobreza	481
3.4 Beneficios ambientales	485
3.5 Patrimonio cultural	488
3.6 Modelación del sector turístico	488
4 Superando obstáculos: estableciendo condiciones propicias	490
4.1 Orientación hacia el sector privado.....	490
4.2 Desarrollo y planificación de los destinos.....	494
4.3 Políticas fiscales e instrumentos económicos	494
4.4 Financiamiento de las inversiones en turismo verde.....	495
4.5 Inversión local.....	496
5 Conclusiones	497
Anexo 1: La dimensión económica del sector	499
Anexo 2: Estímulos y posibles consecuencias de la inversión en áreas estratégicas del turismo sostenible	500
Anexo 3: Supuestos del modelo	502
Referencias	504

Lista de figuras

Figura 1: Llegadas de turistas internacionales en el mundo	477
Figura 2: Vínculos del hospedaje y la distribución de los ingresos turísticos en Tanjong Piai (Malasia) ...	483

Lista de tablas

Tabla 1: Muestra de multiplicadores de empleos turísticos.....	481
Tabla 2: Impacto del turismo en las tasas de pobreza en Costa Rica, 2008	483
Tabla 3: Desglose de los ingresos por turismo y la contribución al ingreso a favor de los pobres (PPI) en Malasia.....	484
Tabla A1-1: Importancia económica del turismo en países seleccionados	499
Tabla A2-1: Estímulos y consecuencias probables de la inversión en áreas estratégicas del turismo sostenible.....	501

Lista de cuadros

Cuadro 1: Consumo de agua del turismo y las comunidades locales.....	475
Cuadro 2: Inversión en eficiencia energética y ahorro.....	485
Cuadro 3: Fortalecimiento de la Red de Áreas Protegidas (SPAN, por sus siglas en inglés)	486
Cuadro 4: Recuperación financiera de los costos de los programas verdes en el sector turístico	487
Cuadro 5: Contribución económica diferencial de las áreas culturales	488

Lista de acrónimos

ACIF	Fondo Amazonía para la Inversión en Carbono y Biodiversidad	OMT	Organización Mundial del Turismo
AIE	Agencia Internacional de la Energía	OPI	Organismo de Promoción de las Inversiones
BAU	Escenario base	PIB	Producto Interno Bruto
BfN	Agencia Federal Alemana para la Conservación de la Naturaleza	PMD	Países Menos Desarrollados
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica	PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
CEPAL	Comisión Económica para América Latina	PPI	Ingreso a favor de los pobres
CESD	Centro para el Ecoturismo y el Desarrollo Sostenible	PSA	Pagos por Servicios Ambientales
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	PYME	Pequeña y Mediana Empresa
CNULD	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación	RM	Ringgit o dólar malayo (moneda oficial de la Federación de Malasia)
CO ₂	Dióxido de Carbono	ROI	Retorno a la inversión
CST	Cuenta Satélite de Turismo	RSC	Responsabilidad Social Corporativa
DAP	Disposición a pagar	SIFT	Inversión y Financiamiento Sostenibles en el Turismo
ERT	Turismo Relacionado con el Medio Ambiente	SNV	Organización de los Países Bajos para el Desarrollo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	SPAN	Fortalecimiento de la Red de Áreas Protegidas
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial	ST-EP	Turismo Sostenible para la Eliminación de la Pobreza
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal de Costa Rica	TEEB	Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad
G2	Escenario Verde 2	TIES	Sociedad Internacional del Ecoturismo
GER	Informe de Economía Verde	TPRG	Grupo de Investigación en Planificación Turística
GEI	Gases de efecto invernadero	UE	Unión Europea
GSTC	Criterios Globales del Turismo Sostenible	UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
IED	Inversión Extranjera Directa	UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
IFD	Instituciones Financieras de Desarrollo	UNEP FI	Iniciativa Financiera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ISO	Organización Internacional de Normalización	UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
ITF-STD	Grupo de Trabajo Internacional sobre el Turismo Sostenible para el Desarrollo	VFR	visitar a amigos y parientes
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos	WEF	Foro Económico Mundial
OIT	Organización Internacional del Trabajo	WTTC	Consejo Mundial de Viajes y Turismo
OGD	Organización de Gestión del Destino	WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

Mensajes clave

1. El turismo tiene un gran potencial como motor de crecimiento para la economía mundial. La economía del turismo representa el cinco por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) y contribuye a alrededor del ocho por ciento del total de empleos. El turismo internacional ocupa el cuarto lugar (después de los combustibles, productos químicos y productos de la industria automotriz) en las exportaciones mundiales, con un valor de la industria de un billón de dólares al año, siendo responsable del 30 por ciento de las exportaciones mundiales de servicios comerciales o el seis por ciento del total de las exportaciones. Se estima que hay 4,000 millones de llegadas nacionales al año y, en 2010, se registraron unos 940 millones de turistas internacionales. El turismo es uno de los cinco mayores generadores de ingresos por exportación en más de 150 países, mientras que en 60 países, es el principal sector de exportación. Asimismo, es la principal fuente de divisas para un tercio de los países en vías de desarrollo y la mitad de los países menos desarrollados (PMD).

2. El desarrollo del turismo es acompañado por desafíos significativos. El rápido crecimiento de los viajes internacionales y domésticos, las tendencias a viajar más lejos y en períodos más cortos de tiempo, y la preferencia por los transportes con un alto consumo energético, están aumentando la dependencia de energía no renovable del turismo, lo que resulta en una contribución del sector de cinco por ciento para las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con probabilidad de crecer sustancialmente en un escenario base (BAU). Otros retos incluyen el consumo excesivo de agua en comparación con el uso de agua residencial; la descarga de agua no tratada; la generación de residuos; los daños a la biodiversidad local terrestre y marina; y las amenazas a la supervivencia de las culturas, el patrimonio construido y las tradiciones locales.

3. El turismo verde tiene el potencial de crear nuevos empleos verdes. Los viajes y el turismo son actividades intensivas en recursos humanos, empleando directa e indirectamente al ocho por ciento de la mano de obra global. Se estima que un puesto de trabajo en la industria del turismo genera alrededor de un y medio empleo adicional o empleos indirectos en la economía relacionada con el turismo. El enverdecimiento del turismo, que implica mejoras en la eficiencia de los sistemas de energía, agua y residuos, se espera que refuerce el potencial de empleo del sector con mayor contratación y abastecimiento locales, así como oportunidades importantes en el turismo orientado hacia la cultura local y el medio ambiente natural.

4. El desarrollo del turismo puede ser concebido para apoyar a la economía local y reducir la pobreza. Los efectos económicos locales del turismo están determinados por la proporción del gasto del turismo en la economía local, así como por el valor de las actividades económicas indirectas resultantes. El aumento de la participación de las comunidades locales, principalmente pobres, en la cadena de valor del turismo puede, por tanto, contribuir al desarrollo de la economía local y la reducción de la pobreza. Por

ejemplo, en Panamá, los hogares captan el 56 por ciento de los ingresos totales del turismo local. El tamaño de los beneficios directos para las comunidades y la reducción de la pobreza dependerá en gran medida el porcentaje de las necesidades turísticas que se ofrecen a escala local, tales como productos, mano de obra, servicios turísticos, y cada vez más 'servicios verdes' en la eficiencia energética y del agua y gestión de residuos. Hay indicios crecientes de que un turismo más sostenible en las zonas rurales puede conducir a efectos más positivos en la reducción de la pobreza.

5. Invertir en el enverdecimiento del turismo puede reducir el costo de la energía, el agua y los residuos, así como aumentar el valor de la biodiversidad, los ecosistemas y el patrimonio cultural.

Se ha constatado que las inversiones en eficiencia energética generan retornos significativos en un período corto de recuperación. Con la mejora de la gestión de residuos se espera un ahorro en los negocios del turismo, la creación de empleos y el aumento del atractivo de los destinos. El monto de la inversión requerida en la conservación y restauración es pequeño en relación con el valor de los bosques, manglares, humedales y zonas costeras, incluidos los arrecifes de coral, que proporcionan servicios ambientales esenciales para la fundación de las actividades económicas y para la supervivencia humana. Para los turistas, el valor de los ecosistemas continua subestimado en muchos casos. En un escenario de economía verde, el turismo hace una contribución mayor para el crecimiento del PIB, en relación a los beneficios ambientales significativos incluyen las reducciones en el consumo de agua (18 por ciento), uso de energía (44 por ciento) y emisiones de CO₂ (52 por ciento) en comparación con el escenario base (BAU).

6. Los turistas están exigiendo el enverdecimiento del turismo. Se constata que más de un tercio de los viajeros están a favor del turismo verde y están dispuestos a pagar entre un dos y un 40 por ciento más por esta experiencia. El turismo tradicional de masas ha llegado a una etapa de crecimiento constante. Por otro lado, el ecoturismo, y el turismo de naturaleza, el patrimonio cultural y el turismo de aventura de bajo riesgo están asumiendo el liderazgo y se espera que crezcan rápidamente en las próximas dos décadas. Se estima que el gasto mundial en ecoturismo está aumentando en una proporción mayor que el crecimiento promedio de toda la industria.

7. El sector privado, en particular las pequeñas empresas, puede y debe movilizarse para apoyar el turismo verde.

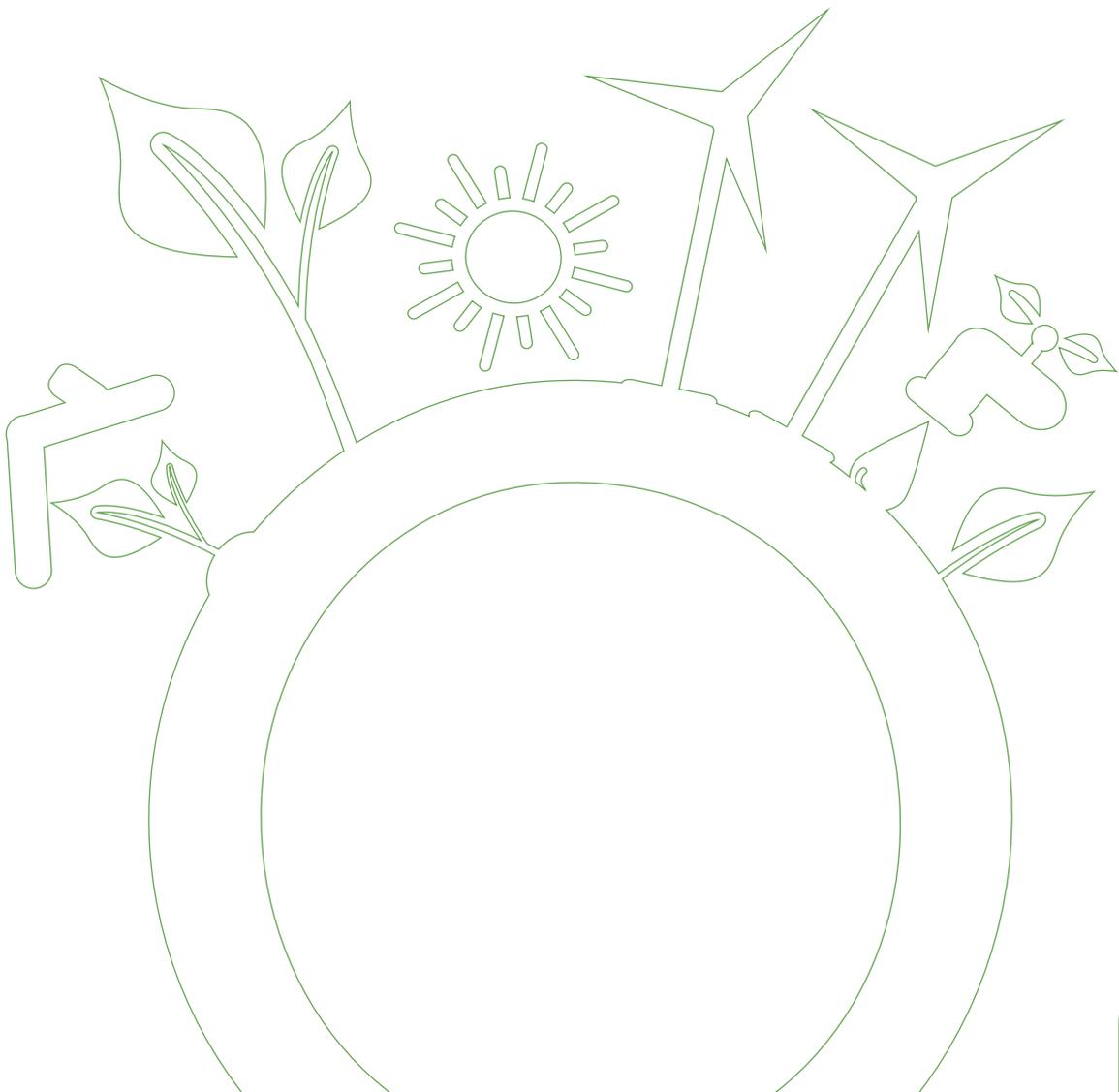
El sector del turismo implica una amplia gama de actores. La conciencia del turismo verde existe principalmente en ciertas empresas de mayor escala. Las empresas más pequeñas se encuentran, la mayoría de las veces, fuera de esta esfera y los diversos grupos de proveedores pueden no estar conectados de alguna forma. Los mecanismos y herramientas para educar a las pequeñas y medianas empresas relacionadas con el turismo son fundamentales y son más eficaces cuando van acompañados de acciones concretas. El uso generalizado de la promoción y de las normas reconocidas en materia de turismo sostenible, tales como los Criterios Globales de Turismo Sostenible

(GSTC, por sus siglas en inglés), puede ayudar a las empresas a mejorar su desempeño de sostenibilidad, incluyendo la eficiencia de los recursos, y ayudar a atraer inversiones adicionales y clientes.

8. Gran parte del potencial económico del turismo verde se encuentra en las pequeñas y medianas empresas (PYME), las cuales necesitan un mejor acceso al financiamiento para invertir en el turismo verde. La mayoría de las empresas turísticas son PYME con potencial para generar mayores ingresos y oportunidades a partir de las estrategias verdes. Su único factor limitante para el enverdecimiento, sin embargo, es la falta de acceso al capital. Los gobiernos y las organizaciones internacionales pueden facilitar el flujo financiero a estos importantes actores haciendo énfasis en la contribución a la economía local y la reducción de la pobreza. Las Asociaciones Público-Privadas (APP) pueden distribuir los costos y riesgos de las grandes inversiones turísticas verdes. Además de reducir los gastos administrativos y ofrecer tasas de interés favorables para proyectos de ecoturismo, el apoyo en especie, como asistencia técnica, administrativa o de *marketing*, también podría ayudar.

9. La planificación del destino y las estrategias de desarrollo son el primer paso para el enverdecimiento del turismo. En las estrategias de desarrollo del turismo, los gobiernos locales, las comunidades y las empresas necesitan establecer mecanismos de coordinación con los ministerios responsables del medio ambiente, energía, trabajo, agricultura, transporte, salud, finanzas, seguridad y otras áreas relevantes. Se necesitan requisitos claros en áreas tales como la zonificación, las áreas protegidas, las normas y reglamentos ambientales, las normas laborales, las normas agrícolas y de salud, en particular los relacionados con la energía, las emisiones, el agua, los residuos y el saneamiento.

10. Las inversiones y políticas gubernamentales pueden aprovechar las acciones del sector privado en el turismo verde. El gasto público en bienes públicos tales como áreas protegidas, bienes culturales, conservación del agua, gestión de residuos, el saneamiento, el transporte público y la infraestructura de las energías renovables puede reducir el costo de las inversiones verdes en el sector privado en el turismo verde. Los gobiernos también pueden recurrir a concesiones fiscales y subsidios para fomentar la inversión privada en el turismo verde. Por ejemplo, podrían otorgarse subsidios a plazos en la compra de equipos o tecnología que reduzcan los residuos, fomenten la eficiencia energética y del agua, la conservación de la biodiversidad y el fortalecimiento de los vínculos con las empresas locales y organizaciones comunitarias. Al mismo tiempo, el consumo de recursos y energía, así como la generación de residuos deben tener el precio adecuado que refleje su verdadero costo para la sociedad.



1 Introducción

Este capítulo trata de la necesidad, primordialmente económica, de invertir en turismo verde y provee de orientaciones sobre cómo movilizar dichas inversiones. El objetivo es inspirar a los formuladores de políticas para que apoyen una mayor inversión con el objetivo de enverdecer el sector. El capítulo muestra cómo la inversión en el turismo verde puede contribuir a un crecimiento sólido y económicamente viable; a la creación de empleo, la mitigación de la pobreza, la mejora en la eficiencia en el uso de recursos y la reducción de la degradación ambiental.

Un creciente conjunto de indicios muestra que el enverdecimiento del turismo puede dar lugar a grandes beneficios económicos, sociales y ambientales en los países donde se implementa y sus comunidades (Foro Económico Mundial, 2009a; Klytchnikova & Dorosh, 2009; Mill & Morrison, 2006; Rainforest Alliance, 2010). El potencial del turismo para la creación de empleo, el apoyo a los medios de subsistencia y el fomento del desarrollo sostenible es enorme, dado que es una de las principales fuentes de ingresos por divisas –la principal fuente para un tercio de los países en desarrollo y la mitad de los países menos desarrollados del mundo– de acuerdo con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2010).

El capítulo comienza con una explicación de lo que se entiende por enverdecimiento del turismo, seguida de una discusión sobre los desafíos y oportunidades que enfrenta el sector. Posteriormente, se discuten las metas para la transición verde del sector y las posibles implicaciones económicas de las inversiones verdes que se están realizando en el sector, incluyendo los resultados de un ejercicio de modelación. Por último, el capítulo presenta las condiciones importantes para lograr el enverdecimiento del sector.

1.1 El turismo en una economía verde

El turismo en una economía verde se refiere a las actividades turísticas que se pueden mantener o sostener indefinidamente en sus contextos sociales, económicos, culturales y ambientales: “turismo sostenible”. El turismo sostenible no es una forma especial de turismo; más exactamente todas las formas de turismo pueden aspirar a ser más sostenibles (UNEP & UNWTO, 2005). Debe establecerse una clara distinción entre los conceptos de ecoturismo y turismo sostenible: “el término de ecoturismo se refiere a un segmento dentro

del sector turístico que centra su atención en la sostenibilidad medioambiental, mientras que los principios de sostenibilidad deben aplicarse a todos los tipos de operaciones de turismo, instalaciones y proyectos, incluyendo las formas convencionales y alternativas”.¹

El turismo sostenible describe políticas, prácticas y programas que toman en cuenta no solo las expectativas de los turistas en relación con la gestión de los recursos naturales (demanda), sino también las necesidades de las comunidades que viven o están siendo afectadas por proyectos de turismo y el medio ambiente (oferta).² De esta forma, el turismo sostenible aspira a ser más eficiente en términos de energía y más correctos para el clima (por ejemplo, mediante el uso de energías renovables); a minimizar el consumo de agua; a disminuir los residuos; conservar la biodiversidad, el patrimonio cultural y las tradiciones; apoyar la comprensión y la tolerancia intercultural; generar ingresos locales e integrar a las comunidades locales con el fin de mejorar sus medios de subsistencia y reducir la pobreza. Hacer negocios turísticos más sostenibles beneficia a las comunidades locales y sensibiliza y fomenta la utilización sostenible de los recursos naturales. En este capítulo, el marco conceptual y operativo para la sostenibilidad del turismo se basa en los GSTC, un consenso internacional sobre los criterios mínimos que una empresa turística debe seguir para acercarse a la sostenibilidad.³ En este capítulo, se utiliza un grupo de variables clave basado en los GSTC para el análisis del enverdecimiento del turismo.

1 *International Year of Ecotourism 2002*, disponible en http://www.unep.fr/scp/tourism/events/iye/pdf/iye_leaflet_text.pdf

2 De acuerdo con la OIT (ILO, 2010b) el turismo sostenible está “compuesto de tres pilares: justicia social, desarrollo económico e integridad del medio ambiente. Está comprometido con la mejora de la prosperidad local mediante la maximización de la contribución del turismo a la prosperidad económica del destino, incluyendo el monto de gasto de los visitantes que se retiene localmente. Debe generar ingresos y empleo digno para los trabajadores sin afectar el medio ambiente y la cultura del destino turístico, así como también asegurar la viabilidad y competitividad de los destinos y las empresas para que puedan seguir prosperando y produzcan beneficios a largo plazo”.

3 Los *Criterios Globales de Turismo Sostenible* (GSTC, por sus siglas en inglés) se desarrollaron como parte de una amplia iniciativa dirigida por la Alianza para los Criterios Globales de Turismo Sostenible (GSTC Partnership), una coalición de más de 40 organizaciones que trabajan conjuntamente para fomentar una mayor comprensión de las prácticas de turismo sostenible y la adopción de los principios universales de turismo sostenible. La Alianza fue iniciada por Rainforest Alliance el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Fundación de las Naciones Unidas y la Organización Mundial del Turismo (OMT). Ver www.gstccouncil.org/resource-center/GSTC-criteria.htm

La transición hacia un turismo más sostenible promueve mejoras significativas en el desempeño del turismo convencional, así como crecimiento y mejoras en nichos de mercado más pequeños centrados alrededor de los recursos naturales, culturales y comunitarios. La expansión de este último, como proporción de la industria en su conjunto, puede tener consecuencias

muy positivas para la conservación de la biodiversidad y la reducción de la pobreza rural. Con todo, es probable que la transformación verde del turismo convencional y de masas tenga sus mayores efectos en el uso y gestión de recursos, así como en el aumento de las repercusiones económicas y la inclusión de las poblaciones desfavorecidas.

2 Retos y oportunidades para el turismo en una economía verde

2.1 Retos

La industria del turismo se enfrenta a innumerables retos relacionados con la sostenibilidad. Los desafíos que necesitan ser resueltos a través del enverdecimiento de la industria incluyen (1) la energía y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); (2) el consumo de agua; (3) la gestión de los residuos; (4) la pérdida de la diversidad biológica; y (5) la gestión eficaz del patrimonio cultural.

Energía y emisiones de GEI

El creciente consumo de energía en el sector del turismo, principalmente en los viajes y el alojamiento, y su dependencia en los combustibles fósiles tiene implicaciones importantes en las emisiones globales de GEI y el cambio climático, así como en el crecimiento de los negocios. Varios factores contribuyen al aumento del consumo de energía en el sector turístico, incluyendo las tasas de crecimiento de las llegadas de turistas internacionales y viajes nacionales; tendencia a viajar más lejos y por períodos de tiempo más cortos, y la preferencia dada al transporte de alto consumo de energía (por ejemplo, viajar en avión, viajar en coche en vez de en tren y autobús, y volar en primera clase y clase ejecutiva en lugar de hacerlo en clase económica (Peeters et al. 2010). La sostenibilidad y competitividad del turismo dependen, en parte, de la eficiencia energética (reducciones en el consumo total de energía) y de un mayor uso de los recursos renovables.

Después del transporte, el alojamiento es el componente que más consume energía en la industria del turismo, a través de su demanda por calefacción o refrigeración, alumbrado, preparación de comida (restaurantes), limpieza, piscinas y la desalinización de agua de mar en regiones tropicales o áridas. Una regla general es que cuanto más lujoso es el alojamiento, más energía se utilizará. En una amplia revisión de estudios, el rango del uso de la energía en los hoteles es entre 25 y 284 MJ/huésped por noche (Peeters et al., 2010). El consumo de energía del turismo está relacionado con el medio de transporte, considerando que los trenes, automóviles, autobuses, aviones y cruceros tienen distintas intensidades energéticas.⁴

4 Por ejemplo, en Nueva Zelanda, la energía total consumida en el transporte y alojamiento turístico se distribuye en un 43 por ciento para el transporte por carretera, un 42 por ciento en viajes aéreos, un dos por ciento en el transporte marítimo, el uno por ciento en transporte ferroviario y el 12% restante en alojamiento. En cuanto a los viajes locales, los autobuses turísticos representan el mayor consumo de energía por día, seguidos por los turistas que viajan en autocaravana y en automóviles. (Becken et al., 2003).

No hay datos sistemáticos internacionales por país y sobre el consumo de energía de las actividades turísticas. La OMT y el PNUMA estiman que, en promedio, se consumen: 250 MJ por persona en actividades no relacionadas con el viaje al lugar de destino u hospedaje en un viaje turístico internacional promedio; 50 MJ por persona en viajes de negocio que son más cortos y menos orientados a actividades; y 100 MJ por persona en viajes para visitar amigos y parientes (VFR, por sus siglas en inglés). La media ponderada global del consumo de energía para las actividades de turistas internacionales se estima en 170 MJ por viaje, excluyendo el transporte y el alojamiento. A modo de comparación, el consumo mundial diario de energía per cápita se estima en 135 MJ (un valor que incluye la generación de energía e industria).⁵

Debido al aumento de la tendencia global de viajar y el aumento del consumo de energía en la mayoría de los viajes, se estima que las emisiones futuras del sector turístico se incrementarán sustancialmente, incluso teniendo en cuenta las tendencias actuales en cuanto a ganancias en eficiencia energética en el transporte (aéreo y terrestre) y alojamiento. Se calcula que alrededor del cinco por ciento del total de las emisiones de GEI proviene del turismo (1,302 Mt CO₂), principalmente del transporte de turistas (75 por ciento) y el alojamiento (21 por ciento, fundamentalmente del aire acondicionado y sistemas de calefacción). Un viaje turístico genera una media de 0.25 toneladas de CO₂ (UNWTO & UNEP, 2008). El Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés, 2009b), utilizando un conjunto diferente de subsectores, estimó que las emisiones globales de GEI procedentes del turismo son un 13 por ciento mayores (1,476 Mt CO₂ en 2005). El informe hace una distinción entre las emisiones directas e indirectas provenientes del turismo; las emisiones directas se definen como "emisiones de carbono procedentes de fuentes que están directamente involucradas en la actividad económica del sector y viajes". Una vez que estos datos están incluidos en las estimaciones del WEF, se excluyen las emisiones indirectas, es decir, las emisiones por consumo de electricidad en las oficinas de las aerolíneas o agencias de viajes, y las emisiones procedentes del transporte de los bienes de consumo de

5 Estimación propia con datos de la Agencia Internacional de la Energía, disponible en <http://data.iea.org/ieastore/default.asp>

Cuadro 1: Consumo de agua del turismo y las comunidades locales

El desarrollo del turismo se concentra en las zonas costeras y en islas pequeñas, donde el agua potable es generalmente escasa. Esta escasez puede ser causada por la ausencia física de agua dulce, o por la falta de infraestructura necesaria y de recursos. Una industria turística 'sedienta' puede asegurar sus necesidades de agua donde opera, aunque esto puede crear situaciones de fuerte inequidad hídrica entre turistas y comunidades vecinas. La demanda de agua del turismo puede incluso conducir a la apropiación de la oferta en detrimento de las necesidades domésticas y agrícolas locales, causada por la sobreexplotación de los acuíferos y presas, y la disminución de la capa freática.

Por ejemplo, en una popular zona turística de un país del Sur de Asia los camiones cisterna de propiedad privada compran agua de los pueblos a través de las élites locales y la transportan para suministrar a los hoteles más cercanos. Por lo tanto, los habitantes de estos pueblos solamente cuentan con un suministro de agua para sus fuentes comu-

nales durante unas pocas horas al día (Tourism Concern, 2009 y 2010). Asimismo, se estima que hoteles de lujo en una isla de África Oriental utilizan hasta 2,000 litros de agua por turista al día, casi 70 veces más que el consumo promedio diario doméstico de la población local (Gössling & Hall, 2006).

El turismo de golf se está expandiendo rápidamente. Se estima que se utilizan 9,500 millones de litros de agua para el riego de campos de golf en mundo por día, lo que equivale al 80 por ciento de las necesidades diarias de la población mundial. Una isla del Mediterráneo, donde el agua es tan escasa que a veces tiene que ser abastecida desde otros lugares, planea aumentar los campos de golf de tres a 17, argumentando principalmente su potencial turístico. Esto implicará la construcción de más tierras agrícolas y la construcción de varias plantas de desalinización para asegurar el suministro continuo (Tourism Concern, 2009).

Fuente: Tourism Concern (2010)

los hoteles, tales como alimentos o artículos de aseo (Peeters et al., 2010). Scott et al. (2010) estiman que el sector contribuyó entre el 5.2 por ciento y el 12.5 por ciento del total de forzamiento radiativo antropocéntrico en 2005.

Durante los próximos 30-50 años, se prevé que las emisiones de GEI del sector del turismo aumenten sustancialmente en un escenario base (BAU), en gran parte porque las emisiones procedentes de la aviación, el emisor más importante de la industria, se espera que crezca al menos en un factor de dos a tres (UNWTO & UNEP, 2008; WEF, 2009b). Se espera que la aviación y el turismo sean responsables de una gran parte de las emisiones, a menos que se logre un cambio importante en las trayectorias de las emisiones (Peeters et al., 2010).

Consumo de agua

Mientras que el uso del agua en el sector del turismo, en el mundo, es mucho menos importante que en la agricultura, la industria o el uso doméstico urbano, en algunos países y regiones, el turismo puede ser el factor principal del consumo de agua. En dichas áreas, el turismo puede aumentar la presión sobre los recursos hídricos escasos y competir con otros sectores, así como las necesidades de subsistencia de las poblaciones locales (Cuadro 1). El turismo también puede afectar direc-

tamente a la calidad del agua, por ejemplo, a través de la descarga de aguas residuales sin tratamiento o de la extracción de agua dulce (Gössling 2010).

El consumo directo mundial de agua por el turismo internacional (solo alojamiento) se estima en 1.3 km³ por año (Gössling 2005). Los datos disponibles sugieren que el consumo directo de agua en el turismo varía entre 100 y 2,000 litros por noche de hospedaje, con una tendencia a consumir mayores cantidades de agua en hoteles estilo resort en comparación con hoteles pequeños, como pensiones o zonas de campamento. Los principales factores de consumo de agua son los campos de golf, jardines irrigados, piscinas, spas, centros de salud y bienestar, y las habitaciones.

El PNUMA (UNEP, 2003) estima que en EE.UU., el sector del turismo y la recreación consumen 946 millones m³ de agua al año, de los cuales el 60 por ciento está relacionado con el alojamiento (principalmente gastos del consumo de los clientes, gestión de propiedad y paisaje, y servicios de lavandería) y otro 13 por ciento al servicio de alimentos. En Europa, el consumo total anual de agua por el sector del turismo se estima en 843 millones m³. Cada turista consume 300 litros de agua por día en promedio, mientras que los turistas de lujo pueden consumir hasta 880 litros. En comparación, el promedio de

consumo per cápita residencial en Europa se estima en 241 litros por día.⁶

Gestión de residuos

La gestión de residuos es otro creciente y reconocido reto en la industria. Cada turista internacional en Europa genera por lo menos un kilogramo de residuos sólidos por día, y hasta dos kilogramos/persona/día en EE.UU. (UNEP, 2003). En comparación, CalRecovery y el PNUMA (UNEP, 2005) subrayan que la generación total de residuos por país, incluyendo fuentes industriales y otras, es para Austria (1.18 kg/persona/día), México (0.68 kg/persona/día), India (0.4 kg/persona/día) y EE.UU. (2.3 kg/persona/día).

Los impactos también son considerables en la gestión aguas residuales, incluso en los países de altos ingresos. Por ejemplo, en la región del Mediterráneo europeo es común que los hoteles viertan aguas residuales no tratadas directamente en el mar (WWF, 2004), donde el 60 por ciento del agua que utiliza el turismo se vierte sin tratamiento (BfN, 1997). En el Mediterráneo, solo el 30 por ciento de las aguas residuales municipales de las ciudades costeras recibe algún tipo de tratamiento antes de su vertido. La evidencia anecdótica sugiere que este también es el caso en muchos otros países fuera de la UE (Gössling, 2010).

Pérdida de la diversidad biológica

Hay muchos ejemplos donde el turismo masivo ha tenido efectos negativos en los arrecifes de coral, humedales costeros, selvas, zonas áridas y semiáridas, ecosistemas y áreas montañosas (OMT, 2010d). Los ecosistemas de arrecifes de coral han sufrido los impactos adversos de la utilización del coral como material de construcción para hoteles; de la sobreexplotación pesquera en los arrecifes para alimentar a los turistas; y del vertido y sedimentación de la escorrentía de aguas residuales debido a la inadecuada gestión de los edificios, estacionamientos y campos de golf. Los humedales costeros, en particular los manglares, han sido frecuentemente dañados o destruidos para construir centros vacacionales de playa. Del mismo modo, en los ecosistemas áridos y semiáridos, los campos de golf y otras actividades de uso intensivo de agua han bajado los niveles de los mantos freáticos afectando la flora y fauna local. La biodiversidad será considerablemente afectada por la forma en que el turismo crece y se desarrolla, especialmente en los países en vías de desarrollo (UNEP, 2010). Por otra parte, la inobservancia de las consideraciones relativas a la biodiversidad en la planificación e inversiones del destino, causará efectos negativos sobre el medio ambiente, aumentará los conflictos con las co-

munidades locales, lo que dará lugar a una reducción del potencial de creación de valor tanto para el destino como para los inversionistas (de forma notable, porque el interés en el turismo basado en la naturaleza está creciendo rápidamente en todo el mundo y representa un argumento estratégico para el mantenimiento de ambientes biodiversos, que suelen ser destinos turísticos en los países en vías de desarrollo).

Gestión del patrimonio cultural

El interés de los turistas por culturas únicas puede ocasionar impactos adversos y alteraciones graves para las comunidades. Hay ejemplos de comunidades invadidas por un gran número de visitantes, comercialización de las tradiciones y amenazas a la supervivencia cultural por el turismo sin planificación y mal administrado. Los destinos turísticos son ocasionalmente construidos por foráneos (generalmente con la aprobación del gobierno) en zonas que las comunidades indígenas o tradicionales consideran suyas, y donde el desarrollo no ha sido deseado ni aprobado localmente. Estas situaciones llevan a conflictos donde la cooperación y el beneficio mutuo se vuelven casi imposibles de lograr y se crean animadversiones que afectan negativamente a las comunidades locales y al destino turístico. Frecuentemente, las cuestiones culturales se sobreponen y se agravan por los problemas ambientales, tales como el acceso al agua, a los recursos costeros y a la vida silvestre. En las últimas dos décadas, con el crecimiento en el ecoturismo y viajes alternativos, el impacto del turismo en las culturas vulnerables ha comenzado a ser tomado en serio por la industria turística, los gobiernos, las ONG y los grupos culturales involucrados (Wild, 2010).

2.2 Oportunidades

Las siguientes tendencias y avances proporcionan un espacio prometedor para enverdecer el turismo: (1) la medición y crecimiento del sector; (2) los cambios en los patrones de consumo; y (3) maximizar el potencial para abordar el desarrollo local y la reducción de la pobreza.

Medición y crecimiento del sector del turismo

El turismo es uno de los estímulos más prometedores para el crecimiento de la economía mundial. El gran tamaño y alcance del sector tiene un peso importante desde una perspectiva global de los recursos. Incluso pequeños cambios hacia el enverdecimiento pueden tener impactos importantes. Además, la conexión del sector con numerosos sectores a nivel destino e internacional hace que los cambios de prácticas puedan estimular cambios en diferentes actores públicos y privados.

El turismo representa el cinco por ciento del PIB mundial, mientras que contribuye a alrededor del ocho por

⁶ Estimación de los autores con datos de AQUASTAT-FAO. Disponible en <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agl/aglw/aquastat/dbase/index.stm>

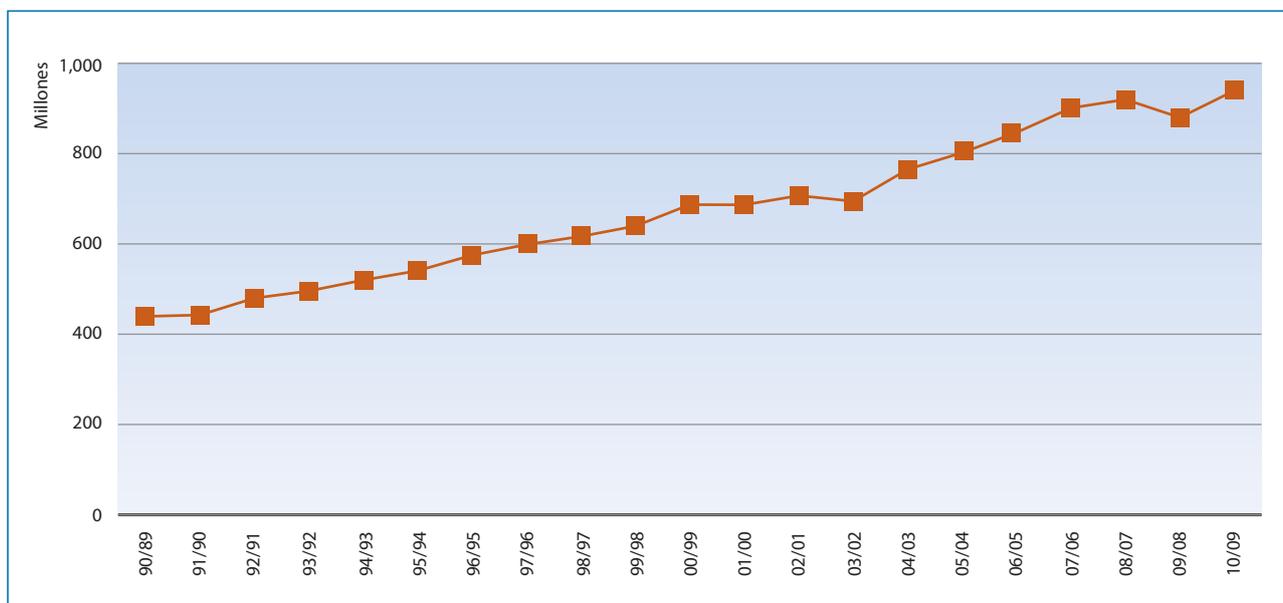


Figura 1: Llegadas de turistas internacionales

Fuente: UNWTO (2008, 2010b y 2011)

ciento del total de empleos. El turismo internacional ocupa el cuarto lugar en las exportaciones mundiales (después de los combustibles, productos químicos y productos automotrices), con un valor de la industria de un billón de dólares al año, lo que representa el 30 por ciento de las exportaciones mundiales de servicios comerciales o el seis por ciento de las exportaciones totales. Las llegadas de turistas han mostrado un crecimiento anual continuo durante las últimas seis décadas, con un crecimiento promedio de cuatro por ciento anual durante 2009 y 2010. Esta tendencia se ha mantenido a pesar de las ocasionales caídas durante las crisis internacionales, como las pandemias, las recesiones y el terrorismo. Se estima que en el mundo hay alrededor de 4,000 millones de llegadas nacionales cada año (UNWTO & UNEP, 2008), mientras que las llegadas de turistas internacionales alcanzaron los 922 millones en 2008, se redujeron a 880 millones en 2009 y luego se recuperaron en 2010, con 940 millones (UNWTO, 2011) (Figura 1). La industria del turismo ha sido sensible pero resiliente a los fenómenos económicos, políticos y sociales a nivel global. Se espera que siga creciendo el número de viajes turísticos durante la próxima década, con un número de llegadas de turistas internacionales que se espera alcance los 1,600 millones en 2020 (UNWTO, 2001).

Con todo, la importancia económica del turismo es muy variable entre los países. Mientras que en Japón y Perú representa solo el 1.9 por ciento y 3.3 por ciento del PIB, respectivamente, el turismo constituye el 7.7 y el 10.9 por ciento en Suráfrica y en España (UNWTO 2010c; WTTC, 2010b). En cuanto al empleo, el sector del turismo contribuye con el 2.8 por ciento, el 3.1 por ciento, el 6.9 por ciento y el 11.8 por ciento del empleo total

en los mismos países (UNWTO 2010c; WTTC, 2010b); en términos de inversión representa el 5.8 por ciento; el 9.9 por ciento; el 13 por ciento y el 13.8 por ciento de la inversión total, respectivamente (WTTC 2010 y 2010b).⁷

Proporcionalmente, el turismo crecerá más rápido en los países menos desarrollados que en las economías desarrolladas en los próximos diez años. Los destinos en las economías emergentes reciben el 47 por ciento de las llegadas de turistas internacionales en todo el mundo y 306,000 millones de dólares en ingresos por turismo internacional (36 por ciento del total mundial). Además, el crecimiento en la década desde 2000 ha sido más marcado en las economías emergentes (58.8 por ciento). La participación de mercado también ha crecido de manera más significativa en las economías emergentes (de 38.1 por ciento en 2000 al 46.9 por ciento en 2009). Las tendencias recientes y los pronósticos apuntan a una expansión del turismo hacia nuevos destinos, principalmente en los países en vías de desarrollo, donde hay un extraordinario potencial para apoyar los objetivos de desarrollo, y donde los nuevos atributos ambientales y culturales pueden tener una importante contribución para los destinos turísticos más sostenibles (UNWTO, 2010b).

Cambios en los patrones de consumo

Las opciones turísticas están cada vez más influenciadas por cuestiones de sostenibilidad. Por ejemplo, en 2007 TripAdvisor realizó un sondeo entre sus viajeros de todo el mundo y el 38 por ciento dijo que el turismo ecológico

⁷ Véase el Anexo 1 para una muestra por país de los indicadores de la dimensión económica del turismo.

es una de sus consideraciones al viajar, un 38 por ciento había estado hospedado en un hotel ecológico y el nueve por ciento buscó específicamente este tipo de hoteles, mientras que el 34 por ciento estuvo dispuesto a pagar más por alojarse en hoteles respetuosos con el medio ambiente (Pollock, 2007). El Centro para el Ecoturismo y el Desarrollo Sostenible (CESD, por sus siglas en inglés) y la Sociedad Internacional del Ecoturismo (TIES, por sus siglas en inglés) (2005) constataron que la mayoría de los turistas internacionales se preocupa por los problemas sociales, culturales y ambientales de los destinos que visitan e, incluso, muestran interés en apoyar hoteles que estén comprometidos con la protección del medio ambiente local. Cada vez más, los turistas consideran la gestión ambiental y social local como una responsabilidad de las empresas que apoyan. Ensayos realizados en Uganda sobre las opciones concluyeron que los atributos de la biodiversidad aumentan el deseo de visitar atracciones turísticas, independientemente de otros factores (Naidoo & Adamowickz, 2005). La investigación también indica que los consumidores están preocupados por el entorno local de sus destinos turísticos y que están dispuestos a pagar más en sus vacaciones si se les asegura que los trabajadores del sector gozan de condiciones laborales éticas en los lugares que visitan (ILO, 2010b). Por otro lado, Rheem (2009) afirma que menos de un tercio de los viajeros norteamericanos dicen estar dispuestos a pagar algún tipo de cargo adicional por un viaje más ecológico; es decir, para el 67 por ciento restante de los encuestados, este aumento en los precios (costo adicional) es considerado una barrera para la demanda.

El turismo de masas tradicional, como los *resorts* de 'sol y playa' han alcanzado una etapa de crecimiento estable. Por otro lado, el ecoturismo, el turismo de naturaleza, de patrimonio, cultural y de aventura de bajo impacto, así como subsectores como el turismo rural y comunitario están tomando el liderazgo en los mercados turísticos y se prevé que sean los de mayor crecimiento durante las próximas dos décadas. Se estima que el gasto mundial en ecoturismo está aumentando a un ritmo mayor que el crecimiento promedio de toda la industria. El turismo centrado en la naturaleza es un componente económico importante de todo el mercado de turismo, que representa el 75 por ciento del turismo internacional en Australia; y el 42 por ciento de los turistas de ocio de Europa en 2000. En 2006, el turismo de naturaleza contribuyó con 122,300 millones de dólares en el mercado turístico estadounidense (UNWTO, 2010d). En 1997, alrededor del 14 por ciento de los visitantes extranjeros a Suráfrica se dedicaron a una 'actividad de aventura' durante su estancia (Travel to South Africa n.d.). De los 826,000 turistas a Kenia en 1993, el 23 por ciento visitó parques nacionales y reservas de safari (Sindiga, 1995). En 1993, la región de Asia-Pacífico reportó que solo el diez por ciento de los ingresos del turismo procedía de actividades relacionadas con el ecoturismo (Dalem, 2002).

Existe evidencia empírica de que los turistas que buscan destinos ambiental y culturalmente diferentes están dispuestos a pagar más por estas experiencias; Inman et al. (2002) estiman que este número es de un 25 por ciento y 40 por ciento. El Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) (2009) estima que el seis por ciento del número total de turistas internacionales paga más por opciones de turismo sostenible y que un 34 por ciento estaría dispuesto a pagar más por ello. En un estudio de CESD y TIES (2005), entre un tercio y la mitad de los turistas internacionales (ponderado para EE.UU.) que fueron encuestados declararon estar dispuestos a pagar más a las empresas que benefician a las comunidades locales y a la conservación. La investigación realizada por SNV (2009) registró dos estudios basados en encuestas de Reino Unido, donde el 52 por ciento de los entrevistados estaría más dispuesto a reservar sus vacaciones con una compañía que cuente con una cláusula por escrito que garantice buenas condiciones laborales, protección del medio ambiente y apoyo a organizaciones de beneficencia locales, mientras que unos 58.5 millones viajeros estadounidenses pagarían más por utilizar agencias de viajes que realizan esfuerzos para proteger y preservar el medio ambiente.

Wells (1997) presenta una investigación sobre la disposición a pagar (DAP) por el turismo de la naturaleza y muestra que, en la mayoría de los casos, el superávit del consumidor (valor privado de los beneficios generados por el turismo de naturaleza) es superior que las tasas recaudadas a los turistas. En otras palabras, en muchos casos, el valor de los ecosistemas para el turismo está subestimado. Por ejemplo, Adamson (2001) estima que el 50 por ciento o más del valor económico del Parque Nacional Manuel Antonio en Costa Rica no se recupera con el costo de los boletos de entrada. La DAP por las cuotas de entrada de los turistas internacionales se estimó en 12 dólares (en comparación con una cuota de entrada real de seis dólares) y en seis dólares para los turistas nacionales (frente a una cuota de entrada real de dos dólares). Además, se estima que el valor promedio de los arrecifes de coral para la recreación y el turismo es de casi 68,500 dólares por hectárea por año en valores de 2007, aunque podría alcanzar hasta más de un millón de dólares (TEEB, 2010). El máximo valor monetario de los servicios ecosistémicos para el turismo, por hectárea al año, se ha estimado para los sistemas costeros en 41,416 dólares; humedales costeros en 2,904 dólares; humedales continentales en 3,700 dólares; ríos y lagos 2,733 dólares y bosques tropicales en 1,426 dólares (TEEB, 2010).

Potencial para el desarrollo local y la reducción de la pobreza

Hacer el turismo más sostenible puede crear fuertes vínculos con la economía local incrementando su potencial de desarrollo. Son de particular y reconocida importancia (Hall & Coles, 2008): comprar directamente a las empresas locales; contratar y capacitar al personal no cualificado o semicualificado de la localidad; partici-

par en asociaciones vecinales para lograr que el entorno social sea un mejor lugar para vivir, trabajar y visitar; y mejorar el medio ambiente local dentro de las áreas de influencia directa e indirecta (Ashley et al., 2006). El movimiento hacia un turismo más sostenible ha sido demostrado en una serie de destinos para mejorar el potencial de desarrollo local a través de varios medios:

1. La capacidad para aprovechar la biodiversidad, el paisaje y el patrimonio cultural disponible en los países en vías de desarrollo puede desempeñar un papel importante para mejorar los ingresos y oportunidades de empleo;
2. El turismo es un sector que relativamente genera mucho trabajo, tradicionalmente dominado por micro y pequeñas empresas con actividades especialmente apropiadas para las mujeres y los grupos desfavorecidos;
3. Un producto turístico es una combinación de diferentes actividades e insumos producidos por diversos sectores. Un aumento en el gasto de los turistas puede beneficiar a la agricultura, la artesanía, el transporte, la gestión del agua y de residuos, la eficiencia energética y otros servicios;
4. Como el desarrollo del turismo en los destinos requiere de inversión en servicios como carreteras, suministro de agua y energía; mejora los servicios básicos comunes de la infraestructura necesarios para el desarrollo de otros sectores y para mejorar la calidad de vida (Bata, 2010), y
5. El turismo emplea a más mujeres y jóvenes que la mayoría de los sectores: proporcionar beneficios económicos e independencia para las mujeres es muy importante en términos de apoyo al desarrollo infantil y para interrumpir el ciclo de pobreza.

3 El caso de la inversión en el enverdecimiento del turismo

3.1 Gasto en el sector turístico

El turismo impulsa inversiones significativas. Incluso la adición de pequeños porcentajes de inversión para el enverdecimiento del sector se traducen en aumentos muy significativos en los flujos de inversión. Además, gran parte del flujo de nuevas inversiones se dirige hacia los países en vías de desarrollo, donde una mayor inversión podría tener un mayor impacto en resultados verdes. Se estima que las inversiones en el sector de viajes y turismo alcanzaron los 1,398 millones de dólares en 2009, o un 9.4 por ciento de la inversión global. Aumentaron en un promedio del tres por ciento durante la última década, a pesar de una significativa contracción en 2009 (-12 por ciento). La inversión global en turismo ha fluctuado entre el ocho y el diez por ciento de la inversión total global en los últimos 20 años. En los países en vías de desarrollo, como en la región del Caribe, esta cifra podría ser tan alta como del 50 por ciento (WTTC, 2010).⁸ En los países de la OCDE, la inversión en hoteles, agencias de viaje y restaurantes varía del seis por ciento del valor agregado bruto de Alemania, hasta el 32 por ciento en Portugal (OECD, 2010).

La inversión extranjera directa (IED) es una importante fuente de inversión para el turismo en el mundo. El conjunto de la IED para el interior y el exterior en el sector de hoteles y restaurantes reportada por la UNCTAD (2009) representa casi el uno por ciento del conjunto de la IED. Con todo, esta cifra no toma en cuenta otros elementos relacionados con el turismo en otros sectores, tales como las actividades comerciales, de construcción o transporte. Existe un creciente interés en el turismo por ser un potencial generador de IED en los países en vías de desarrollo, donde es una prioridad para muchos Organismos de Promoción de las Inversiones (OPI). En este sentido, el caso de Costa Rica es ilustrativo, puesto que la inversión extranjera en el sector turístico representó el 17 por ciento del

total de entradas de IED en 2009, con un promedio del 13 por ciento en el periodo 2000-2009.⁹

3.2 Beneficios en términos de empleo

El turismo es una actividad intensiva en términos de recursos humanos, debido a la naturaleza de prestación de servicios de la industria. El turismo está entre los principales generadores de empleos en el mundo y permite una rápida entrada al mercado laboral a jóvenes, mujeres y trabajadores migrantes. La economía del turismo ofrece, directa e indirectamente, más de 230 millones de empleos, lo que representa alrededor del ocho por ciento de la mano de obra mundial. Las mujeres representan entre el 60 y el 70 por ciento de la fuerza laboral en la industria y la mitad de los trabajadores tienen 25 años o menos (ILO 2008). En los países en vías de desarrollo, la inversión en turismo sostenible puede ayudar a crear oportunidades de empleo, especialmente para los segmentos más pobres de la población.

La transición hacia un turismo más sostenible puede aumentar la creación de empleos. Se espera más empleos en servicios de energía, agua y limpieza, así como una expansión de la contratación y el suministro local. Además, un conjunto creciente de evidencias sugiere que habrá un aumento significativo de las oportunidades de crecimiento de los empleos indirectos en los sectores orientados hacia la cultura local y el medio ambiente (Cooper et al., 2008; Mitchell et al., 2009; Moreno et al., 2010).

El turismo genera puestos de trabajo directos y conduce a empleos adicionales (indirectos). Se estima que un puesto de trabajo en la industria del turismo genera alrededor de un empleo y medio adicional en la economía relacionada con el turismo (ILO 2008). Hay trabajadores que dependen indirectamente de cada empleado de hotel, como el personal de las agencias de viajes, guías, chóferes de taxis y autobuses, proveedores de alimentos y bebidas, personal de lavandería, trabajadores textiles, jardineros, personal de las tiendas de *souvenirs* y otros; así como también empleados de los aeropuer-

8 Cabe resaltar, que las estimaciones del WTTC incorporan todos los gastos de inversión fija por prestadores de servicios turísticos y las agencias del gobierno en instalaciones, bienes de capital e infraestructura para los turistas. En este sentido, se podría estar sobreestimando la inversión en infraestructura que no es específicamente del sector turismo, sino que afecta a toda la economía (por ejemplo, mejoras a las carreteras o construcción de aeropuertos). Sin embargo, es la única base de datos disponible sobre inversión en turismo en varios países.

9 Cálculos del autor con datos del Banco Central de Costa Rica. Disponible en www.bccr.fi.cr, consultado el 12 de septiembre del 2010.

tos (ILO, 2008). Estas relaciones influyen en las múltiples relaciones laborales que incluyen empleos a tiempo completo, tiempo parcial, temporales, ocasionales y de temporada y tienen implicaciones importantes para las oportunidades de empleo en el sector. Un estudio en Suráfrica muestra que el empleo directo en el sector turístico representa apenas el 21 por ciento de la creación total de empleo debido al gasto turístico en 2008 (Pan African Research and Investment Services, 2010). Los datos disponibles indican que cada empleo nuevo en el sector del turismo puede tener efectos multiplicadores en toda la economía, conforme se ilustra en la Tabla 1.

Para la UE27, GHK (2007) estima que los multiplicadores de empleo directos e indirectos del turismo relacionado con el medio ambiente se encuentran entre 1.69 y 2.13. Esto significa que, para cada 100 empleos creados directamente en el sector, son generados 69 empleos en otros sectores de la economía, como resultado de los efectos indirectos, y esta cifra se incrementa a 113 cuando se consideran los efectos inducidos. Los autores definen al Turismo Relacionado con el Medio Ambiente (ERT, por sus siglas en inglés), como aquellas actividades donde el entorno natural (no construido) influye en la elección del destino para la actividad turística, incluyendo visitas a las colinas, montañas, costas, tierras de cultivo, bosques, manantiales, lagos y vida silvestre; así como actividades como la pesca (mar, pesca deportiva en agua dulce tanto de salmón y trucha como de otros peces), senderismo, escalada, golf, esquí, ciclismo, natación, etc.

Se estima que el turismo sostenible en Nicaragua, destino que se centra principalmente en su cultura y ambiente natural, tiene un multiplicador de empleo de dos. Es decir, por cada puesto de trabajo en el sector del turismo, son creados más empleos locales, con salarios más altos que los promedios nacionales (Rainforest Alliance, 2009).

3.3 Desarrollo económico local y reducción de la pobreza

El desarrollo económico local

El turismo es un motor importante y eficaz para el desarrollo económico local. El gasto turístico ingresa a la economía local, en diversos grados, dependiendo principalmente de la estructura de negocio del turismo y su cadena de suministro en un destino. La contribución económica introducida en la economía es una contribución local y se mide generalmente como un valor medio por turista, y como un porcentaje del total de gastos en turismo que permanece en la economía local. Lo que no se conserva en la economía local se considera como 'fuga'. Los efectos multiplicadores están limitados por las fugas, las cuales reducen los impactos económicos positivos del turismo. Wells (1997) reporta valores por fugas como porcentaje de los ingresos bru-

	Total de empleos por cada puesto de trabajo en el sector del turismo	Empleo por 10,000 dólares de gasto de los turistas
Jamaica	4.61	1.28
Mauricio	3.76	No disponible
Bermuda	3.02	0.44
Gibraltar	2.62	No disponible
Islas Salomón	2.58	No disponible
Malta	1.99	1.59
Samoa Occidental	1.96	No disponible
República de Palaos	1.67	No disponible
Fiji	No disponible	0.79
Reino Unido (Edimburgo)	No disponible	0.37

Tabla 1: Muestra de multiplicadores de empleos turísticos

Fuente: Cooper et al. (2008)

tos del turismo que van desde el 11 por ciento (Filipinas) al 56 por ciento (Fiji).

El multiplicador de ingreso se utiliza para describir la cantidad de la actividad económica indirecta que resulta de la contribución local. El potencial de desarrollo económico del turismo es una función directa de la contribución y del multiplicador local, es decir, mayores contribuciones locales y multiplicadores más grandes conducen a una mayor actividad económica local y hay sinergias importantes entre ellas. Desde una perspectiva global, Mill y Morrison (2006) revisaron la literatura sobre los multiplicadores de ingreso y presentaron una lista de estimaciones en distintos países y regiones. Los multiplicadores de ingreso pueden ser relativamente bajos para algunos destinos específicos, como la ciudad de Winchester (0.19) y más elevados para un país como Turquía (1.96). Según Cooper et al. (2008), el turismo impacta en el ingreso de distintas maneras según el país o la región en donde se desarrolla. Cada dólar gastado por turistas que pernoctan impacta el ingreso en la economía entre 1.12 y 3.40 veces. Esta alta variabilidad indica que el desarrollo del impacto económico local dependerá de las características particulares del modelo de negocio turístico, en particular de la cantidad y del tipo de productos y servicios provenientes de la economía local.

En destinos donde un gran porcentaje de las necesidades turísticas (camas y ropas de cama, alimentos y bebidas, equipos y suministros, mano de obra, servicios turísticos y de transporte, *souvenirs*, entre otros) son atendidas en la localidad, la contribución local y los multiplicadores tienden a ser elevados y, en consecuencia, el impacto económico resultante es proporcionalmente mayor. En los destinos donde no se captura un ingreso

sustancial a escala local, el impacto económico del turismo es menor. Este efecto puede variar drásticamente entre los destinos:

■ Para Granada (Nicaragua) Rainforest Alliance (2009) reporta un estudio de caso acerca del turismo sostenible donde las compras locales representan apenas el 16 por ciento de las compras totales;

■ Sobre las Islas Canarias (España), Hernández (2004) señala que el 43 por ciento de los gastos totales del turismo no son proporcionados por la economía local, sino por importaciones directas, indirectas e inducidas, y

■ En Nueva Zelanda se estima que el 24 por ciento del gasto turístico se destina solo para las importaciones de bienes y servicios que se venden directamente a los turistas por los minoristas (Hernández, 2004).

La observación de un único destino muestra cómo puede ser el impacto económico sustancial del turismo. Por ejemplo, para Panamá, Klytchnikova y Dorosh (2009) presentan una evaluación detallada del impacto del turismo en la economía local de tres regiones diferentes. El multiplicador de ingresos para la industria del turismo (hoteles y restaurantes) es el mayor de todos los sectores económicos. Un dólar adicional de valor agregado genera 2.87 dólares de ingresos totales. Este alto nivel de apalancamiento se debe a las fuertes relaciones regresivas en términos de demanda de productos alimenticios locales, así como las relaciones futuras de gasto de los ingresos del turismo por los hogares. Este beneficio es resultado de los efectos del gasto de los consumidores a medida que los ingresos obtenidos en las diversas actividades se gastan en la economía doméstica. A su vez, los multiplicadores más pequeños (1.30 a 1.64) se encuentran en sectores como el Canal de Panamá, la minería y los textiles donde hay pocos vínculos productivos (porque la mayor parte de los insumos son importados). Por el contrario, los multiplicadores de las exportaciones de frutas, mariscos y otros productos agrícolas son especialmente elevados, porque gran parte de los ingresos obtenidos corresponden a los hogares rurales, quienes emplean una alta proporción de sus ingresos en bienes no comercializables y servicios en la economía local.

Hay un conjunto cada vez más convincente de indicios que indican que el turismo más sostenible puede aumentar la contribución local y el efecto multiplicador. En un destino concreto, cuanto mayor la contribución local mayor es el multiplicador, mayor el desarrollo de la comunidad local en la cadena de valor del turismo, a través de la oferta de productos, servicios, empleos, servicios de turismo y, cada vez más, servicios verdes. Los escasos metaestudios disponibles indican multiplicadores considerablemente más elevados para los destinos

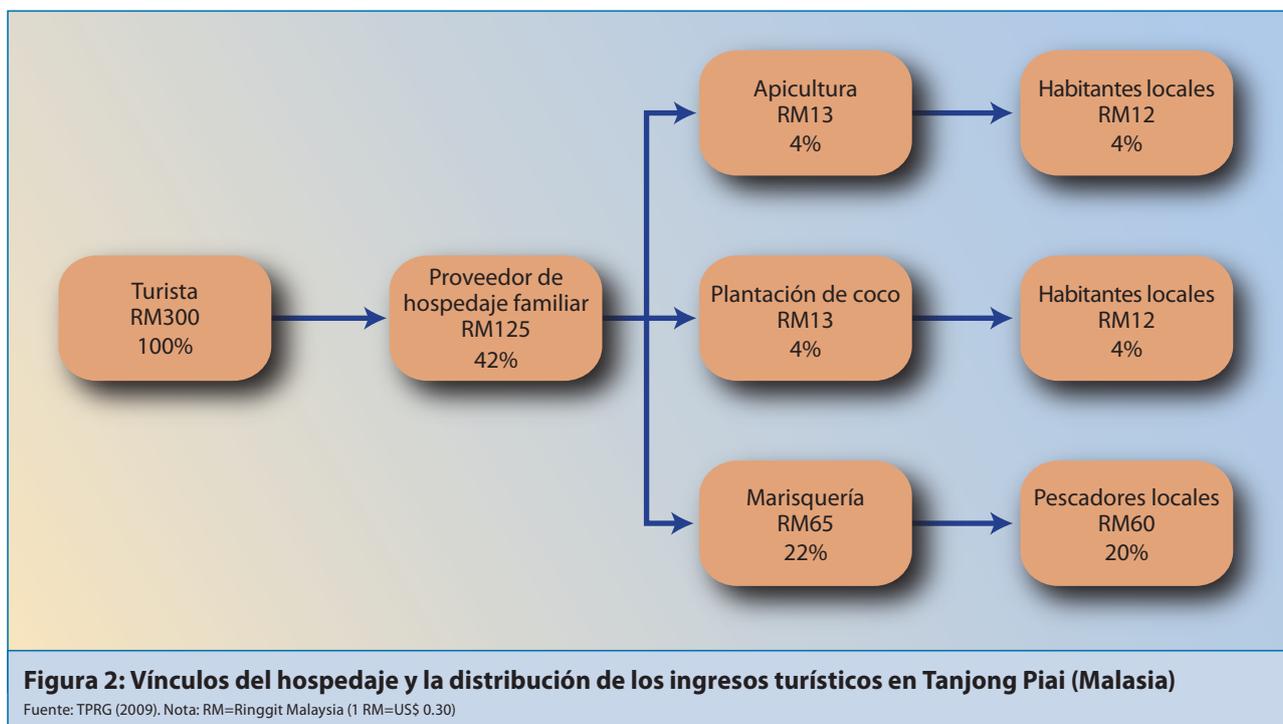
orientados a la naturaleza y la cultura (Chang 2001). Los estudios para destinos específicos, como el de Brenes (2007) para Costa Rica, muestran efectos similares. Los resultados son lógicos: más compras locales (sustituyendo las importaciones) aumentan las contribuciones locales y el efecto en el ingreso será mayor cuando los actores locales sean los beneficiarios de esos vínculos.

Reducción de la pobreza

Cuando los ingresos relacionados con el turismo crecen con una reorientación sustancial en favor de los pobres, la pobreza puede ser reducida. Así, en 2002, la OMT puso en marcha la iniciativa Turismo Sostenible para la Eliminación de la Pobreza (ST-EP, por sus siglas en inglés), con el objetivo de reducir la pobreza mediante el desarrollo y la promoción de formas sostenibles de turismo.¹⁰ El aumento del turismo, las contribuciones locales y los efectos multiplicadores pueden ser acumulados por ricos, personas con ingresos medios o por los pobres. Por lo tanto, las intervenciones deben hacerse para ayudar a las personas en condiciones de pobreza a que formen parte de los procesos que impulsan la industria (ILO, 2010a). Los inversionistas y desarrolladores, así como los gobiernos locales y nacionales, desempeñan un papel crítico para determinar el papel que juegan las poblaciones más pobres en la industria del turismo. La industria local también puede ayudar en incentivar la participación y el fomento de las empresas locales para la prestación de transporte, servicios y alimentos, con el fin de generar ingresos locales y multiplicadores de empleo, y contribuir al alivio de la pobreza local:

■ En el caso de Malasia, el Grupo de Investigación en Planificación Turística (TPRG, 2009) describe el ejemplo de los negocios de hospedaje y la proporción de ingreso generado y distribuido a través de la cadena de valor. El impacto final en las comunidades locales depende de la estructura de negocio y de las actividades económicas relacionadas con el turismo. En el caso del sector del alojamiento, la mayor parte de los ingresos es capturada por los propietarios de los hoteles. Sin embargo, una parte importante es recibida por propietarios

10 La iniciativa Turismo Sostenible para la Eliminación de la Pobreza (ST-EP) ha identificado siete diferentes mecanismos a través de los cuales las personas que viven en condiciones de pobreza se pueden beneficiar directa o indirectamente del turismo: (1) Ejecutar medidas para aumentar el número de personas de bajos ingresos trabajando en empresas turísticas; (2) Maximizar la proporción del gasto turístico que se retiene en las comunidades locales e incorporar la participación de la población marginada en el proceso de suministro; (3) Promocionar a los visitantes la venta directa de bienes y servicios producidos por las empresas informales de esta población; (4) Establecer y administrar empresas turísticas más formales para las personas en condiciones de pobreza, ya sea en forma individual o a nivel de comunidad; (5) Utilizar los impuestos o gravámenes sobre los ingresos o ganancias del turismo para beneficiar a los más marginados; (6) Que los visitantes o las empresas turísticas apoyen a esta población, ya sea con dinero o en especie; e (7) Invertir en infraestructura que ofrezca a las comunidades locales la oportunidad de adquirir acceso a los recursos disponibles (UNWTO, 2004b).



de pequeñas empresas y personas de la localidad que participan en actividades informales (Figura 2). Del gasto turístico total, el 28 por ciento es capturado por los hoteles, mientras que los artesanos obtienen un cinco por ciento y las pequeñas empresas locales adquieren un 11 por ciento.

■ En Zanzíbar (Tanzania) Steck et al. (2010) estiman que solo el 10.2 por ciento del ingreso total del turismo es capturado por los pobres. El estudio encontró que la industria depende fuertemente de las importaciones, tanto para suministros primarios como para personal calificado, los cuales normalmente son las vías de participación de la población local.

■ En Panamá, los hogares capturan el 56 por ciento de los ingresos totales del turismo local (Klytchnikova y Dorosh, 2009). Sin embargo, la determinación de qué familias son las más beneficiadas, depende de la región en la que se generan los ingresos por turismo. En la zona libre de Colón, la mayoría de las ganancias en los ingresos del hogar (63 por ciento) se destina a las familias urbanas no pobres y solo el 20 por ciento llega a los hogares pobres. En cambio, en Bocas del Toro, donde los hogares pobres representan una mayor proporción de la mano de obra regional, el 43 por ciento del aumento total de los ingresos familiares pertenece a las personas en condiciones de pobreza, mientras que el porcentaje de ganancia en los ingresos del hogar es casi igual en todos los grupos de hogares. Los resultados para la provincia de Chiriquí reportan en 19 por ciento las ganancias de los ingresos de los hogares pobres, aunque la proporción obtenida por los hogares rurales es mayor (46 por ciento).

	Con ingresos del turismo	Con ingresos del turismo
Nacional	17.69%	19.06%
Urbano	16.93%	18.40%
Rural	18.73%	20.0%

Tabla 2: Impacto del turismo en las tasas de pobreza en Costa Rica, 2008

Fuente: Rojas (2009)

Los estudios empíricos sugieren que, en el mejor de los casos, entre un quinto y un tercio del gasto turístico total en destino es capturado por los pobres a través de las ganancias directas y las cadenas de suministro (Mitchell & Ashley, 2007). El impacto del turismo sobre la pobreza depende de varios factores como el empleo, el nivel de capacitación de la fuerza de trabajo, los cambios de precios (bienes, servicios y factores productivos), los propietarios de las micro y pequeñas empresas, y la composición del mercado de trabajo. Al igual que con los efectos sobre el ingreso, hay indicios cada vez más convincentes de que un turismo más sostenible (en particular en las zonas rurales) puede generar efectos positivos en cuanto a la reducción de la pobreza.

■ En Costa Rica, Rojas (2009) estimó el impacto del turismo en los niveles de pobreza y encontró que sin los ingresos del turismo, la incidencia local de la pobreza sería mayor en los sectores urbano y rural (Tabla 2). Este resultado es consistente con otros estudios para el país. Por ejemplo, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (ECLAC/CEPAL, 2007) estima que el turismo contribuye en un tres por ciento a la reducción de la pobreza en Costa Rica (y un uno por ciento en Nica-

ragua). Con el fin de comparar distintos sitios, Brenes et al. (2007) estimaron el impacto de Tamarindo (destino del turismo masivo) y La Fortuna (destinos turísticos de naturaleza y aventura) y se encontraron que los salarios mensuales promedio en La Fortuna (437 dólares) fueron más altos que en Tamarindo (392 dólares). Por otra parte, estimaron una probabilidad de 0.64 de mejora en los ingresos para los habitantes de La Fortuna al trabajar en el sector turístico. La evidencia indica que el turismo está contribuyendo a la reducción de la pobreza en Costa Rica, con el enfoque de sostenibilidad como motor del país en la mejora de las condiciones de vida.

■ En Malasia, mediante un análisis de la cadena de valor, TPRG (2009) encontró que los beneficios económicos recibidos por la población local representan en promedio el 34 por ciento de los ingresos totales generados por el turismo. La relativamente alta participación del ingreso a favor de los pobres, sobre todo en los restaurantes (Tabla 3), puede reflejar distintas iniciativas públicas y privadas para emplear o involucrar a personas de la localidad en las operaciones de los negocios turísticos.

3.4 Beneficios ambientales

Hay una creciente motivación de los sectores público y privado para inversiones que hagan el turismo más sostenible. Aunque la disponibilidad de los datos de inversión global específicos para turismo sostenible no existe actualmente, en cantidad suficiente para extraer conclusiones firmes, es evidente que hay una mayor conciencia de la necesidad y del valor en la conservación del patrimonio natural único, social y cultural de los destinos.

La inversión pública y privada en el turismo incluye la infraestructura (carreteras, aeropuertos, parques nacionales, reservas privadas, las instalaciones del hotel y otras instalaciones locales), la preservación del medio ambiente (atracciones naturales, playas, montañas, ríos, la biodiversidad, las barreras naturales y especies endémicas), educación (competencia de la fuerza de trabajo, incluyendo el enverdecimiento de las competencias básicas), la formación y las mejoras tecnológicas (producción más limpia y gestión sostenible). La inversión en turismo sostenible ofrece una amplia gama de oportunidades, especialmente en los ámbitos del agua, la energía, los residuos y la biodiversidad, lo que puede generar rendimientos significativos.

Existe una tendencia cada vez mayor dentro de la industria turística de invertir en sostenibilidad. Por ejemplo, la cadena hotelera Accor ha estado probando las tecnologías medioambientales, como la electricidad

	Participación en las ganancias turísticas	Participación del PPI
Hospedaje y comidas en hoteles	88.4%	7.3%
Restaurantes	4.4%	47.0%
Venta al por menor	3.7%	27.0%
Tours y excursiones	3.0%	18.8%
Otros	0.5%	nd

Tabla 3: Desglose de los ingresos por turismo y la contribución al ingreso a favor de los pobres (PPI) en Malasia

Fuente: TPRG (2009)

fotovoltaica, la reutilización de aguas grises y la recuperación de agua de lluvia. Los gastos de capital adicional en la eficiencia energética, proyectos de construcción sostenible y de renovación se estiman en un relativamente modesto seis por ciento de los costos totales de construcción (para un hotel de 106 habitaciones), con excelente rentabilidad (WTTC, 2009). Sol Meliá Hoteles & Resorts ha institucionalizado su programa de sostenibilidad con certificación independiente para la compañía, incluyendo hoteles y oficinas corporativas a escala internacional, y un presupuesto específico para el proyecto estratégico de desarrollo sostenible, financiado en su totalidad con fondos de la compañía (WTTC, 2010).

Energía

En los hoteles y otros alojamientos hay un margen considerable para la inversión en equipos y servicios de eficiencia energética, incluyendo sistemas de refrigeración, televisión y video, aire acondicionado y calefacción (en particular la reducción o eliminación de estos sistemas a través de un mejor diseño) y la vandería. Estas inversiones son motivadas por el aumento de los costos energéticos; probables recargos del carbono; expectativas crecientes de los clientes (especialmente de Europa y América del Norte); los avances tecnológicos con la tecnología de bajo carbono; y, en algunos casos, los incentivos del gobierno. Muchas aerolíneas líderes están explorando estrategias alternativas de combustible, así como cambios en enrutamiento, aeronaves y vuelos. La industria del ferrocarril, especialmente en Europa, se está posicionando como una alternativa al transporte aéreo para conectar regiones. El aumento de la eficiencia energética en el turismo se convierte en reducción de los costos operacionales, mayor satisfacción de los clientes y una mayor inversión en eficiencia energética (a través de modernizaciones y mejoras).

La evidencia sugiere que la inversión para el uso más eficiente de la energía genera retornos significativos

Cuadro 2: Inversión en eficiencia energética y ahorro

Six Senses, un grupo de hoteles de lujo, reportó que el retorno a la inversión de diversas medidas de ahorro de energía, aplicadas en un período de seis meses a diez años, en *resorts* localizados en Tailandia:

- El sistema de monitoreo de energía cuesta 4,500 dólares, lo que permite al *resort* alcanzar el diez por ciento de ahorro de energía e identifica las áreas de mayor ahorro;

- La inversión para el sistema de refrigeración mini fue de 130,000 dólares, lo que ahorra 45,000 dólares al año y, por lo tanto, produce beneficios en 2.8 años;

- El sistema de recuperación de calor cuesta 9,000 dólares, ahorrando anualmente 7,500 dólares, lo que corresponde a un período de amortización de 1.2 años;

- El sistema de agua caliente en lavandería cuesta 17,000 dólares con un ahorro de 27,000 dólares al año (se amortiza en 1.6 años);

- El costo en iluminación eficiente es de 8,500 dólares, resultando en ahorros de 16,000 dólares por año, es decir, teniendo un período de amortización de seis meses (sin considerar el tiempo de vida útil de las lámparas);

- La inversión en un depósito de agua fue de 36,000 dólares, dando lugar a ahorros anuales de 330,000 dólares (se amortiza en menos de un mes);

- Los sistemas de enfriadoras de absorción que utilizan biomasa cuestan 120,000 dólares, lo que resulta en un ahorro de 43,000 dólares al año, es decir, tiene un período de amortización de 2.8 años; y

- Los cables eléctricos subterráneos de cobre de voltaje medio (6.6 kV) cuestan 300,000 dólares. La amortización de una menor pérdida de energía es aproximadamente de diez años, pero también se generan otros beneficios como menor radiación, menor fluctuación de energía, menor riesgo de incendio y un mejor diseño sin cables colgantes viejos de baja tensión eléctrica.

Source: Six Senses (2009)

en el sector (Cuadro 2). Hamele y Eckardt (2006) reportaron los resultados de iniciativas ambientales relativas al consumo de energía. En promedio, los costos de la energía en los hoteles representaron alrededor del seis por ciento de su facturación anual, mientras que en los hoteles con mejores prácticas, este factor de gasto representó entre 1.5 y 2.8 por ciento. Estudios recientes han demostrado que un seis por ciento de aumento en la inversión en diseño y equipos para la eficiencia energética puede reducir el consumo eléctrico en un diez por ciento (Six Senses, 2009); y que el diseño eficiente en términos de consumo de agua y de bajo costo puede reducir el consumo del agua en un 30 por ciento (Hagler Bailly, 1998; Newsom et al., 2008); y que la recuperación financiera de costos de la estrategia verde en un destino turístico (proporción del valor presente del ahorro al valor presente de los gastos de capital) puede estar entre un 117 por ciento y 174 por ciento para la recuperación de la inversión por la eficiencia de las operaciones en la construcción del hotel (Ringbeck et al., 2010).

Rainforest Alliance (2010) presenta una estimación de los costos y beneficios de las prácticas de gestión sostenible de la energía para una muestra de 14 empresas de turismo en América Latina (Belice, Costa Rica, Ecuador, Guatemala y Nicaragua), basada en indicadores GSTC. La factura del servicio eléctrico de las compañías se redujo en un 64 por ciento, con un promedio de ahorro anual de 5,255 dólares (con un máximo de 17,300 dólares). La inversión requerida fue entre el uno por ciento

y el diez por ciento de los costos de operación anuales. La inversión promedio fue de 12,278 dólares (con un máximo de 56,530 dólares). La recuperación media de las inversiones es de 2.3 años.

Agua

El uso eficiente del agua, los programas de gestión interna y las inversiones en tecnología de ahorro de agua en las habitaciones, instalaciones y atracciones reducen costos. Una mayor eficiencia y una mejor gestión permiten el aumento del número de habitaciones/visitantes en destinos con restricciones de agua. Con respecto a la irrigación, el factor que más agua consume, se pueden lograr considerables reducciones a través de la jardinería alternativa (elección de las especies, paisajismo) y el uso de agua gris. Los campos de golf pueden ser diseñados para que utilicen menos agua, y los operadores pueden medir la humedad del suelo para ayudar a controlar y optimizar el uso del agua. Los hoteles con *spas* y centros de salud pueden participar en una serie de medidas de ahorro de agua, mientras que en la construcción de hoteles nuevos se puede tratar de evitar los paisajes con piscinas y otros usos intensivos en agua (Gössling, 2010).

Respecto al uso directo de agua para los turistas, Fortuny et al. (2008) demostraron que muchas de las tecnologías de ahorro de agua para los hoteles y otras empresas tienen periodos cortos de amortización (entre 0.1 y 9.6 años), lo que las hace económicamente atractivas. Las inversiones en sistemas de ahorro de agua, reutilización de aguas grises, recogida de aguas de lluvia y sistemas de

Cuadro 3: Fortalecimiento de la Red de Áreas Protegidas (SPAN, por sus siglas en inglés)

El Fortalecimiento del Proyecto de Red de Áreas Protegidas (SPAN, por sus siglas en inglés) es una iniciativa financiada por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), diseñado para maximizar el potencial del sistema de áreas protegidas en Namibia mediante el fortalecimiento de su manejo y el establecimiento de alianzas. Se trata de un proyecto de seis años con una donación del FMAM de 8.5 millones de dólares y un cofinanciamiento por valor de 33.7 millones. El análisis del FMAM indica que el turismo en áreas protegidas de Namibia contribuye entre el 3.1 y el 6.3 por ciento del PIB nacional. La inversión del Gobierno de Namibia en los últimos 20 años ha logrado una tasa de retorno del 23 por ciento. El Gobierno ha aumentado el presupuesto anual para la administración y el desarrollo del parque en un 300

por ciento en los últimos cuatro años. Una cuarta parte de los ingresos por la tarifa de acceso al parque debe reinvertirse en sus instalaciones y en el ordenamiento de la vida silvestre a través de un fondo fiduciario, proporcionando un financiamiento adicional sostenible de dos millones de dólares anuales. La Política Nacional de Turismo y Concesiones de Vida Silvestre en las tierras del Estado, puesta en marcha por primera vez en 2007, ha aprobado más de 20 concesiones nuevas de turismo y cacería. Durante los primeros dos años generó más de un millón de dólares anuales en cuotas por pagar al Gobierno. A las comunidades locales se les concedió la mayor parte de los derechos en áreas protegidas, creando ingresos y empleos para la población local.

Fuente: GEF (2009)

gestión puede ayudar a reducir el consumo de agua en 1,045 m³ por año, o un 27 por ciento de menor volumen por persona por noche.

En el estudio de Rainforest Alliance (2010), la factura de agua de las empresas se redujo en un 31 por ciento, con un ahorro anual promedio de 2,718 dólares (con un máximo de 7,900 dólares), un número particularmente elevado dado el bajo precio del agua cobrado en esos países. La inversión requerida varió entre el uno y el tres por ciento de los costos de operación anuales. La inversión promedio fue de 2,884 dólares (con un máximo 10,000 dólares). Los ahorros promedio anuales fueron de 2,718 dólares en un período de amortización de 1.1 años.

Residuos

La mejora en la gestión de residuos ofrece oportunidades para las empresas y la sociedad. Niveles más bajos de generación de residuos mejoran el retorno financiero para los actores del sector privado, y una mejor gestión de dichos residuos genera oportunidades de empleo y aumenta el atractivo de los destinos turísticos. Hamele y Eckardt (2006), reportaron los resultados de un análisis de 36 hoteles en las categorías de 2 a 4 estrellas en Alemania y Austria, mostraron valores promedio por noche de estancia de residuos sólidos (1.98 kg) y aguas residuales (6.03 litros). El costo medio de manejar estos dos flujos de residuos es de 0.28 euros por habitación ocupada. En Rainforest Alliance (2010), los desechos sólidos de las empresas se redujeron en un 71 por ciento, con un ahorro promedio anual de 3,600 dólares.

Biodiversidad

El PNUMA (UNEP, 2010) argumenta que la conservación de la biodiversidad se verá muy afectada por la forma en que el turismo crezca y se desarrolle, especialmente en los países en vías de desarrollo que acogen zonas críticas de biodiversidad, donde se espera que el turismo tome cada vez una mayor importancia. El crecimiento de la demanda por experiencias que involucren el contacto con la vida silvestre y los ecosistemas prístinos (o poco intervenidos), y las expectativas de los turistas de que los operadores turísticos respeten y protejan los recursos naturales están impulsando cambios en la industria. Es probable que las políticas del turismo convencional cambien hacia una conservación más eficaz de los ecosistemas frágiles, impulsadas por la demanda de mercado y por los programas de los grandes operadores (por ejemplo, la orientación sobre los sistemas costeros por parte de la industria de cruceros). Por otra parte, las crecientes tendencias del turismo basado en la naturaleza estimularán la conservación y los ingresos (incluyendo las tasas de entrada de las áreas protegidas) para crecer en conjunto. Es probable que las crecientes tendencias actuales hacia el turismo basado en la naturaleza y el ecoturismo continúen o, incluso, aceleren su crecimiento, mientras que las áreas prístinas serán cada vez más escasas, lo que conducirá a su vez a la incorporación de áreas naturales en el desarrollo turístico y una mayor transferencia de beneficios hacia las áreas naturales.

La conservación y la restauración ofrecen una alta rentabilidad y bajo costo de inversión para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos (Cuadro 3). Evitar la pérdida de ecosistemas a través de la conservación principalmen-

Cuadro 4: Recuperación financiera de los costos de los programas verdes en el sector turístico

Booz & Company reportaron retornos significativos de las inversiones en eficiencia energética y las emisiones de GEI; menor consumo de agua; mejores prácticas de gestión de residuos y conservación de la biodiversidad, basándose en su experiencia con el proceso de enverdecimiento en uno de los principales destinos turísticos de sol y playa (una localidad costera en España) en el mundo.

La estrategia de transformación verde se desarrolló después de un minucioso análisis de punto de refe-



rencia que mostró, al igual que en la mayoría de los destinos turísticos, patrones insostenibles de consumo de agua y energía, problemas con la gestión de residuos y el riesgo de agotamiento total de los recursos naturales clave, tales como los arrecifes de coral y los animales marinos (principales atracciones turísticas).

Los gastos de capital para el enverdecimiento del turismo pueden compensarse rápidamente por el ahorro en los costos de operación, que incluyen no solo los costos de las iniciativas verdes, sino también los efectos socioeconómicos de los ingresos perdidos del turismo. El ahorro por la reducción de los costos de operación de los programas verdes, en comparación con el gasto de capital, oscila entre el 174 por ciento (eficiencia en la operación de construcción de hoteles) y el 707 por ciento (conservación de la biodiversidad). La inversión privada y financiamiento público se utilizan para asegurar un financiamiento suficiente. La transición hacia un turismo verde siguió un proceso de tres pasos que incluye: una evaluación del estado del medio ambiente en el destino turístico, el desarrollo de una estrategia verde y la ejecución de proyectos de colaboración relacionados con la estrategia verde.

Fuente: Ringbeck et al. (2010)

te de los bosques, manglares, humedales y zonas costeras, incluyendo los arrecifes de coral, constituye una buena inversión a partir de un análisis costo beneficio. Esto parece sostenerse, tanto desde una perspectiva de inversión social, como privada. La revisión de decenas de proyectos de restauración en todo el mundo concluye que la restauración, en comparación con la pérdida de biodiversidad, proporciona una relación costo/beneficio de tres a 75 en retorno a la inversión y una tasa interna de retorno del siete al 79 por ciento (Nellemann & Corcoran, 2010).

Más del 70 por ciento de los hoteles de América Latina encuestados por Rainforest Alliance (2010) apoyan la conservación de la biodiversidad, mientras que el 83 por ciento de ellos indica que las prácticas de conservación han creado ventajas competitivas a través de ahorros en la operación y una mejora en su imagen y sus procesos. Ringbeck et al. (2010) reportaron retornos significativos de las inversiones verdes en los principales destinos turísticos de sol y playa en España (Cuadro 4). Los autores estimaron el valor presente neto de las inversiones (gastos de capital) en agua y eficiencia energética, en mitiga-

ción de las emisiones y en la conservación de la biodiversidad en millones de dólares y un valor presente neto del ahorro significativamente más elevado (2,500 millones de dólares), con la mayor recuperación de la inversión por la biodiversidad.

3.5 Patrimonio cultural

El mayor y único componente de la demanda del consumidor por un turismo más sostenible es la autenticidad cultural (CESD y TIES 2005). El patrimonio cultural incluye culturas vivas, tanto convencionales como de las minorías, así como lugares históricos, religiosos y arqueológicos. El turismo puede ofrecer oportunidades para la continuación, renovación o mejora de las tradiciones y del estilo de vida.

La cultura raramente es estática, y relacionar el turismo y la supervivencia cultural pueden traer beneficios, así como los cambios y desafíos que una comunidad debe abordar. Los posibles costos y beneficios sociocultura-

Cuadro 5: Contribución económica diferencial de las áreas culturales

En Australia Occidental, se han hecho intentos para medir el valor económico del patrimonio cultural a través del gasto turístico directo, utilizando tres locaciones: las ciudades de Fremantle, Albany y Nueva Norcia. Con el fin de determinar la proporción del gasto total de los visitantes por pernoctaciones que podría atribuirse directamente al patrimonio cultural, se generó un factor de atribución atendiendo datos de encuestas a turistas y otras fuentes. El estudio encontró que entre el 63 y el 75 por ciento del gasto de los visitantes era producto de la herencia cultural del área, generando en la región entre unos ingresos de entre 40 y 80 dólares por visitante al día.

Fuente: Tourism Western Australia, disponible en <http://www.westernaustralia.com>, consultado el 10 de septiembre de 2010

les del turismo para una cultura vulnerable rara vez se cuantifican. Los proyectos turísticos deben incluir un programa para monitorear los beneficios económicos y culturales con el objetivo de que las culturas vulnerables puedan evaluar y gestionar los impactos del turismo en sus comunidades (Wild, 2010). Aparte de los beneficios intangibles, la mayoría de los entrevistados cree que la inversión en el patrimonio cultural es, por lo general, una de las más importantes, y rentables inversiones que puede hacer una sociedad o el sector de turismo (Cuadro 5).

3.6 Modelación del sector turístico¹¹

Para cuantificar los posibles efectos del aumento de las inversiones en el sector del turismo, el escenario de inversión verde (G2), simulado en los ejercicios de modelación, destina, en promedio, el 0.2 por ciento del PIB mundial¹² (o los 248,000 millones de dólares a precios constantes de 2010, con precios en dólares estadounidenses) por año entre 2011 y 2050 para el sector del turismo, que se desagregan en gestión de la energía, agua y residuos, capacitación del personal y la

conservación de la biodiversidad.¹³ La inversión verde representa el cuatro por ciento del PIB turístico. Esto muy probablemente englobaría una combinación de inversiones tanto públicas como privadas. Los supuestos del modelo se presentan en el Anexo 3 y los resultados de las simulaciones se detallan a continuación.

Resultados de la simulación

Los resultados de las simulaciones del escenario de inversión verde indican que el total de llegadas de turistas internacionales se incrementará en un 2.8 por ciento anual hasta 2030, y luego a una tasa menor del 2.5 por ciento anual a largo plazo hasta alcanzar los 2.6 miles de millones en 2050, un 30 por ciento por debajo del escenario base (BAU2) correspondiente debido al cambio a viajes menos frecuentes pero más largos en el escenario verde.¹⁴ Los efectos inmediatos del turismo internacional y nacional darán lugar a un gasto turístico anual directo de 11.3 billones de dólares en promedio entre 2010 y 2050 en el escenario de inversión verde (en áreas como ventas en el sector hotelero, los gastos de hotel por sueldos y salarios, impuestos, suministros y servicios). Estos gastos directos tienen fuertes impactos en las economías de los destinos, puesto que resultan de varias rondas de gasto turístico en otras industrias (por ejemplo, industrias que suministran productos y servicios a los hoteles). El total de gastos, incluyendo directos e indirectos, llegará a 21.5 billones de dólares en promedio durante los próximos 40 años en el escenario verde. El resultado de un mayor crecimiento económico hará que el PIB del sector crezca de tres billones de dólares a 10.2 billones de dólares en 2050, superando el correspondiente escenario BAU en un siete por ciento. Se espera que el empleo directo en este sector crezca a 580 millones en el escenario verde para el 2050, en comparación con los 544 millones en la proyección correspondiente del BAU. La capacitación de estos nuevos empleados requiere de 31,000 millones de dólares de inversión anual en promedio los próximos 40 años.

A pesar del creciente flujo de turistas, la inversión verde conducirá a la conservación de recursos significativos a través de mejoras considerables en eficiencia y reducción de pérdidas:

■ Se estima que el **consumo de agua** del turismo sea de 6.7 km³ en 2050 en el escenario verde, un 18 por ciento por debajo del correspondiente al BAU. Mien-

11 Esta sección (incluyendo los pronósticos y las simulaciones sobre el crecimiento del turismo internacional) se basa en el trabajo Millennium Institute para el Informe sobre Economía Verde.

12 El turismo representa el cinco por ciento del PIB mundial.

13 En el escenario de inversión verde G2, se destina un dos por ciento del PIB mundial a la transformación verde de una amplia gama de sectores clave; el turismo es uno de ellos (véase el capítulo de Modelación para una explicación más detallada de los escenarios y resultados).

14 BAU2 se refiere al escenario base BAU con un dos por ciento adicional del PIB mundial por año invertido de acuerdo con los patrones y tendencias actuales (véase el capítulo de 'Modelación').

tras tanto, se prevé que con las inversiones adicionales aumente el suministro de agua, esencial para muchos países bajo estrés hídrico que dependen del turismo. En promedio, se prevé que el suministro de agua se encuentre por encima del escenario BAU2 0.02 km³ por año por desalinización, y 0.6 km³ por año por fuentes convencionales (aguas residuales tratadas, aguas superficiales y subterráneas) a través de una mejor gestión durante el período de 40 años.

■ Bajo el escenario verde, la **oferta y demanda de energía** turística verá una expansión de las energías renovables y mejoras en la eficiencia de todas las actividades turísticas. El incremento de la oferta de energías renovables asociado al turismo será de 43 Mtep, al año, en promedio, incluyendo la expansión y la introducción de la generación de energía renovable y los biocombustibles. Por el lado de la demanda, el consumo total de energía para las diversas actividades turísticas llegará a 954 Mtep en el año 2050 bajo el escenario verde, que representa el 44 por ciento del consumo de energía evitado en relación con el escenario BAU2. Estos ahorros provienen de una combinación de medidas eficaces en las actividades individuales, tales como un cambio modal al transporte con un uso menos intensivo de carbono (trenes y autobuses eléctricos), cambios de comportamiento (viajes de menores distancias, entre otros) para reducir la distancia total del recorrido, una mejor gestión de la energía (por ejemplo, el establecimiento de objetivos y puntos de referencia para los hoteles); así como medidas en todos los sectores como avances tecnológicos para la eficiencia en el uso de combustibles y un menor número de usos ineficientes debido a mejoras en el equipamiento o una mayor conciencia ambiental. Más específicamente, el transporte relacionado con el turismo verá el mayor ahorro (604 Mtep por debajo del correspondiente al escenario BAU), gracias a las inversiones en el sector del transporte, seguido por el alojamiento turístico con 150 Mtep de consumo evitado en 2050.

■ Como resultado de estos ahorros de energía, se mitigarán las **emisiones de CO₂** sustancialmente con respecto a la proyección BAU correspondiente (-52 por ciento en 2050), volviendo al nivel actual de 1.44 Gt en 2050, o el siete por ciento de las emisiones globales.

El aumento relativo de la proporción de las emisiones mundiales generadas por el turismo deriva del crecimiento proyectado del PIB turístico superior al crecimiento promedio estimado del PIB mundial. Se espera que el turismo crezca más rápido que la mayoría de los otros sectores y, sin inversiones verdes, su impacto ambiental sería mucho mayor. En 2050, se espera que el transporte continúe siendo el principal emisor (0.7 Gt), con la aviación y los automóviles representando el 74 por ciento y el 24 por ciento de la reducción, respectivamente. El alojamiento será el segundo emisor mayor y será responsable de 0.58 Gt de emisiones en 2050. Las emisiones de CO₂ restantes (98 Mt) se atribuyen a otras actividades turísticas. Además de las reducciones de las emisiones de CO₂ en la economía verde, visto que el clima es un recurso fundamental para el turismo y que el sector es altamente sensible a los impactos del cambio climático, esas prácticas sostenibles deben reforzar la capacidad de los destinos turísticos de adaptarse a las condiciones climáticas desfavorables.

■ Por otra parte, la inversión en la **gestión de residuos** permite una mayor tasa de recolección de residuos y la reutilización (reciclaje y recuperación). En 2050, el sector turístico generará 207 Mt de residuos en el escenario verde, en comparación con las 180 Mt en el escenario base (debido a un mayor PIB y pernoctaciones de turistas, en los escenarios verdes). Por otra parte, se estima que la inversión verde permite la reutilización de 57 Mt más de residuos que en el escenario BAU correspondiente, por lo tanto, reduciendo la eliminación neta de residuos (tomando en consideración la reutilización de residuos) por 30 Mt en 2050 en relación con BAU2.

■ Estos ahorros se traducirán en el ahorro de costos potenciales evitados que pueden ser reinvertidos en actividades responsables en términos sociales y ambientales en la localidad (tales como áreas protegidas, transporte local o capacitación y habilidades del personal), aumentando los efectos indirectos e inducidos del gasto turístico en el desarrollo local. En particular, los gastos de los visitantes de regiones más ricas a los países en vías de desarrollo contribuyen a crear las oportunidades indispensables para el desarrollo y creación de empleos, reduciendo las desigualdades económicas y la pobreza.

4 Superando obstáculos: estableciendo condiciones propicias

El turismo puede tener impactos positivos o negativos dependiendo de cómo se planifique, desarrolle y gestione. Se requiere establecer un conjunto de condiciones favorables para que el turismo se vuelva sostenible, o sea, para contribuir al desarrollo social y económico dentro de las capacidades de los ecosistemas y los umbrales socioculturales. En esta sección se presentan las recomendaciones para crear un entorno propicio para una mayor inversión en el desarrollo del turismo sostenible, superando los obstáculos en las áreas de (1) orientación hacia el sector privado; (2) desarrollo y planificación de los destinos; (3) políticas fiscales y gubernamentales en materia de inversión y; (4) finanzas e inversión; (5) generación de inversión local. Las recomendaciones son basadas sustancialmente en las recomendaciones de política del Grupo de Trabajo Internacional sobre el Turismo Sostenible para el Desarrollo (ITF-STD, por sus siglas en inglés).¹⁵

Las tendencias del mercado turístico indican que los principales motores de las decisiones de inversión hacia un turismo sostenible son los cambios en la demanda del consumidor; las medidas empresariales para reducir los costos operativos y aumentar la competitividad; las políticas y reglamentos coherentes para la protección del medio ambiente; los avances tecnológicos; los esfuerzos privados para la responsabilidad ambiental y social; y la conservación de los recursos naturales. Estos factores están liderando la transformación de la industria y determinando la rentabilidad de las inversiones.¹⁶ La característica sistémica de una industria turística sostenible hace hincapié en la necesidad de invertir más en eficiencia energética y agua, la mitigación del cambio climático, la reducción de residuos, la conservación de la biodiversidad, la reducción de la pobreza, la conservación de los bienes culturales y el fomento de los vínculos con la eco-

nomía local. El ahorro y la mayor rentabilidad esperados por las acciones en dichas áreas, pueden simultáneamente ser invertidos en nuevos proyectos de inversión verde, creando una dinámica verde de enverdecimiento que podría incrementar la competitividad y fortalecer la sostenibilidad.

La falta de comprensión y de reconocimiento por parte de las empresas, las comunidades y los destinos del valor creado por el enverdecimiento del turismo es un obstáculo transversal en la transición hacia un turismo más verde o sostenible. El intercambio de conocimientos, información y experiencias entre los actores públicos, privados y de la sociedad civil es un primer paso necesario hacia la superación de estos obstáculos.

4.1 Orientación hacia el sector privado

El turismo es una industria heterogénea¹⁷, donde cientos (y a veces miles) de actores operan en múltiples segmentos de mercado, incluso dentro de un mismo país o región. Estos segmentos incluyen el turismo convencional y de masas, así como nichos de mercado, como el ecoturismo, turismo de aventura, turismo rural, turismo basado en la comunidad, pesca deportiva, turismo de cruceros y, más recientemente, el turismo de salud. Los principales sectores de actividad económica dentro de la industria turística son el alojamiento, la organización de viajes y el transporte (terrestre, aéreo y acuático). Además, el turismo tiene vínculos diversos a través de varias actividades económicas, de alojamiento, entretenimiento y recreación, el transporte, los servicios profesionales y la publicidad, entre otros.¹⁸ Si bien todos pueden y deben

15 El ITF-STD estuvo conformado por miembros del PNUMA, la OMT, 18 países desarrollados y en vías de desarrollo, siete organizaciones internacionales, siete ONG y siete asociaciones empresariales internacionales. Fue el resultado de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible en 2002, que declaró que "son indispensables los cambios fundamentales en la forma en que las sociedades producen y consumen para lograr el desarrollo sostenible a nivel mundial". La labor del Grupo de Trabajo continuará con su sucesor, la Alianza Mundial para el Turismo Sostenible (<http://www.unep.fr/scp/tourism/activities/partnership/index.htm>).

16 Los motores y las posibles implicaciones de las inversiones sostenibles en áreas estratégicas para el turismo (energía, cambio climático, agua, residuos, biodiversidad, patrimonio cultural y economía local) se resumen en el Anexo 2.

17 El turismo no se ajusta a la noción estándar de una 'industria', puesto que es un concepto basado en la demanda. El fabricante no es quien proporciona las características distintivas que determinan cómo se clasifica el turismo sino el comprador, es decir, el visitante (OECD, 2000).

18 La Cuenta Satélite de Turismo (CST) indica que "las industrias turísticas comprenden todos los establecimientos cuya actividad principal sea una actividad característica del turismo." Las características turísticas de los productos de consumo y las industrias turísticas están agrupados en 12 categorías: alojamiento para los viajeros; actividades de servicio de alimentos y bebidas; transporte ferroviario de pasajeros; transporte de turistas por carretera; transporte de pasajeros por agua; transporte aéreo de pasajeros; renta de equipos de transporte; agencias de viajes y otros servicios de reservación; actividades culturales, deportivas y recreativas; el comercio al por menor de bienes turísticos característicos de cada país; y otros actividades turísticas específicas de cada país turismo (ver UNWTO, 2010c).

beneficiarse a medio y largo plazo, el enverdecimiento requerirá muchas acciones e inversiones distintas, y beneficiar a las compañías de diversas formas; es decir, no hay una estrategia o fórmula única que todos puedan seguir. Por lo tanto, una estrategia coherente para el crecimiento del turismo verde debe cubrir todos los segmentos y actividades, y las formas en que interactúan.

La industria del turismo está dominada por las pequeñas y medianas empresas (PYME). Aunque las agencias de viajes *online* y los grandes operadores turísticos convencionales controlan una parte importante de los viajes internacionales de Europa y Norteamérica, los destinos turísticos se caracterizan por el predominio de las pequeñas empresas. Por ejemplo, cerca del 80 por ciento de todos los hoteles del mundo son PYME (WEF, 2009a) y, en Europa, esta cifra asciende al 90 por ciento.¹⁹ Además, los proveedores de bienes y servicios para la industria tienden a ser pequeñas empresas locales. Alcanzar una variedad tan amplia de pequeñas empresas de numerosos sectores, continentes y lenguas es una tarea difícil. Sin información, conocimiento y herramientas, el enverdecimiento será casi imposible. Sin embargo, involucrar a estos actores fundamentales es una condición necesaria para una industria sostenible. En Nepal, por ejemplo, los incentivos para la participación del sector privado en actividades de capacitación y la implementación de planes de acción sostenibles han contribuido a aumentar su acceso a los mercados internacionales de turismo sostenible, además de haber mejorado el rendimiento de los proyectos y estimulado el interés entre otras empresas en Nepal en las prácticas comerciales de turismo sostenible creando sinergias en toda la industria (UNEP, 2008).

La gestión organizacional es un elemento clave de la sostenibilidad de las empresas. De acuerdo con By y Dale (2010), la gestión exitosa del cambio (político, económico, social y tecnológico) es crucial para la supervivencia y el éxito del turismo de las PYME, en particular en los siguientes ocho factores críticos: la adaptabilidad y la flexibilidad; el compromiso y el apoyo; la comunicación y la cooperación; el aprendizaje y la mejora continua; las estrategias formales; la motivación y la recompensa; el pragmatismo; el equipo adecuado (colaboradores capacitados y motivados). Kyriakidou y Gore (2005) sostienen que las operaciones de las PYME con mejor desempeño de la industria hotelera, turística y de ocio, comparten aspectos culturales tales como la definición de las misiones de cooperación y estrategias, desarrollo de trabajo en equipo y aprendizaje organizacional.

Las empresas de turismo no son diferentes de otras empresas cuando se trata de los criterios que deben

tomarse en cuenta a la hora de decidir si invertir o no en ellas. Sin embargo, hay algunas características específicas que afectan los costos de los negocios turísticos (Driml et al., 2010):

- Los negocios de turismo generan, relativamente, mucho trabajo y, por lo tanto, los costos de mano de obra a menudo constituyen la mayor proporción de los costos de operación;
- El costo de los insumos para la inversión en capital y operación son mayores en los lugares remotos;
- El costo de capital será mayor si existe incertidumbre sobre los retornos a la inversión en el turismo;
- El precio del suelo en sitios atractivos para el turista se regirá por la competencia con otros usos de suelo lo cual puede ocasionar pagos mayores (debido a retornos más elevados);
- El costo de planificación de proyectos y de aprobaciones será alto si la evaluación es larga y compleja; y
- La mano de obra y el suelo constituyen un porcentaje elevado de los insumos y están sujetos al impuesto sobre nómina y el impuesto sobre el suelo.

Una pregunta es cómo abordar estos problemas básicos, en la toma de decisiones sobre inversiones sostenibles. En este sentido, el ITF-STD recomienda que “las empresas turísticas y las instituciones gubernamentales responsables del turismo deben adoptar tecnologías innovadoras y adecuadas para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos (en particular, energía y agua), reducir al mínimo las emisiones de GEI y la generación de residuos, a la vez que protegen la biodiversidad, ayudan a reducir la pobreza y crean condiciones de crecimiento y de desarrollo sostenible para las comunidades locales”. El plan de negocios para invertir en estas áreas es sólido. Desde el ámbito del sector privado, los propietarios de los hoteles, los operadores turísticos, y los servicios de transporte pueden desempeñar un papel clave en la protección del medio ambiente e influenciar a los turistas para que hagan elecciones sostenibles. El aumento de la conciencia pública ambiental, incluida la conciencia de los viajeros, ha contribuido al desarrollo de una serie de iniciativas voluntarias de la industria y la definición de desempeño ambiental en los planos nacional, regional e internacional (PNUMA, 1998). Muchas empresas grandes ya están abordando sus impactos ambientales y sociales. En muchos países, las PYME representan la gran mayoría de las empresas y pueden tener un impacto ambiental significativo; con todo, tienden a ser más reacias a tratar los problemas ambientales (Kasim, 2009). Sin embargo, el aumento de la presión de los consumidores podría obligarlos a abordar más impactos para seguir siendo competitivos.

¹⁹ Disponible en www.hotelenergysolutions.net, consultado el 30 de septiembre de 2010.

Condiciones favorables para la participación del sector

1. Las organizaciones de promoción del turismo, agencias de gestión de recursos y Organizaciones de Gestión de Destinos (OGD) deben vincular los productos turísticos (es decir, parques, áreas protegidas y sitios culturales) más estrechamente con los puestos de mercadotecnia. Esto asegurará una posición de venta coherente y única en los mercados turísticos mundiales sobre la base de experiencias de alto valor en los sitios naturales y culturales de una zona geográfica compacta.
2. Las asociaciones de la industria turística y las plataformas industriales más amplias desempeñan un papel importante para encaminar a las empresas turísticas hacia la sostenibilidad, así como para el desarrollo de herramientas prácticas para responder a los numerosos desafíos comunes. Al igual que en la mayoría de las industrias, el concepto de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) es cada vez más reconocido en el sector del turismo y está siendo promovido por organismos de la industria tanto a escala internacional como nacional. Sin embargo, una respuesta formal, incluyendo medidas como los informes que integren las tres dimensiones (económica, social y ambiental), sistemas de gestión ambiental y la certificación parecen predominar solamente en una selección de empresas más grandes. En gran medida, las empresas más pequeñas se encuentran fuera de esta esfera, y diversos grupos de proveedores pueden no estar conectados en absoluto. La experiencia en muchos países ha demostrado que los mecanismos y herramientas bien diseñados para educar a las PYME son fundamentales, pero son más eficaces cuando están acompañados de elementos concretos y viables.
3. Las instituciones internacionales de desarrollo, como las agencias de cooperación multilateral y bilateral y las Instituciones Financieras de Desarrollo (IFD) deben comprometerse directamente para informar, educar y trabajar en colaboración con la industria del turismo para integrar la sostenibilidad en las políticas y prácticas de gestión, y asegurar su participación activa en el desarrollo sostenible del turismo. A escala nacional, la participación del gobierno y de la sociedad civil debe ser una parte fundamental de los esfuerzos por coordinar las acciones.
4. El uso creciente de instrumentos de apoyo orientados a la industria ayuda a acelerar la adopción de prácticas verdes. Hotel Energy Solutions, TourBench y SUTOUR son ejemplos de proyectos destinados a prestar asistencia a las empresas europeas de turismo para identificar inversiones potenciales y oportunidades de ahorro de costos para una toma de decisiones sostenible que asegure rentabilidad y competitividad (ahorro de dinero e inversión en medidas para fomentar la ecología y equipos con bajo consumo de energía); satisfacer las necesidades de los visitantes (el cumplimiento de sus demandas y expectativas de alta calidad medioambiental); lograr un uso eficiente de los recursos (reduciendo al mínimo el consumo de agua y de fuentes no renovables de energía); asegurar un ambiente limpio (minimizando la producción de CO₂ y reduciendo los residuos); y conservar la diversidad biológica (minimizando el uso de sustancias químicas y residuos de productos peligrosos).
5. La promoción y el uso generalizado de las normas reconocidas internacionalmente en materia de turismo sostenible son necesarios para monitorear las operaciones y el manejo del turismo. El sector privado tiende a rendir al máximo cuando se pueden identificar e incorporar claramente los criterios, objetivos y metas en sus planes de inversión y operaciones de negocio. Los GSTC publicados en octubre de 2008 ofrecen la plataforma más prometedoras en la actualidad para comenzar el proceso para asentar y unificar el entendimiento de los aspectos prácticos del turismo sostenible, y dar prioridad a la inversión del sector privado.²⁰ Los GSTC deben adoptarse para evaluar el desempeño de la industria y apoyar las recomendaciones de política. A escala nacional y subnacional, los GSTC, apoyados por información compartida y el acceso a expertos y pioneros del enverdecimiento, constituyen un paso fundamental.
6. Podrían lograrse economías de escala en el sector turístico por medio de agrupaciones. Una alta calidad ambiental es un insumo importante para aquellas empresas que persiguen ventajas competitivas basadas en una buena gestión ambiental. En el caso del turismo, la conservación del capital natural de un país tiene un efecto en cadena e influencia complementaria sobre muchas empresas. El *clustering* puede fortalecer las relaciones regresivas y futuras en la cadena de valor del turismo e impulsar la sostenibilidad en toda la industria. Los atractivos naturales y culturales son los activos más valiosos para el desarrollo del turismo. El *clúster* del turismo debe participar activamente en el manejo ambiental y la conservación. La colaboración activa con el sector público y las organizaciones comunitarias fortalecerán la posición competitiva de todo el grupo. En el caso de Croacia, por ejemplo, Ivanovic et al. (2010) muestran que las pequeñas empresas dominan el

²⁰ La Alianza para los Criterios Globales de Turismo Sostenible comenzó en 2007 y las organizaciones miembros incluyen la Organización Mundial del Turismo (OMT), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Fundación de las Naciones Unidas, Expedia.com, Travelocity Sabre, y más de 50 organizaciones adicionales (Bien et al., 2008).

mercado turístico en el número total de empresas y generan las mayores tasas de empleo e ingresos. Sin embargo, también muestran la tasa más baja de productividad. Esta situación se debe en parte a la limitada comprensión de los beneficios potenciales de agrupaciones en el sector del turismo, tales como las economías de escala; el crecimiento del *know-how* técnico organizacional y tecnológico; y una mayor participación de mercado.

4.2 Desarrollo y planificación de los destinos

La planificación de destinos y las estrategias de desarrollo serán factores determinantes para el enverdecimiento del turismo. Cada destino es único y, por lo tanto, cada estrategia de desarrollo debe ser sensible a las ventajas y desafíos únicos del destino, creando al mismo tiempo una visión para alcanzar metas para la sostenibilidad del medio ambiente. Los planificadores turísticos y los funcionarios políticos suelen desconocer las oportunidades que el enverdecimiento del turismo puede traer a su destino; incluso aquellos que son conscientes carecen de las capacidades o la experiencia necesarias para generar sostenibilidad en esfuerzos para el desarrollo de destinos.

La promoción de los objetivos de enverdecimiento a través de la planificación turística y del desarrollo de destinos requieren de habilidades y de capacidad institucional de integrar diversas áreas de políticas; considerar una variedad de recursos naturales, humanos y culturales en un periodo de tiempo prolongado; y poner en práctica las normas y capacidad institucional necesarias. Un destino no puede aplicar con éxito una estrategia de turismo verde sin poner en marcha las leyes y regulaciones adecuadas en vigor, o la estructura correcta de gobernanza para fiscalizarlas. La legislación debe proteger el medio ambiente, limitar el desarrollo potencialmente dañino, controlar las prácticas perjudiciales, y fomentar un comportamiento saludable. Reglas claras en estas áreas, con base en la estrategia de destino de su base exclusiva de activas, determinan la dirección, el alcance y la escala de la inversión público-privada en un turismo más sostenible.

Condiciones favorables para la planeación de destinos turísticos más verdes

1. Los más altos niveles del gobierno, la comunidad y las autoridades privadas de turismo deben establecer mecanismos de coordinación con los ministerios responsables del medio ambiente, energía, trabajo, agricultura, transporte, salud, finanzas, seguridad y otras áreas relevantes, así como con los gobiernos locales. Los requisitos claros como la zonificación, las áreas protegidas, las normas y reglamentos ambientales, las normas laborales, las normas agrícolas

y los requisitos de salud (en particular para el agua, los residuos y el saneamiento) establecen reglas del juego claras y definen el clima para la inversión. Estas decisiones están estrechamente relacionadas muy de cerca con las consideraciones fiscales y de inversión discutidas en la sección siguiente.

2. Las organizaciones que participan en las estrategias de desarrollo del turismo deben hacer uso de métodos científicos creíbles y de herramientas que abarquen enfoques económicos, ambientales y sociales; además de evaluaciones para el desarrollo sostenible que ayuden a las partes interesadas con los diferentes componentes de la cadena de valor a comprender sus impactos ambientales y socioculturales.
3. Las estrategias o planes maestro del turismo proporcionan un enfoque, por el lado de la oferta, para el desarrollo de un destino turístico. Las cuestiones ambientales y sociales deben ser incluidas en estos planes, con el fin de gestionar los activos críticos y promover resultados más verdes. Los programas de enverdecimiento serán más eficaces si se producen mediante un proceso participativo de planificación con múltiples actores, así como a través del desarrollo de alianzas a escalas local, nacional, regional e internacional. Se deben incluir en el proceso, los acuerdos multilaterales ambientales y sociales, y las organizaciones que los apoyan.²¹ Los actores públicos, privados y de la sociedad civil deben tomar una decisión sobre el tipo de turismo que quieren consolidar a medio y largo plazo, tomando en cuenta los posibles impactos sobre los recursos naturales y las oportunidades de desarrollo para el país. Por lo tanto, se requiere la creación de un marco institucional estable. La coordinación entre los actores clave y el cumplimiento de las regulaciones ambientales son condiciones clave. Además, al invertir en la sostenibilidad del turismo, se deben seguir los objetivos a corto, mediano y largo plazo basados en:

- La contribución para el equilibrio macroeconómico del país;
- La creación de empleo local directo e indirecto;
- El uso de materias primas e insumos locales;

²¹ Por ejemplo, se incluyen los principios del Código Ético Mundial para el Turismo adoptados por la OMT y respaldados por la Asamblea General de la ONU, así como las recomendaciones y las orientaciones de los convenios y Acuerdos Ambientales Multilaterales, según corresponda, incluyendo el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), la Convención del Patrimonio Mundial, la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y el Código de Conducta para la protección de los niños contra la explotación sexual en los viajes y el turismo.

- Los beneficios generados en otros sectores productivos (multiplicadores *fuera* de la industria);
 - Los efectos sobre el desarrollo local y la pobreza;
 - La modernización, diversificación y sostenibilidad de la cadena de valor del turismo; y
 - El crecimiento de la demanda interna y externa para el turismo sostenible.
4. Para la promoción del turismo sostenible es necesaria una política coherente de planificación de los destinos para crear una reputación internacional sólida, una *marca país* que diferencie y posicione al país en forma competitiva. Según FutureBrand (2008), mientras que el turismo es, a menudo, la manifestación más visible de una marca del país, es evidente que la imagen, la reputación y los valores de la marca de un país causan impactos en sus productos, población, oportunidades de inversión e incluso su ayuda y financiamiento externos. Por lo tanto, se requiere un enfoque holístico de nación para alinear las iniciativas de los sectores público y privado para crear una marca del país exitosa basada en la sostenibilidad.
 5. Se debe considerar la evaluación de la capacidad de carga y del tejido social para tomar en cuenta los impactos externos e internos del turismo en el destino. Aunque es difícil de evaluar debido a las grandes diferencias de un lugar a otro, los límites máximos se pueden acordar con el fin de proporcionar directrices para el desarrollo de las políticas de planificación.

4.3 Políticas fiscales e instrumentos económicos

El enverdecimiento del turismo requerirá un uso más sofisticado de los instrumentos dentro del ámbito de competencia del gobierno, como la política fiscal, la inversión pública y los mecanismos de fijación de precios para los diferentes bienes públicos.

Las inversiones del gobierno en el sector turístico deben centrarse en las motivaciones empresariales para la gestión sostenible como objetivos clave. Los incentivos deben ser compatibles con la protección medioambiental y la creación de valor agregado. Las tendencias del mercado y las ventajas competitivas tienen que reforzarse mutuamente. En este sentido, la coherencia entre políticas es una condición necesaria. Desde una perspectiva nacional, la política de turismo sostenible debe enfrentar las fallas del mercado (incluyendo las externalidades) de una manera consistente, para evitar la creación de distorsiones

adicionales a través de las intervenciones del gobierno. Al igual que los mercados, los gobiernos pueden fracasar. Las intervenciones que se seleccionen deberán promover una asignación más eficiente de los bienes y recursos que la que se produciría en ausencia de la intervención gubernamental. La política social debe abordar compensaciones y beneficios para los trabajadores, el acceso a mejores oportunidades, el desarrollo de los recursos humanos y las estrategias de integración en la cadena de valor. En el caso de las políticas de turismo sostenible, se necesita una mayor coherencia en términos de objetivos (localización de las inversiones, el desarrollo de áreas específicas para el destino, las inversiones de infraestructura nacional y local), administración (coordinación institucional, estudios de análisis de impacto) e incentivos (efectividad, costo-beneficio, y suficiencia) es necesario para mantener unas ventajas competitivas. Cuando sea posible, el uso de incentivos debería basarse en instrumentos de mercado en lugar de medidas de comando y control. Algunos tipos de fallas de mercado merecen una atención especial, en particular las que impiden el aprendizaje sobre cómo producir rentablemente con los nuevos negocios turísticos sustentables (externalidades de autoaprendizaje), impedir inversiones simultáneas e integradas que los mercados descentralizados no puedan coordinar (externalidades de coordinación), y omitir los insumos públicos (por ejemplo, la legislación, la acreditación, el transporte y otras tipo de infraestructura).

Condiciones favorables en las políticas fiscales y de inversión pública

1. En el caso del turismo, la intervención de política para sostenibilidad de la inversión en puede justificarse en la medida en que las condiciones que permitan promover el uso sostenible de los recursos naturales y, por lo tanto, crear externalidades positivas para la sociedad. Los usos alternativos menos productivos de los recursos naturales (es decir, la agricultura insostenible) o las posibles actividades que causen agotamiento (es decir, construcción de viviendas) podrían ser compensadas (por su costo de oportunidad) con los instrumentos de política que aumentan la rentabilidad de las empresas turísticas sostenibles y generan externalidades ambientales positivas. Se debe evitar el parasitismo (incumplimiento por las empresas) con un monitoreo del desempeño eficaz y un mecanismo de evaluación de impacto. Es preciso realizar evaluaciones periódicas y análisis de impacto de los incentivos turísticos, desde una perspectiva económica, social y ambiental.
2. Definir y comprometerse con inversiones gubernamentales esenciales en el entorno natural desempeña un papel central a la hora de determinar la dirección y la inversión del sector privado. Las inversiones gubernamentales en las áreas protegidas, los recursos culturales, el agua, la gestión de residuos,

el saneamiento, el transporte y las inversiones en infraestructura energética desempeñan un papel fundamental en las decisiones de inversión del sector privado hacia mejores resultados ambientales. Las inversiones en infraestructura pública relacionada con el turismo o las inversiones en los negocios turísticos privados deben estimar sus impactos sociales y ambientales, y adoptar medidas económicas para compensar y compensar los impactos inevitables.

3. Una tributación adecuada y las políticas de subsidios deben ser concebidas para incentivar la inversión en actividades de turismo sostenible y desincentivar el turismo insostenible. Se recurre a menudo al uso de los impuestos para mantener los desarrollos dentro de los límites (por ejemplo, los impuestos sobre el uso de recursos y servicios en los destinos) y controlar determinadas entradas y salidas (como servicios de descarga de agua residuales y de residuos).
4. Se pueden utilizar las concesiones fiscales y los subsidios para estimular la inversión verde en los destinos y las instalaciones. Los subsidios se pueden destinar a la compra de equipos o tecnología que reduce los residuos, fomenta la eficiencia energética y del agua, o para la conservación de la biodiversidad (los pagos por servicios ambientales) y el fortalecimiento de los vínculos con las empresas locales y las organizaciones comunitarias.
5. Establecer señales de precios transparentes para orientar la inversión y el consumo. El precio de bienes públicos como la producción y suministro de agua, la electricidad y la gestión de residuos envía señales importantes para el sector privado. Los gobiernos frecuentemente determinan los precios de estos bienes en niveles muy bajos (con frecuencia, incluso gratis) para fomentar la inversión; no obstante, los precios bajos promueven la generación de residuos, ocasiona un desagüe en las comunidades y hacen que sea muy costoso (económica y políticamente) elevar los precios.

4.4 Financiamiento de las inversiones en turismo verde

Las inversiones ambientales y sociales son relativamente nuevas, y se encuentran fuera de la tendencia principal de los mercados financieros (especialmente en los países en desarrollo). En muchos casos, las barreras están basadas en percepciones erróneas o falta de conocimientos. Por ejemplo, para muchas de las inversiones verdes no están claramente establecidos los períodos de amortización y las cantidades (debido a la limitada experiencia con ellos), creando incertidumbre para los bancos y otros inversionistas que pueden poner en peligro el financiamiento.

Conjuntamente, la rentabilidad de muchas de las inversiones verdes incluye componentes fácilmente mensurables (como el ahorro de energía), junto con componentes más difíciles de medir, como la satisfacción del cliente, que puede cambiar el cálculo de los retornos a la inversión.²²

En otros casos, las condiciones estructurales en los países de destino limitan la inversión. Por ejemplo, en muchos países, el aumento de las tasas de interés vuelve inviables ciertas inversiones en el escenario local, que serían perfectamente viables en países ricos. Otra situación frecuentemente citada es que muchos países en desarrollo clasifican las inversiones ambientales en los sistemas de regulación financiera como activos no productivos, lo que requiere que los bancos mantengan más reservas, resultando en mayores tasas de interés y menor inversión.

Condiciones favorables para el financiamiento

1. El único gran factor limitante para que las PYME realicen la transición hacia un turismo verde es la falta de acceso a capital para este tipo de inversiones. Las inversiones verdes deben considerarse como un valor agregado y ser realizadas por sus ventajas económicas y financieras. Esto va a exigir una mayor consciencia del sector privado en relación con el valor de la inversión verde, y también la coordinación política con los Ministerios de Finanzas y las autoridades regulatorias.
2. Los fondos regionales para el desarrollo turístico local podrían ayudar a superar las barreras financieras para las inversiones verdes cuando estas también generan beneficios públicos (externalidades positivas). La Inversión Extranjera Directa (IED), el capital privado, la inversión de cartera y otras posibles fuentes de financiamiento deben estar también alineadas con los proyectos y las estrategias sostenibles para el sector turístico. Ringbeck et al. (2010) sostienen que no todas las iniciativas verdes son financieramente viables para las partes locales o nacionales que las implementan, y los destinos no siempre son capaces de generar suficientes ingresos a través de sus propios recursos. Cuando existen limitaciones de recursos financieros locales, la obtención de financiamiento externo puede ayudar a garantizar la sostenibilidad a largo plazo de las inversiones.
3. Incorporar la sostenibilidad en las inversiones y el financiamiento para el desarrollo turístico. En este sentido, la red de Inversión y Financiamiento Sostenibles

²² Por ejemplo, Frey (2008) encontró en un estudio de empresas turísticas surafricanas que el 80 por ciento de los encuestados coinciden en que la gestión del turismo responsable aumenta la motivación y el rendimiento de los empleados, mejora la reputación de la empresa y es una eficaz herramienta de mercadotecnia. Sin embargo, las empresas no están invirtiendo suficiente tiempo o dinero para cambiar de las prácticas de gestión.

en el Turismo (SIFT, por sus siglas en inglés) está trabajando para integrar las expectativas de los inversionistas privados, el impulso de la comunidad financiera y de donantes, y las necesidades de los destinos en desarrollo. La Red SIFT tiene por objeto establecer un patrón común y voluntario para fomentar una mayor sostenibilidad de las inversiones turísticas por inversionistas públicos, privados y multilaterales; intensificar el financiamiento de proyectos de turismo sostenible; aumentar las inversiones sostenibles en el sector turístico; mejorar la capacidad para desarrollar los destinos, y provocar conocimientos únicos y alcanzar otros. Los esfuerzos de la red SIFT deben permear a las organizaciones financieras (contrapartes) regionales, nacionales y locales, y ayudar a integrar otras iniciativas mundiales de sostenibilidad financiera (por ejemplo, el PNUMA FI, Principios de Ecuador) para apoyar las inversiones verdes en el turismo.

4. Establecer enfoques de colaboración para distribuir los costos y riesgos del financiamiento de inversiones en turismo sostenible. Por ejemplo, en el caso de las PYME, además de tarifas flexibles y tasas de interés favorables para proyectos de sostenibilidad, tanto el apoyo en especie como técnico, y la asistencia en mercadotecnia o administración de empresas, podrían ayudar a compensar las necesidades de liquidez de las empresas, ofreciéndoles servicios a bajo costo. Además, los préstamos y garantías de préstamos pueden incluir períodos de carencia más favorables, suavizar los requisitos en materia de garantías de activos personales u ofrecer períodos más largos de amortización. Los préstamos para proyectos de turismo sostenible se podrían establecer con garantías de las agencias de ayuda y de las empresas privadas, disminuyendo el riesgo y las tasas de interés.

4.5 Inversión local

Como se mencionó anteriormente, el turismo sostenible crea oportunidades adicionales para aumentar la contribución de la economía local proveniente del turismo. Un aspecto que a menudo se pasa por alto respecto a estos vínculos es que también ofrecen oportunidades para aumentar inversión en comunidades locales. Las empresas formalizadas y capitalizadas en la cadena de valor del turismo mejoran las oportunidades económicas locales (a través del empleo, la contribución local y los efectos multiplicadores), al mismo tiempo que mejoran la competitividad local entre los turistas que demandan un mayor contenido local. Esta situación donde todos salen beneficiados es reconocida en la ST-EP de la iniciativa de la OMT. Cabe destacar que muchos de los

mecanismos específicos aumentan la inversión y mejoran los ingresos locales.

Esto promueve un mayor número y variedad de excursiones en un destino determinado, un fenómeno de 'compra local' en el sector de alimentos y bebidas, y el crecimiento de nichos especializados. Los esfuerzos de las empresas turísticas para incluir a las comunidades locales en la creación de valor, las iniciativas públicas y privadas de formación de los trabajadores locales, y el desarrollo de la infraestructura y las industrias de apoyo, crean nuevas condiciones para el desarrollo de negocios, propicia un crecimiento más equitativo y la disminución de fugas de capital. Estas empresas requieren de inversión, y pueden esperar importantes oportunidades de crecimiento en los destinos exitosos.

Condiciones favorables para aumentar la participación local

1. Fortalecer las cadenas de valor del turismo para respaldar inversiones de las PYME. El destino turístico suele ser lo suficientemente estable como para proporcionar las suficientes garantías para los inversionistas y banqueros. Los contratos a largo plazo para productos y servicios a hoteles u otros negocios relacionados crean las condiciones adecuadas y mecanismos sencillos para monitorear el desempeño.
2. Ampliar el uso de los mecanismos de préstamos solidarios para permitir a los grupos de proveedores locales acceder a créditos y acumular capital. Los préstamos solidarios (garantías aportadas por un grupo de pares) ha demostrado su eficacia en la pesca, la agricultura y la artesanía, siendo todas industrias de importancia fundamental para destinos turísticos sostenibles de éxito.
3. Mejorar el acceso a la banca de desarrollo de individuos y pequeñas empresas que no reúnen los requisitos para obtener crédito, o que están involucrados en la prestación de los servicios públicos (como la gestión de áreas protegidas, de guías turísticas, gestión de residuos, construcción de infraestructura, entre otros).
4. Establecer fondos semilla para permitir que nuevas industrias verdes se desarrollen en un ámbito local. Por ejemplo, los sistemas de colectores solares y fotovoltaicos se pueden importar como sistemas completos, o se pueden ensamblar localmente a partir de componentes importados. Este último promueve la inversión y la contribución económica locales. Además, permite la adaptación de las tecnologías que se ajusten mejor a las necesidades del turismo local.

5 Conclusiones

El turismo es una industria líder mundial, responsable de una proporción importante de la producción mundial, empleo, comercio e inversiones. En muchos países en desarrollo, es la fuente más importante de divisas y de IED. El crecimiento del turismo, la conservación del medio ambiente y el bienestar social pueden reforzarse mutuamente. Todas las formas de turismo pueden contribuir a la transición hacia una economía verde a través de inversiones orientadas hacia la eficiencia energética y del agua, la mitigación del cambio climático, la reducción de residuos, la conservación del patrimonio cultural y de la biodiversidad, y el fortalecimiento de los vínculos con las comunidades locales. Si los negocios turísticos se vuelven más sostenibles impulsarán el crecimiento de la industria, crearán más y mejores empleos, consolidarán mayores rendimientos de las inversiones, favorecerán el desarrollo local y contribuirán a la reducción de la pobreza, al mismo tiempo aumentarán la sensibilización y apoyarán la utilización sostenible de los recursos naturales.

Los potenciales costos económicos, sociales y ambientales de un escenario base (BAU) en la industria del turismo no siempre se consideran al evaluar el costo de las inversiones hacia la sostenibilidad. Preocupaciones como las inversiones necesarias y la disponibilidad de las fuentes de financiamiento son comunes al considerar medidas para lograr un turismo más sostenible. Sin embargo, la evidencia empírica muestra que la demanda del turismo de masas tradicional ha llegado a un estado de madurez, mientras que la demanda por formas más responsables de turismo está en auge y se prevé que sean los mercados turísticos de más rápido crecimiento en las próximas dos décadas. Las tendencias de mercado del turismo indican que los principales motores para la inversión en turismo sostenible tienen que ver con cambios en la demanda de los consumidores; medidas para reducir los costos de operación y aumentar la competitividad; políticas y regulaciones coherentes; los avances tecnológicos; la intensificación de los esfuerzos de responsabilidad social y ambiental y la conservación de los recursos naturales. Estos están liderando la transformación de la industria y determinando la rentabilidad de las inversiones.

En un escenario base (BAU) hasta 2050, el crecimiento del turismo implicará aumentos en el consumo de energía (111 por ciento), las emisiones de gases de efecto invernadero (105 por ciento), el consumo de agua (150 por ciento), y la eliminación de desechos sólidos (252 por ciento). Por otro lado, bajo un escenario de inver-

sión verde (en eficiencia energética y del agua, mitigación de las emisiones y gestión de residuos sólidos) de 248,000 millones de dólares (es decir, el 0.2 por ciento del PIB total), el sector del turismo puede crecer sostenidamente en las próximas décadas (superando el escenario BAU en un siete por ciento en términos del PIB sectorial), además de ahorrar cantidades significativas de recursos y aumentando su sostenibilidad. Se espera que el escenario de inversión verde tenga un mejor desempeño que escenario base correspondiente por un 18 por ciento en el consumo de agua, 44 por ciento de la oferta y demanda de energía, 52 por ciento de las emisiones de CO₂. Esto dará lugar a potenciales costos evitados que se podrán reinvertir en actividades locales social y ambientalmente responsables, tales como el transporte local y las capacidades del personal y habilidades, aumentando así los efectos indirectos e inducidos del gasto turístico en el desarrollo local. En particular, los gastos hechos por los visitantes extranjeros provenientes de regiones más ricas en los países en vías de desarrollo contribuyen a crear empleo y oportunidades necesarias para el desarrollo, y la reducción de las desigualdades económicas y la pobreza, a través del efecto multiplicador y la reducción de las fugas.

El turismo puede tener impactos positivos o negativos dependiendo de cómo se planifica, desarrolla y gestiona. Son necesarias varias condiciones favorables para transformar el turismo, para que contribuya al desarrollo social y económico dentro de las capacidades de carga de los ecosistemas.

Para promover el turismo sostenible en una economía verde, la economía nacional, regional y local debe ofrecer un buen clima de inversión, presentando seguridad y estabilidad, regulación, impuestos, finanzas, infraestructura y mano de obra. Las partes interesadas en el sector del turismo deben colaborar y compartir el conocimiento y las herramientas para entender el panorama general de los impactos ambientales y socioculturales de la actividad turística en los destinos. Asimismo, existe la necesidad de coherencia política, que puede incluir instrumentos económicos y de política fiscal para recompensar las inversiones y prácticas sostenibles y disuadir las externalidades de costo más elevado asociadas con la expansión del turismo no controlado. En el caso del turismo, las autoridades gubernamentales y privadas del sector deben coordinarse con los ministerios responsables del medio ambiente, energía, agricultura, transporte, salud, finanzas, seguridad y otras áreas pertinentes, así como con los gobiernos locales.

Al dirigir el rumbo de la política y la vanguardia de los esfuerzos de sostenibilidad, las autoridades gubernamentales pueden motivar e influir en otros actores públicos y privados para que adopten un comportamiento que refuerce la sostenibilidad de un destino. Es necesario que las iniciativas de promoción del turismo y de mercadotecnia enfatizan la sostenibilidad como una opción primaria. Los esfuerzos de comercialización deben garantizar (especialmente en los países en vías de desarrollo) el acceso a los mercados nacionales e internacionales de los proveedores turísticos sostenibles locales, pequeños, medianos, basados en las comunidades, entre otros, para crear oportunidades de desarrollo local. Como la industria del turismo está dominada por las PYME, también es esencial facilitar su acceso a herramientas de soporte orientadas a la industria, información, conocimientos, así como al capital. Se deben considerar las alianzas para bajar los costos y riesgos del financiamiento de inversiones en turismo sostenible y del apoyo en especie para las PYME con el fin de facilitar transición hacia el turismo verde.

La planificación e implementación de un *entorno favorable* para un turismo sostenible debe basarse en un análisis formal y bien documentado. Los formuladores de políticas deben establecer líneas de base y metas mensurables con respecto a los resultados, a corto, mediano y largo plazo, de la promoción y de la campaña de mercadotecnia del turismo sostenible. Es importante observar que el éxito de los destinos turísticos debe ser evaluado no solo en términos de llegadas, sino también en términos de motores económicos, sociales y ambientales más amplios, así como sus impactos. La formulación de políticas de turismo sostenible debe basarse en análisis cuantitativos sólidos. Los ejercicios de valoración (tales como los experimentos de elección) pueden ayudar a identificar oportunidades para el desarrollo del turismo sostenible por el lado de la demanda. Herramientas tales como los modelos de

equilibrio general e insumo-producto, las encuestas empresariales, y las Cuentas Satélite de Turismo (CST) pueden apoyar el diseño de políticas y de estrategias de negocio. La adopción de normas y criterios internacionales (por ejemplo, GSTC) a escala global es muy recomendable para evaluar los resultados comparables y unificar un acuerdo sobre los aspectos prácticos del turismo sostenible que permitan priorizar las inversiones del sector privado. Además, la creciente adopción de normas de gestión de desempeño ambiental y laboral sería de gran ayuda para los operadores turísticos en el fortalecimiento de su capacidad de gestión interna para reducir los impactos ambientales, proteger a sus trabajadores y mejorar su capacidad de relacionarse con los actores locales.

Los efectos del turismo pueden variar enormemente entre los destinos. Son necesarios más estudios cuantitativos para entender claramente las razones de estas variaciones, y ampliar la evidencia empírica a escala nacional y subnacional sobre el empleo y el turismo local, la contratación a través de las cadenas de suministro locales, la reducción de la pobreza, los beneficios medioambientales y otras áreas relevantes. El turismo interno (en muchos países la fuente más importante de ingresos del turismo) se debe analizar con más detalle. El desempeño general de las empresas y los determinantes de mayor retorno a la inversión de las inversiones verdes son las principales variables a estudiar.

En este capítulo se analizan las principales variables que influyen en el desarrollo del turismo y se busca demostrar que las políticas concertadas verdes pueden dirigir el crecimiento del sector hacia un camino más sustentable, generando beneficios económicos y, a la vez, reforzando su contexto social y ambiental. Las conclusiones y recomendaciones se dirigen a todas las partes interesadas en el sector del turismo.

Anexo 1: La dimensión económica del sector

País	Consumo turístico doméstico/ consumo turístico total (%)*	Producto Interno Bruto del turismo/ PIB (%)*	Trabajos en industrias turísticas/trabajos totales (%)*	Inversión turística/ inversión total (%)**
Australia	73.9	4.1	4.8	12.5
Chile	75.0	3.1	2.6	7.5
China	90.8	4.2	2.3	8.5
República Checa	45.3	3.0	3.3	11.0
Ecuador	69.4	4.1	1.8	12.4
Honduras	54.5	5.7	5.3	8.4
Israel	61.0	1.8	2.6	7.6
Japón	93.5	1.9	2.8	5.8
Letonia	51.4	1.9	9.0	7.4
Lituania	56.4	2.6	2.6	9.8
Países Bajos	80.8	3.0	4.3	7.3
Nueva Zelandia	56.2	12.0	9.7	15.0
Perú	74.4	3.3	3.1	9.9
Filipinas	80.7	6.9	9.7	11.3
Polonia	41.0	2.0	4.8	7.1
Rumanía	47.7	2.2	8.3	7.3
Arabia Saudita	61.5	5.0	3.9	3.9
Eslovaquia	44.1	2.9	7.3	11.4
Eslovenia	43.0	4.9	11.5	12.0
España	42.3	10.9	11.8	13.8

* Estimado con datos de los países de las CST para el último año disponible (principalmente 2007). ** Valores de 2009.

Tabla A1-1: Importancia económica del turismo en países seleccionados

Fuente: Cálculos del autor con base en información de la OMT (UNWTO, 2010c) y WTTC (2010)

Anexo 2: Estímulos y posibles consecuencias de la inversión en áreas estratégicas del turismo sostenible

Área estratégica	Detonantes de la sostenibilidad	Consecuencias posibles
Energía	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de los costos de la energía ▪ Posible sobreprecio al carbono (<i>carbon surcharges</i>) ▪ Expectativas de los clientes (especialmente de Europa y América del Norte) motivando a los operadores y a toda la cadena de suministro ▪ La disponibilidad de tecnologías bajas en carbono ▪ Posibles incentivos gubernamentales ▪ Los costos decrecientes de las tecnologías de energías renovables ▪ Ecoetiquetas y/o normas voluntarias ▪ Regulaciones/legislaciones sobre la eficiencia energética y el desempeño de los edificios 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener o reducir los costos operativos para los operadores turísticos a través de la eficiencia energética ▪ Mayor satisfacción del cliente ▪ Inversión en eficiencia energética (modernizaciones, mejoras) ▪ Nueva inversión energéticamente eficiente en acciones ▪ Inversión en funciones energéticas y servicios de más eficientes (tales como la refrigeración eficiente, televisión y sistemas de video, aire acondicionado y calefacción, y lavandería) ▪ Diferenciación de los operadores y sus cadenas de valor ▪ Desplazamiento modesto hacia el turismo de corto alcance frente al de largo alcance, aumentando los costos de energía (compensando al grado que la eficiencia aumenta)
Cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los costos de las emisiones de GEI (impulsadas por las regulaciones post-Kioto) ▪ La preocupación de los clientes sobre la huella de carbono ▪ Las prioridades y políticas de los gobiernos anfitriones (mitigación del cambio climático y energía) ▪ Adopción de la responsabilidad social empresarial (RSE) ▪ Impacto del cambio climático en los sitios turísticos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Igual que para la eficiencia energética ▪ Aumento de la sustitución de combustibles para electricidad, en particular una mayor inversión en colectores solares pasivos, energía fotovoltaica y combustibles alternativos para vehículos ▪ Aumento del número de promotores de proyectos con estrategias empresariales orientadas hacia una menor huella de carbono ▪ Las expectativas de una base más amplia de actores ▪ La demanda de bonos de carbono y otros mecanismos para compensar las emisiones residuales
Agua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escasez de agua ▪ Precio del agua y conflictos ▪ Expectativas de los viajeros sobre el manejo responsable del agua ▪ Expectativas de los grandes operadores turísticos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción de los costos del agua producto de la eficiencia interna del sector ▪ Inversiones en tecnología ahorradora de agua en habitaciones, instalaciones (tales como lavandería y piscinas) y atracciones (como campos de golf, jardines y atracciones intensivas en agua) ▪ Aumento del número de habitaciones/visitantes en destinos con restricciones de agua ▪ Ligera ventaja de destinos con los suministros de agua más abundantes en cuanto a variedad de actividades y el costo de los recursos hídricos ▪ Mayor uso de sistemas de tratamiento de agua a nivel de empresa/proyecto y destino
Residuos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demanda del cliente por un destino limpio ▪ Opinión pública ▪ Degradación de recursos hídricos debido a los vertidos aguas residuales y residuos ▪ Presión de los grandes operadores turísticos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menor contaminación y recursos naturales ▪ Mejora en la gestión de residuos sólidos ▪ Reducción de los vertederos de desechos a cielo abierto y los rellenos sanitarios mal manejados. ▪ Inversiones en equipos de manejo de aguas residuales, tratamiento y desinfección. ▪ Inversión en rellenos sanitarios y la capacidad de reciclaje de residuos sólidos ▪ Reducción de las cuotas de limpieza y alcantarillado

Área estratégica	Detonantes de la sostenibilidad	Consecuencias posibles
Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de las preferencias turísticas por experiencias que involucren el contacto con la fauna y los ecosistemas prístinos (casi vírgenes) ▪ Las expectativas de los clientes de que los operadores protejan la base de hrecursos naturales ▪ Las regulaciones gubernamentales con respecto a los ecosistemas sensibles, como arrecifes de coral, humedales costeros y bosques ▪ Las políticas nacionales para atraer recursos a través del turismo capaz de proteger el hábitat biológico crítico ▪ El potencial de los servicios de los ecosistemas para la generación de ingresos de turismo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es probable que la demanda por turismo de naturaleza se acelere conforme las áreas prístinas se vuelvan más difíciles de encontrar. ▪ El aumento en el número de políticas y prácticas para proteger de forma más eficiente los ecosistemas sensibles relacionadas con el turismo convencional ▪ Mejoras en el diseño de los proyectos individuales y de destinos que incorporen la conservación de la biodiversidad <i>in situ</i>, y a través de los mecanismos de compensación ▪ Aumento de la incorporación de las áreas naturales en el desarrollo del turismo y una mayor transferencia de beneficios hacia las áreas naturales a través de las cuotas de entrada y los esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA)
Patrimonio cultural	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La preferencia de los turistas por experiencias que involucren el contacto con paisajes culturales auténticos ▪ Las expectativas de los clientes de que los operadores turísticos respeten y protejan la cultura tradicional ▪ Aumento de la conciencia de los Patrimonios de la Humanidad ▪ Reconocimiento y aprecio por la diversidad cultural 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Respeto y reconocimiento de la cultura tradicional, en particular en el contexto de asimilación en una cultura dominante. Ayuda a los miembros de la comunidad a validar su cultura, especialmente cuando las influencias externas de la vida moderna motivan a los jóvenes a desasociarse de la vida y prácticas tradicionales ▪ La conservación de las tierras y recursos naturales tradicionales de los que la cultura ha dependido tradicionalmente ▪ Ayuda para reducir la pobreza en un grupo comunitario o cultural. Mayores oportunidades para los jóvenes a permanecer en la comunidad en lugar de buscar otras oportunidades en las ciudades y pueblos. Satisfacer las necesidades de los grupos culturales, tales como el cuidado de la salud, el acceso al agua potable, la educación, el empleo y los ingresos ▪ Reduce el riesgo de perder atributos culturales únicos
Vínculos con la economía local	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La demanda por un mayor contacto con las comunidades locales ▪ Mayor número y variedad de excursiones en un destino determinado ▪ Movimiento "a favor del consumo local" en el sector de alimentos y bebidas ▪ La mayor aceptación de la RSC ▪ Iniciativas públicas y privadas de formación de los trabajadores locales ▪ Crecimiento de nichos especializados (ecoturismo, turismo rural, turismo de aventura, pesca deportiva, el agroturismo y el turismo basado en la comunidad) ▪ Desarrollo de la infraestructura y apoyo a la industria 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esfuerzos concertados de las autoridades de turismo, autoridades locales y organizaciones de la sociedad civil para aumentar el contenido local ▪ Respuestas de los operadores turísticos y el creciente uso de indicadores para dar seguimiento a la contribución local (que alimentan las cuentas satélites de turismo) ▪ Profundización de la cadena de suministro en la economía local, generando mayor empleo indirecto ▪ Aumento del gasto en la economía local por los efectos de ingreso en consumo y las compras de los empleados directos e indirectos ▪ Mejora de la distribución del ingreso entre las partes interesadas de la industria ▪ Disminución de fugas (las importaciones de bienes intermedios y trabajadores extranjeros)

Tabla A2-1: Detonantes y consecuencias posibles de la inversión en áreas estratégicas del turismo sostenible

Fuente: Compilación del autor

Anexo 3: Supuestos del modelo

1. Gestión de la energía en el turismo:

El 25 por ciento de la inversión verde en el sector turístico (en promedio, de 61,000 millones de dólares por año) se asigna para reducir la demanda de energía a través de mejoras en la eficiencia y el aumento del suministro de energía renovable, en el periodo 2011-2050.

Reducción de las emisiones derivadas del uso de la energía: emisiones procedentes de las actividades turísticas se reducen en el escenario verde a través de mejoras en la eficiencia de la electricidad y el consumo de combustible, y cambios de comportamiento en cuanto a la realización de menos viajes y estancias más largas, viajes a lugares más cercanos y cambios en los medios de transporte (de la aviación y los automóviles privados al transporte más limpio, como el tren y el ferrocarril eléctrico) en el sector. Esta inversión asciende a 18,000 millones de dólares al año, en promedio, durante los próximos cuarenta años, o el 29 por ciento de la inversión verde en energía del sector del turismo en el escenario de inversión verde (G2). Se asumen las mismas tasas de aumento de la eficiencia y los cambios modales como los que se asumen en los sectores GER, mientras que bajo el supuesto incremento de la estancia (un 0.5 por ciento anual) y la reducción de los viajes (para retener total de pernoctaciones) se basa en los escenarios presentados por la OMT y el PNUMA (UNWTO & UNEP, 2008). La inversión se estima mediante el uso de los costos de abatimiento de CO₂ incluidos en la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2009). En concreto, para el transporte turístico:

■ Se supone que la duración de la estancia aumentará en un 0.5 por ciento al año (en promedio, 3.7 días en 2050) en lugar de una disminución del 0.5 por ciento anual (2.5 días en 2050) en el escenario base (BAU), de acuerdo con los escenarios de la OMT y el PNUMA (2008). Para ser consistentes con las pernoctaciones totales, previstas en otros escenarios, las llegadas turísticas en el escenario de inversión verde se reducen. De esta manera estos cambios en el comportamiento de los viajeros resultan en menos viajes pero más largos, sin afectar el número total de pernoctaciones. Además, el supuesto de la AIE de reducción de viajes es un buen ajuste como el objetivo del turismo verde (viajes cortos y estancias más largas).

■ Con respecto al cambio en el medio de transporte y la eficiencia energética en el escenario verde, se utilizan los mismos supuestos para el turismo que en el sector de transporte del GER, para asegurar la coherencia entre los sectores. De acuerdo con los informes de la AIE, se

supone que para el 2050 en el escenario verde, el 25 por ciento de los viajes en coche y en transporte aéreo se sustituirán por viajes en autobús o tren. La razón de eficiencia energética del transporte en el escenario de inversión verde (60 por ciento) se basa en el monto de la inversión verde y los costos unitarios de reducción de la AIE.

■ La producción de energía renovable: entre 2010 y 2050 se asignan inversiones adicionales del 71 por ciento de la inversión verde en energía en el sector turismo (43,000 millones de dólares en promedio al año) para la introducción y expansión de la generación de energía renovable y la producción de biocombustibles. Las estimaciones de costos se obtienen de la AIE (IEA, 2009).

2. Gestión del agua en el turismo:

El 0.1 por ciento de la inversión verde del sector del turismo (en promedio 240 millones de dólares al año) se asigna, en el periodo 2011-2050, tanto a la reducción de la demanda mediante mejoras en la eficiencia como para el aumento de suministro de agua²³:

Mejora en la eficiencia del agua: se supone que el monto de la inversión en la mejora de la eficiencia hídrica, destinada a reducir la demanda de agua del sector turístico, es de 160 millones de dólares al año en promedio (o el 65 por ciento de la inversión en el manejo del agua en el sector del turismo) a lo largo de un período de 40 años. El costo unitario se supone que es 0.28 dólares/m³.

El abastecimiento de agua: la inversión en agua restante (35 por ciento) del sector del turismo (en promedio, 860 millones por año entre 2010 y 2050) tiene como objetivo aumentar el suministro de agua a través de la desalinización y de las fuentes convencionales de agua:

■ Desalinización: durante el período de 40 años se invertirá en la desalinización del agua el 30 por ciento de las inversiones en suministro de agua (26 millones de dólares por año, en promedio). El costo de suministrar la desalinización del agua se fija en 1.1 dólares/m³.

■ El manejo convencional de la oferta de agua: se asigna el 70 por ciento del total de inversión en suministro de agua (seis millones de dólares al año, en promedio)

23 El bajo nivel de inversión destinado al agua en el sector turismo se debe a la cantidad relativamente pequeña del consumo de agua en el turismo respecto al total de todos los sectores, ya que se utilizan los mismos costos unitarios y el porcentaje de mejora para todos los usuarios del agua.

a las medidas convencionales de manejo de la oferta de agua; incluye el tratamiento de aguas residuales, el almacenamiento en presas, y el suministro de agua superficial y subterránea. El costo unitario para aumentar la oferta de agua convencional se fijó en 0.11 dólares/m³.

3. Gestión de residuos:

El 13 por ciento de la inversión del sector turístico verde (en promedio, 32,000 millones de dólares al año) se asigna entre 2011 y 2050 para el tratamiento de residuos en su fase inicial (almacenamiento) y final (reutilización):

■ **Reutilización de los residuos:** el ocho por ciento de la inversión en residuos del turismo se invierte en su reciclaje y recuperación, con un total de 2,400 millones de dólares al año, en promedio, durante los próximos 40 años bajo un escenario de inversión verde. Se supone que los costos unitarios de reciclaje y compostaje son de 138 y 44.85 dólares por tonelada, respectivamente.

■ **Recolección de residuos:** el restante 92 por ciento de la inversión verde en la gestión de residuos en el sector del turismo está destinado a mejorar la tasa de recogida de residuos, con un total en promedio 30,000 millones de dólares por año durante los próximos 40 años bajo el escenario de inversión verde. El costo en la fase inicial de tratamiento de residuos supone un aumento de 1,083 dólares por tonelada en 1970 a 1,695.5 en 2050.

4. Capacitación de los empleados:

Este epígrafe conforma el 12 por ciento de la inversión turística en el escenario de inversión verde o 31,000 millones de dólares anuales, en promedio, entre 2011 y 2050. Se supone que el costo de capacitación por em-

pleado será de 117 dólares por 120 horas, suponiendo que todos los empleados nuevos serán capacitados por un año en total durante toda su carrera (junto con el supuesto de que el mayor número posible sería mano de obra local). En general, se supone que el costo total acumulado de capacitación de un empleado puede llegar a los 2,854 dólares. Una variedad de escenarios fueron simulados para estudiar y evaluar el impacto de la variación en el costo anual de formación por empleado, en el rango de entre el 30 por ciento por debajo y por encima del costo asumido (o de 1,998 a 3,711 dólares), aproximadamente.

5. Conservación de la biodiversidad:

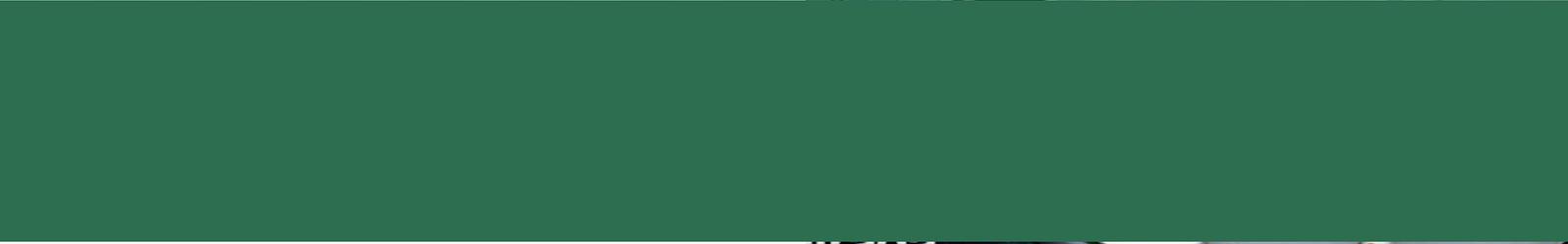
El 50 por ciento de la inversión turística, unos 123,000 millones de dólares anuales entre de promedio entre 2011 y 2050. Se simulan tres escenarios atendiendo a diferentes costos de conservación de la biodiversidad. Estos son: (a) 119 dólares por hectárea, asumiendo la conservación del bosque solamente (usando el costo promedio ofrecido por FONAFIFO²⁴); (b) 451 dólares por hectárea, asumiendo la posibilidad de efectuar la silvicultura y la agricultura en esas tierras (según la experiencia de Costa Rica, del capítulo de 'Bosques'); (c) 1,380 dólares por hectárea suponiendo que se puede crear vivienda y otras oportunidades de negocio relacionadas, basado en lo que se ofrece por parte del Fondo Amazonía para la Inversión en Carbono y Biodiversidad (ACIF, por sus siglas en inglés).

²⁴ Fondo Amazonía para la Inversión en Carbono y Biodiversidad (ACIF) ofrece entre 276 dólares y 3,450 dólares por hectárea; sin embargo, se trata de un caso muy específico de 100 000 ha (3,450 dólares/ha parece ser alto como media). Consecuentemente, 1,380 dólares/ha es usado como valor máximo del costo de conservación en este análisis.

Referencias

- Adamson, M. (2001). *El uso del Método de Valoración Contingente para estimar precios de las "amenities" provistas por el Parque Nacional Manuel Antonio*. (Serie Documentos de Trabajo, N° 208). Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas, Universidad de Costa Rica.
- Ashley, C. H., Goodwin, D., McNab, S. M., & Chaves, L. (2006). *Making tourism count for the local economy in the Caribbean: Guidelines for good practice*. Pro-Poor Tourism Partnership and the Caribbean Tourism Organization.
- Becken, S., & Hay, J. (2007). *Tourism and climate change: Risks and opportunities*. Cleveland: Channel View Publications.
- Becken, S., Simmons, D., & Frampton, C. (2003). Segmenting tourists by their travel pattern for insights into achieving energy efficiency. *Journal of Travel Research*, 42(1), 48-56.
- Bien, A. et al. (2008). *Sustainable tourism baseline criteria report (2007): Global sustainable tourism criteria*. (Version 5.0, September 25, 2008). Retrieved from <http://www.SustainableTourismCriteria.org>
- Bishop, J., Kapila, S., Hicks, F., Mitchell, P., & Vorhies, F. (2008). *Building biodiversity business*. London, UK: Shell International.
- Brenes, W., Martorell, R., & Venegas, J. (2007). *Calidad de vida en las familias y comunidades con proyectos de desarrollo turístico: Un estudio de caso en dos tipos "modelos" de turismo: Tamarindo de Santa Cruz y La Fortuna de San Carlos*. San José: Estado de la Nación en Desarrollo Sostenible.
- By, R., & Dale, C. (2008). The successful management of organisational change in tourism SMEs: Initial findings in UK visitor attractions. *The International Journal of Tourism Research*, 10(4).
- CalRecovery & UNEP. (2005). *Solid waste management*. United Nations Environment Programme.
- Center on Ecotourism and Sustainable Development (CESD) & International Ecotourism Society (TIES). (2005). *Consumer demand and operator support for socially and environmentally responsible tourism*. (CESD/TIES Working Paper No. 104, April 2005).
- Chang, W. (2001). *Variations in multipliers and related economic ratios for recreation and tourism impact analysis*. (Unpublished Dissertation). Michigan State University, Department of Parks, Recreation and Tourism Resources.
- Cooper, C., Fletcher, J., Fyall, A., Gilbert, D., & Wanhill, S. (2008). *Tourism: Principles and practice*. (4th ed.). Essex: Pearson Education.
- Dalem, A. A. G. R. (2002). Ecotourism in Indonesia. In *Linking green productivity to ecotourism: Experiences in the Asia Pacific Region*. (pp. 92-94). Tokyo: Asian Productivity Organization.
- Driml, S., Robinson, J., Tkaczynski, A., & Dwyer, L. (2010). *Tourism investment in Australia: A scoping study*. Queensland: Sustainable Tourism Cooperative Research Centre.
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC/CEPAL). (2007). *Turismo y condiciones sociales en Centroamérica: Las experiencias en Costa Rica y Nicaragua*. Available in www.eclac.cl/publicaciones/xml/4/28854/L779.pdf
- Equator Initiative. (n.d.). Retrieved November 27, 2010, from <http://www.equatorinitiative.org>
- Fortuny, M., Soler, R., Cánovas, C., & Sánchez, A. (2008). Technical approach for a sustainable tourism development: Case study in the Balearic Islands. *Journal of Cleaner Production*, 16, 860-869.
- FutureBrand. (2008). *Country brand index 2008: Insights, findings and country rankings*. FutureBrand.
- GEF. (2009). *GEF Annual Report 2009*. Global Environment Facility.
- GEF. (2010). *Behind the numbers: A closer look at GEF achievements*. Global Environment Facility.
- GHK. (2007). *Links between the environment, economy and jobs*. London: GHK.
- Gössling, S. (2005). Tourism's contribution to global environmental change: space, energy, disease and water. In C. M. Hall & J. Higham (Eds.), *Tourism recreation and climate change: International perspectives*. Clevedon: Channel View Publications.
- Gössling, S. (2010). Background Report (Water) prepared for the tourism chapter of the UNEP Green Economy Report.
- Gössling, S., & Hall, C. M. (Eds.). (2006). *Tourism and global environmental change: Ecological, social and political interrelationships*. London: Routledge.
- Hagler Bailly, Inc. (1998). *Assessment of voluntary international environmental certification programs*. (Report prepared for Jamaican Hotel and Tourist Association). Arlington, VA: Halger Bailly.
- Hall, C.M., & Coles, T. (2008). Introduction: Tourism and international business. In T. Coles and C. M. Hall (Eds.), *International business and tourism: Global issues, contemporary interactions*. (pp. 1-25). London: Routledge.
- Hamele, H., & Eckhardt, S. (2006). *Environmental initiatives by European tourism businesses: Instruments, indicators and practical examples: A contribution to the development of sustainable tourism in Europe*. Saarbrücken: SUTOUR.
- Hernández, R. (2004). Impacto económico del turismo: El papel de las importaciones como fugas del modelo. *Sector Exterior Español*, 817.
- Hiltunen, M. J. (2007). Environmental impacts of rural second home tourism: Case Lake District in Finland. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 7(3), 243-265.
- Honey, M., Vargas, E., & Durham, W. H. (2010). Impact of tourism related development on the Pacific Coast of Costa Rica. Center for Responsible Travel. Retrieved from <http://www.responsibletravel.org>
- IEA. (2009). *World energy outlook (2009)*. Paris: OECD/IEA.
- ILO. (2008). *Guide for social dialogue in the tourism industry: Sectoral Activities Programme*. (Working Paper 265, prepared by Dain Bolwell and Wolfgang Weinz).
- ILO. (2010a). *Reducing poverty through tourism: Sectoral Activities Programme*. (Working Paper 266, prepared by Dain Bolwell and Wolfgang Weinz).
- ILO. (2010b). *Developments and challenges in the hospitality and tourism sector: Sectoral Activities Programme*. (Issues paper for discussion at the Global Dialogue Forum for the Hotels, Catering, Tourism Sector. November 23-24, 2010).
- Inman, C., Segura, G., Ranjeva, J., Mesa, N., & Prado, A. (2002). *Destination: Central America: A conceptual framework for regional tourism development*. Latin American Center for Competitiveness and Sustainable Development (CLACDS). (Working Paper, CEN 607).
- Ivanovic, S., Katic, A., & Mikinac, K. (2010). Cluster as a model of sustainable competitiveness of small and medium entrepreneurship in the tourist market. *UTMS Journal of Economics*, 1(2), 45-54.
- Kyriakidou, O., & Gore, J. (2005). Learning by example: Benchmarking organizational culture in hospitality, tourism and leisure SMEs. *Benchmarking*, 12(3), 192-206.
- Klytchnikova, I. & Dorosh, P. (2009). How tourism can (and does) benefit the poor and the environment: A case study from Panama. In *En Breve*, 146.
- Lejárraga, I., & Walkenhorst, P. (2010). On linkages and leakages: Measuring the secondary effects of tourism. *Applied Economics Letters*, 17(5), 417-421.
- Mill, R., & Morrison, A. (2006). *The Tourism System*. (5th ed.). Kendall/Hunt.
- Mitchell, J., & Ashley, C. (2007). *Can tourism offer pro-poor pathways to prosperity? Examining evidence on the impact of tourism on poverty*. (Briefing Paper 22). Overseas Development Institute.
- Mitchell, N., Rössler, M., & Tricaud, P. (2009). *World heritage cultural landscapes. A handbook for conservation and management*. (World Heritage Papers 26). UNESCO.
- Moreno, M., Salas, F., Otoyá, M., González, S., Cordero, D., & Mora, C. (2010). *Análisis de las contribuciones de los parques nacionales y reservas biológicas al desarrollo socioeconómico de Costa Rica 2009*. Costa Rica: Heredia.
- Naidoo, R., & Adamowickz, W. (2005) Biodiversity and nature-based tourism at forest reserves in Uganda. *Environment and Development Economics*, 10, 159-178.
- Nellemann, C., & Corcoran, E. (Eds.). (2010). *Dead planet, living planet: Biodiversity and ecosystem restoration for sustainable development: A rapid response assessment*. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. Retrieved from <http://www.grida.no>
- Newell, G., & Seabrook, S. (2006). Factors influencing hotel investment decision making. *Journal of Property Investment and Finance*, 24(4), 279-294.

- Newsom, D., & Sierra, C. (2008). *Impacts of sustainable tourism best management practices in Sarapiquí, Costa Rica*. Rainforest Alliance.
- OECD. (2000). *Measuring the role of tourism in OECD economies: The OECD manual on tourism satellite accounts and employment*. Paris.
- OECD. (2010). *OECD Tourism Trends and Policies 2010*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- Pan African Research & Investment Services (PAIRS). (2010). *A Framework/Model to Benchmark Tourism GDP in South Africa: What is the role of tourism in the economy and what drives tourism in South Africa?* PAIRS.
- Peeters, P., Gössling, S., & Scott, A. (2010). *Background Report: Tourism patterns and associated energy consumption*. (Prepared for the tourism chapter of the UNEP Green Economy Report).
- Pollock, A. (2007). *The Climate Change Challenge. Implications for the Tourism Industry*. The Icarus Foundation.
- Pratt, L., & Rivera, L. (2004). Perspectivas sobre la competitividad del turismo costarricense. *Revista Fragua*, N° 1, 2004.
- Rainforest Alliance. (2009). *Análisis del impacto económico de las empresas de turismo sostenible en las comunidades locales: Caso Granada, Nicaragua*. Proyecto Alianza Internacional para el Mercadeo y Comercialización de Productos y Servicios de Turismo Sostenible.
- Rainforest Alliance. (2010). *Buenas prácticas de manejo en las empresas turísticas: Sus beneficios e implicaciones*. San José: Sustainable Tourism Program.
- Rheem, C. (2009). *Going green: The business impact of environmental awareness on travel*. PhoCusWright Inc.
- Ringbeck, J., El-Adawi, A., & Gautam, A. (2010). *Green tourism: A road map for transformation*. Booz & Company.
- Rojas, L. (2009). *Evolución e importancia del turismo en Costa Rica*. San José: Estado de la Nación en Desarrollo Sostenible.
- Scott, D., Peeters, P., & Gössling, S. (2010). Can tourism 'seal the deal' of its mitigation commitments? The challenge of achieving 'aspirational' emission reduction targets. *Journal of Sustainable Tourism*, 18(2).
- Sindiga, I. (1995). Wildlife-based tourism in Kenya: Land use conflicts and government compensation policies over protected areas. *The Journal of Tourism Studies*, 6(2).
- Six Senses. (2009). *Carbon inventory report. Evason Phuket 2008-2009*. Bangkok, Thailand: Six Senses Resorts & Spas.
- SNV. (2009). *The market for responsible tourism products in Latin America and Nepal*. SNV Netherlands Development Organisation.
- Spenceley, A. (2004). *Tourism certification in Africa: Marketing, incentives and monitoring*. The International Ecotourism Society.
- Steck, B., Wood, K., & Bishop, J. (2010). *Tourism, more value for Zanzibar: Value chain analysis*. SNV.
- TEEB. (2010). *The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations*. Edited by Kumar, P. London: Earthscan.
- Toth, B., Russillo, A., Crabtree, A., & Bien, A. (2006). *Implementing monitoring and evaluation systems for impact: A guide for tourism certifiers and their clients*. TIES. Retrieved from <http://www.ecotourism.org>
- Tourism Concern. (2009). *Internal trip report: India and Sri Lanka*. Tourism Concern (2010). *Personal communication*.
- Travel to South Africa. (n.d.). *Nature-based tourism*. Retrieved November 28, 2010, from <http://www.satour.co.za/more/articles/naturebasedtourism.html>
- TPRG. (2009). *The application of value chain analysis to measure economic benefits at Tanjung Piai, Pontian, and Johor*. Tourism Planning Research Group.
- UNCTAD. (2009). *World Investment Report 2009*. New York: Transnational Corporations, Agricultural Production and Development.
- UNCTAD. (2010). *The contribution of tourism to trade and development*. (Note by the UNCTAD secretariat. TD/B/C.I/8).
- UNEP. (2003). *A manual for water and waste management: What the tourism industry can do to improve its performance*. Paris: United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2008). *Building Nepal's private sector capacity for sustainable tourism operations: A collection of best practices and resulting business benefits*. Paris: United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2010). *Are you a green leader? Business and biodiversity: making the case for a lasting solution*. Paris: United Nations Environment Programme.
- UNEP, & UNDP. (2001). *Integrating biodiversity into the tourism sector: A guide to best practice*. (Prepared for the Biodiversity Planning Support Programme, BPSP).
- UNEP & UNWTO. (2005). *Making tourism more sustainable. A Guide for policy makers*. United Nations Environment Programme.
- UNWTO. (2001). *Tourism 2020 vision*. Madrid: World Tourism Organization.
- UNWTO. (2004a). *Indicators of sustainable development for tourism destinations. A guidebook*. Madrid: World Tourism Organization.
- UNWTO. (2004b). *Tourism and poverty alleviation: Recommendations for action*. Madrid: World Tourism Organization.
- UNWTO. (2010a). *Tourism and the Millennium Development Goals*. Madrid: World Tourism Organization.
- UNWTO. (2010b). *UNWTO World Tourism Barometer*, 8(2), June.
- UNWTO. (2010c). *TSA data around the world: Worldwide summary*. Madrid: World Tourism Organization, Statistics and TSA Programme.
- UNWTO. (2010d). *Tourism and biodiversity: Achieving common goals towards sustainability*. Madrid: World Tourism Organization.
- UNWTO. (2011). *UNWTO tourism highlights: 2011 Edition*. Madrid: World Tourism Organization.
- UNWTO, & UNEP. (2008). *Climate change and tourism: Responding to global challenges*. Madrid: World Tourism Organization.
- WEF. (2008). *The Travel and Tourism Competitiveness Report 2008: Balancing economic development and environmental sustainability*. Blanke, J. and T. Chiesa, (Eds). Geneva: World Economic Forum.
- WEF. (2009a). *The Travel and Tourism Competitiveness Report 2009: Managing in a time of turbulence*. Blanke, J. and T. Chiesa, (Eds). Geneva: World Economic Forum.
- WEF. (2009b). *Towards a low carbon travel & tourism sector*. Chiesa, T. and A. Gautam (Eds.). Geneva: World Economic Forum and Booz & Company.
- Wells, M. (1997). *Economic perspectives on nature tourism, conservation and development*. (Environment Department Papers 55). The World Bank.
- World Bank. (2010). *World Development Indicators database*. Retrieved from <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators/>
- World Bank. (2006). *Where is the wealth of nations? Measuring capital for the 21st Century*. Washington, DC.
- WTTC. (2010). *The 2010 travel and tourism economic research*. Economic Data Research Tool. World Travel and Tourism Council. Retrieved from <http://www.wttc.org>
- WTTC. (2010b). *Travel & tourism economic impact 2010: South Africa*. Economic Data Research Tool. World Travel and Tourism Council.
- WWF. (2004). *Freshwater and tourism in the Mediterranean*. Retrieved from http://www.panda.org/downloads/europe/medpotourismreportfinal_ofnc.pdf





Ciudades

Inversión en energía y eficiencia de recursos



Agradecimientos

Autores coordinadores del capítulo: **Philipp Rode**, socio investigador principal y director ejecutivo, LSE Cities, Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres (Reino Unido) y **Ricky Burdett**, profesor y director de Estudios Urbanos, LSE Cities, Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres (Reino Unido).

Vera Weick y Moustapha Kamal Gueye (en las etapas iniciales del proyecto) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) organizaron el capítulo, incluyendo el manejo de la revisión por pares, la interacción con los autores coordinadores en las revisiones, la conducción de investigación complementaria y la consecución de la producción final de este capítulo. Sheng Fulai dirigió la edición preliminar.

Autores que contribuyeron en la elaboración del documento fueron: Edgar Pieterse, director del Centro Africano para el Estudio de las Ciudades y profesor de Política Urbana en la Universidad de Cape Town (Suráfrica); Brinda Viswanathan, profesora asociada de la Escuela de Economía de Madras, en Chennai (India); Geetam Tiwari, profesor de Planeación del Transporte en el Instituto Indio de Tecnología de Delhi, (India); Dimitri Zenghelis, director en Prácticas de Cambio Climático, Cisco; y profesor visitante en el Instituto Grantham para el Cambio Climático y el Medio Ambiente, Escuela de Ciencias Políticas y Económicas (LSE, por sus siglas en inglés) de Londres; Debra Lam, consultora principal de Políticas para ARUP en Londres y Hong Kong; y Xin Lu, socio de la Organización Internacional de Construcción en Shanghai (China).

Por parte del equipo de investigación de LSE de Londres participaron: Antoine Paccoud; Megha Mukim; Gesine Kippenberg y James Schofield.

Como autores adicionales: Max Nathan, investigador asociado en LSE Cities y candidato a PhD en el Centro de Investigación de Economía Espacial de LSE en Londres; Gavin Blyth, de LSE Cities de Londres; Michelle Cullen, candidata a PhD, programa de LSE Cities de la Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres; y Joerg Spangenberg, candidato a PhD en la Universidad de São Paulo (Brasil).

Coordinación del proyecto: Daniela Tanner, de LSE Cities, Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres.

También quisiéramos agradecer a los muchos colegas que apoyaron con sus aportaciones en la revisión del borrador, incluyendo a Andrea Bassi (Millennium Institute); Karin Buhren (ONU-Hábitat); Maiké Christiansen (PNUMA); Marie-Alexandra Coste (Caisse de Dépôts como miembro del PNUMA, FI Property Working Group); Daniel Hoornweg (Banco Mundial); Ana Lucía Iturriza (OIT); Ariel Ivanier (UNECE, por sus siglas en inglés); Gulelat Kebede (ONU-Hábitat); Markus Lee (Banco Mundial); Tan Siong Leng (Instituto de Desarrollo Urbano, Singapur); Esteban León (ONU-Hábitat); Robert McGowan, Carolina Proano, Alexis Robert (OCDE); Susanne Salz, de International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI, por sus siglas en inglés); Synnove Lyssand Sandberg y Sanjeev Sanyal (Instituto del Planeta Sostenible); David Satterthwaite, del Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo (IIED, por sus siglas en inglés); Christian Schlosser (ONU-Hábitat); Soraya Smaoun (PNUMA); Niclas Svenningsen (PNUMA); Mark Swilling (Universidad de Stellenbosch, Suráfrica); Kaarin Taipale (Marrakech Task Force on Sustainable Buildings and Construction); Raf Tuts (ONU-Hábitat); Edmundo Werna (OIT) y Xing Quan Zhang (ONU-Hábitat).

Comentarios adicionales fueron provistos como parte de un proceso de revisión pública por algunos miembros del Fondo Monetario Internacional, UNFPA y el ICLEI.

Quisiéramos agradecer a las siguientes personas por su apoyo en el proceso de investigación y/o edición, entre ellos: Henry Abraham, Ishwarya Balasubramanian (MSE, por sus siglas en inglés); Stephen Barrett (RSH+P, por sus siglas en inglés); Richard Brown, Andrea Colantonio y Omer Cavusoglu (LSE); David Dodman (IIED); Nicky Gavron (GLA, por sus siglas en inglés); Frederic Gilli (SciencePo); Anjula Gurtoo (IISB, por sus siglas en inglés); Atakan Guven (LSE); Miranda Iossifidis (LSE); Jens Kandt (LSE); Claire Mookerjee (LSE); Martin Mulenga (IIED); Alex Payne (LSE); Emma Rees (LSE); Peter Schwinger (LSE); Natza Tesfay (LSE); y Rick Wheal (Arup).

Índice

Lista de acrónimos	511
Mensajes clave	512
1 Introducción	514
1.1 Ciudades	514
1.2 Ciudades verdes	514
2 Retos y oportunidades	516
2.1 Retos	516
2.2 Oportunidades	519
3 Un caso para el enverdecimiento de las ciudades	521
3.1 Beneficios económicos	530
3.2 Beneficios sociales	530
3.3 Beneficios ambientales y para la salud	531
4 Enverdecimiento de los sectores urbanos	530
4.1 Transporte	530
4.2 Construcciones	530
4.3 Energía	531
4.4 Vegetación y paisaje	531
4.5 Agua	532
4.6 Alimento	532
4.7 Desechos	532
4.8 Infraestructura y tecnología digital	533
5 Habilitando ciudades verdes	534
5.1 Obstáculos y limitaciones	534
5.2 Habilitando estrategias	535
5.3 Gobernanza	536
5.4 Planificación y regulación	538
5.5 Información, concientización y compromiso cívico	539
5.6 Incentivos	540
5.7 Financiamiento	541
6 Conclusiones	544
Referencias	546
Apéndice 1: Fuentes de datos	550

Lista de figuras

Figura 1: Transición urbano-ambiental.....	516
Figura 2: Huella Ecológica, Índice de Desarrollo Humano (IDH) y niveles de urbanización por país.....	517
Figura 3: Nivel de ingreso y emisiones de carbono para algunos países y ciudades	518
Figura 4: Gasto en combustible de transporte privado y densidad urbana de ciudades seleccionadas, precio del combustible de 2008 (gráfica de la izquierda) y precio del combustible en la UE (gráfica de la derecha)	522
Figura 5: Habilitando condiciones, solidez institucional y madurez democrática	535

Lista de tablas

Tabla 1: Costos de infraestructura para diferentes escenarios de desarrollo en Calgary.....	522
Tabla 2: Costos de capacidad e infraestructura de distintos sistemas de transporte	523
Tabla 3: Costos de inversión y operación de de proyectos ciudadanos verdes seleccionados	524
Tabla 4: Empleo en el transporte urbano.....	525
Tabla 5: Clasificación de la calidad de vida en varias ciudades en 2010, según Mercer	528
Tabla 6: Instrumentos de planeación y regulación selectos	539
Tabla 7: Instrumentos con base en información seleccionados.....	540
Tabla 8: Incentivos seleccionados.....	541
Tabla 9: Instrumentos financieros seleccionados	542
Tabla 10: Capacitación adicional para empleos menos intensivos en emisiones de carbono.....	542

Lista de Cuadros

Cuadro 1: Empleos verdes en la economía urbana.....	526
---	-----

Lista de acrónimos

BAU	Escenario base
BedZED	Desarrollo Beddington de Viviendas Urbanas de Energía Cero
BRT	Autobuses de Tránsito Rápido
C40	Grupo de Liderazgo Climático
CDS	Estrategia de Desarrollo Urbano
CO ₂	Dióxido de Carbono
CHP	Plantas de cogeneración
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAR	Proporción de Área de Suelo
FV	Fotovoltaico
GEI	Gases de efecto invernadero
GLA	Autoridad del Gran Londres
I+D	Investigación y Desarrollo
ICLEI	Consejo Internacional para Iniciativas Locales Medioambientales
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IOE	Organización Internacional de Empleadores
IPPU	Ingreso promedio por usuario
LSE	Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MTR	Metro de Hong Kong
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PIB	Producto Interno Bruto
PNB	Producto Nacional Bruto
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PSA	Pagos por Servicios Ambientales
SIG	Sistema de Información Geográfica
UE	Unión Europea

Mensajes clave

1. El desarrollo urbano tendrá que experimentar un cambio sustancial para facilitar la transición hacia una economía verde. Las zonas urbanas dan cabida hoy al 50 por ciento de la población mundial, son responsables de entre el 60 por ciento y el 80 por ciento del consumo de energía y de una proporción similar a la de emisiones de carbono. El acelerado proceso de urbanización está ejerciendo presión sobre las reservas de agua dulce, los sistemas de desagüe, las condiciones ambientales y la salud pública, todo lo cual afecta principalmente a los sectores urbanos más pobres. En muchos casos, la urbanización está caracterizada por la extensión de las manchas urbanas y la marginación hacia las periferias lo cual no es solo divisivo en términos sociales, sino que también incrementa la demanda de energía, las emisiones de carbono y aumenta la presión sobre los ecosistemas.

2. Existen oportunidades únicas para que las ciudades lideren el enverdecimiento de la economía global. Hay oportunidades reales para los líderes nacionales y locales para reducir las emisiones de carbono y la contaminación, mejorar los ecosistemas y reducir al mínimo los riesgos ambientales. Ciudades compactas y con poblaciones relativamente densas, con un formato de uso mixto, son más eficientes en términos de recursos que cualquier otro patrón de asentamiento con niveles similares de resultados económicos. Estrategias de diseño integradas, tecnologías y políticas innovadoras están disponibles para mejorar el transporte urbano, la construcción de edificios y el desarrollo de sistemas urbanos de energía, agua y residuo para que reduzcan el consumo de recursos y energía y eviten efectos atrapadores.

3. Las ciudades verdes combinan una mayor productividad y capacidad de innovación con costos más bajos y un impacto ambiental mínimo. Densidades de población relativamente altas son características centrales de las ciudades verdes, lo cual puede aportar beneficios en eficiencia e innovación tecnológica por medio de la proximidad de las actividades económicas, en tanto que reducen el consumo de energía y recursos. Conforme la densidad urbana aumenta, la infraestructura urbana, incluidas calles, vías y sistemas de saneamiento, operan a un costo considerablemente bajo por unidad. Los problemas de congestionamiento relacionados con la densidad y sus costos económicos asociados pueden ser resueltos y compensados por medio del desarrollo de sistemas de transporte público eficiente y peajes por el uso de carreteras y autopistas.

4. En la mayoría de los países, las ciudades serán lugares importantes para la economía verde emergente. Esto es así por tres razones fundamentales. En primer lugar, la proximidad, densidad y variedad intrínsecas de las ciudades ofrecen beneficios en términos de productividad para las empresas, y ayudan a estimular la innovación. En segundo lugar, las industrias verdes operan principalmente en los sectores de servicios, tales como: el transporte público, suministro de electricidad, instalaciones y reparaciones, que tienden a estar concentrado en áreas urbanas donde los mercados de consumo son más grandes. En tercer lugar, algunas ciudades también desarrollan centros de producción verde de alta tecnología en sus núcleos urbanos, beneficiándose del conocimiento y de las competencias provenientes de las universidades y laboratorios de investigación.

5. Introducir medidas para enverdecer ciudades puede incrementar la equidad social y la calidad de vida. Por ejemplo, la mejora de los sistemas de transporte público puede reducir la desigualdad al mejorar el acceso a servicios públicos y otros servicios, y al ayudar a reducir la congestión de vehículos en los barrios más pobres. Un combustible para el transporte y una generación de electricidad más limpios pueden reducir la contaminación local y la desigualdad en términos de salud. La reducción del tránsito y la mejora de la infraestructura para peatones y ciclistas pueden fomentar la cohesión comunitaria, lo cual es un aspecto importante para la calidad de vida, y también tiene impactos positivos en términos de resiliencia económica y productividad. Los indicios muestran que los niños que viven en la cercanía de espacios verdes son más resistentes al estrés, tienen una menor incidencia en trastornos del comportamiento, ansiedad y depresión; y un mayor nivel de autoestima. Los espacios verdes también estimulan la interacción social y mejoran el bienestar humano.

6. Solo la colaboración entre diferentes actores y una gobernanza efectiva en múltiples niveles pueden asegurar el éxito de las ciudades verdes. La condición facilitadora fundamental más importante es la colaboración de actores de ámbito nacional, estatal y municipal; de la sociedad civil, del sector privado y de las universidades que estén comprometidos en desarrollar la economía verde y sus prerequisites urbanos y que coloquen esa cuestión entre las prioridades estratégicas centrales para la ciudad. La tarea principal de esa colaboración es promover la idea de un plan estratégico de largo plazo para la ciudad o el territorio urbano. De igual manera, es crucial desarrollar marcos estratégicos no solo a escala local y urbana, sino también en los ámbitos regionales y nacionales, garantizando un diseño e implementación coordinados de los instrumentos de política.

7. Varios instrumentos para habilitar ciudades verdes están disponibles y probados, pero deben ser aplicados de una forma personalizada y de acuerdo con contextos específicos. En contextos con gobiernos locales fuertes, es posible concebir instrumentos de planeación, regulación, información y financiamiento que serán aplicados a nivel local para desarrollar inversiones verdes en infraestructura, emprendimientos de economía verde y un enfoque múltiple para una mayor sostenibilidad urbana. En otros contextos, los gobiernos locales, desde un enfoque más pragmático, pueden concentrarse en algunos sectores clave como el agua, los residuos, la energía y el transporte, y estableciendo un número limitado de metas específicas como un punto de partida para volver a los sectores urbanos más verdes.



1 Introducción

Este capítulo presenta un caso para el enverdecimiento de las ciudades. Describe las consecuencias ambientales, sociales y económicas de sistemas e infraestructuras urbanas más verdes y ofrece directrices para los formuladores de políticas sobre cómo ayudar a convertir las ciudades en espacios ecológicos.

A la introducción al concepto de ciudades verdes le sigue la Sección 2, que expone los retos y oportunidades relacionados. La Sección 3 analiza los beneficios económicos, sociales y medioambientales del enverdecimiento de las ciudades, en tanto que la Sección 4 resume ciertas prácticas verdes en sectores urbanos. La Sección 5 ofrece orientaciones sobre las condiciones facilitadoras para las ciudades verdes. La Sección 6 concluye el capítulo.

1.1 Ciudades

Una ciudad es un sistema social, ecológico y económico dentro de un territorio geográfico definido. Se caracteriza por un patrón de asentamiento humano específico asociado con una región funcional o administrativa, una masa crítica y una densidad de población, estructuras y actividades desarrolladas por el hombre (OECD, & China Development Research Foundation, 2010). Comúnmente, las ciudades se diferencian de otros asentamientos por el tamaño de su población y su complejidad funcional (Fellmann et al., 1996). La definición de ciudad varía significativamente de país en país, y no siempre depende del tamaño de su población, sino que puede reflejar un estatus administrativo o histórico (Satterthwaite, 2008). La definición de áreas urbanas tiende a depender en un valor mínimo poblacional, pero varía mucho ya que depende de designaciones de unidades de tamaño establecidas por cada gobierno, que pueden variar entre límites mínimos de 200 a 20,000 habitantes. (UN Statistics Division, 2008).¹

1.2 Ciudades verdes

Las ciudades verdes están definidas como aquellas que son amigables con el medio ambiente.² Los indicadores

que miden el rendimiento ambiental pueden incluir: niveles de contaminación y emisión de carbono; consumo de electricidad y agua; calidad del agua, combinación energética, volúmenes de residuos y tasas de reciclaje; proporción de espacios verdes, bosques primarios y pérdida de tierras agrícolas. (Brugmann, 1999; Meadows, 1999). Otros indicadores incluyen la proporción de hogares en departamentos, la tasa de motorización, y la proporción de medios de transporte urbano. Otra medida importante de la exigencia de la humanidad sobre la naturaleza es la Huella Ecológica (Ewing et al., 2010).³ Definir a las ciudades verdes por su rendimiento ambiental no significa que cuestiones como la equidad social sean ignoradas. De hecho, como se detallará más adelante, entornos ambientales más verdes pueden desempeñar un papel importante en la transformación de las ciudades en espacios más equitativos para sus residentes.

También existen ciudades a las que se les llama verdes por sus ambiciosos programas de políticas verdes, una gama de proyectos verdes y una trayectoria reconocida por un mejor desempeño medioambiental. Una gran cantidad de ciudades en Europa Occidental, EE.UU y Canadá han sido pioneras en la implementación de estrategias verdes.⁴ Friburgo, una ciudad en Alemania de 200,000 habitantes, tiene una larga tradición de construcciones sostenibles e inversión en reciclaje, y redujo sus emisiones de CO₂ al 12 por ciento entre 1992 y 2003 (Duehnhoff y Hertle, 2005). Diversas ciudades en países en vías de desarrollo, especialmente en Suramérica, también lograron su reputación como ciudades verdes. Las autoridades de Curitiba (Brasil) introdujeron

y su carga para la salud; (2) reducción de riesgos químicos y físicos; (3) desarrollo de ambientes urbanos de alta calidad para todos; (4) reducción al mínimo de los costos ambientales para áreas fuera de la ciudad; y (5) asegurar el progreso hacia un consumo sostenible (Satterthwaite, 1997). Este capítulo aborda estas cinco áreas, pero al problema de la relación entre las ciudades y el cambio climático –dada su importancia en la política ambiental internacional– se le ha otorgado un mayor peso.

3 La Huella Ecológica mide el volumen de tierra biológicamente productiva y el área hidrográfica que requiere una población o actividad humana para producir el recurso que consume y absorber sus residuos, utilizando la tecnología actual y prácticas de administración de recursos. Estas áreas son clasificadas de acuerdo con su productividad biológica para ofrecer una unidad comparable, la cual es llamada hectárea global.

4 Si bien muchas de estas iniciativas han progresado a pasos agigantados en la reducción de las emisiones de carbono, es importante observar que ninguna de estas ciudades posee una huella ecológica menor a cuatro hectáreas per cápita (UN-HABITAT, 2008; cálculo propio de Arup) –lo que equivale a más del doble de la biocapacidad promedio mundial per cápita en 2006– lo cual sugiere que aún hay un largo camino por recorrer en la implementación de cambios sostenibles.

1 Satterthwaite (2008) estima que un cuarto de la población mundial vive en ciudades con menos de 500,000 habitantes, y otra cuarta parte en áreas urbanas con menos de 500,000 habitantes. Sugiere que, aproximadamente, dos terceras partes de la población mundial viven en áreas rurales y pequeños pueblos. Lo anterior sugiere, de modo indirecto, que es posible que cerca de un tercio de la población mundial viva en ciudades.

2 El enverdecimiento de las ciudades requiere algunos, o preferencialmente todos, de los factores siguientes: (1) control de enfermedades

una serie de políticas para integrar el uso de suelo y la planificación del transporte y en la década de 1970 la ciudad estaba equipada con un innovador sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT, por sus siglas en inglés; Unidad de Inteligencia Económica, 2010). En la

década de 1980, Singapur introdujo el primer sistema de caminos y carreteras de peaje a nivel mundial y ahora se encuentra a la cabeza en políticas sostenibles de residuos, agua y en el enverdecimiento del medio ambiente (Phang, 1993; Suzuki et al., 2010).

2 Retos y oportunidades

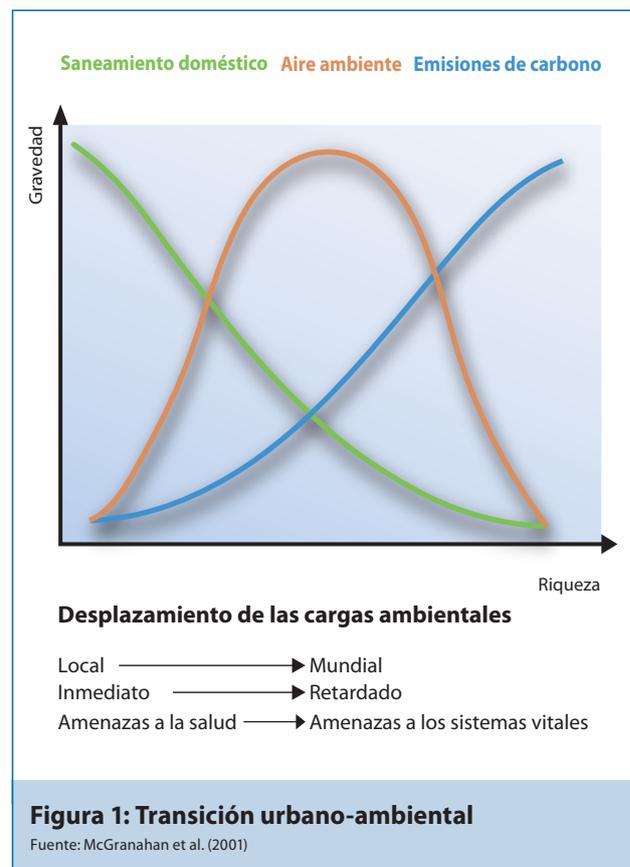
La urbanización trae consigo tanto retos como oportunidades para las ciudades verdes. Los retos incluyen el ritmo acelerado de urbanización y la presión asociada al medio ambiente y las relaciones sociales, si se continúa en la misma trayectoria (el escenario base o BAU). Las oportunidades para las ciudades verdes incluyen la posibilidad de diseñar, planificar y gestionar su infraestructura por medios ventajosos del punto de vista medioambiental, que promuevan la innovación tecnológica y que se beneficien de las sinergias existentes entre los elementos constituyentes de los complejos sistemas urbanos.

2.1 Retos

El ritmo acelerado de la urbanización

En 2007, por primera vez en la historia de la humanidad, el 50 por ciento de la población mundial vivía en áreas urbanas. Hace apenas un siglo, esta cifra era del 13 por ciento, pero ahora se pronostica que alcance un 69 por ciento para 2050 (UN Population Division, 2006 y 2010). En algunas regiones, las ciudades se están expandiendo rápidamente, mientras que, en otras, las áreas rurales se están volviendo urbanas. Una parte importante de esta urbanización está ocurriendo en los países en vías de desarrollo, como resultado del crecimiento natural de las ciudades, y de un gran número de migrantes rurales-urbanos que marchan a las ciudades en busca de mejores empleos y oportunidades. A menudo, esto ocurre a pesar de las políticas globales contra la urbanización, cuyo objetivo es equilibrar el desarrollo y sostener las economías rurales (UNFPA 2007). Sin embargo, la mayor parte de estos esfuerzos no han sido exitosos y existe el riesgo de que las aglomeraciones urbanas no estén preparadas para el inevitable crecimiento poblacional. El rápido crecimiento urbano tiende a sobrecargar aquellas ciudades en donde el esfuerzo por el desarrollo en infraestructura, la movilización y la gestión de recursos tienen consecuencias negativas para el medio ambiente.

La magnitud del problema es evidente en India y China. La población urbana en India pasó de 290 millones de personas en 2001 a 340 millones en 2008, y se proyecta que alcance los 590 millones para 2030 (McKinsey Global Institute, 2010). El país tendrá que construir de 700 a 900 millones de metros cuadrados de espacios comerciales y residenciales por año para dar cabida a dicho crecimiento, requiriendo una inversión de 1.2 billones de dólares para la construcción de entre 350 y 400 kilómetros de vías de metro y hasta 25,000 kilómetros de



nuevas carreteras por año. De manera similar, se estima que la población urbana en China se incremente de 636 millones de personas en 2010 a 905 millones para 2030 (UN Population Division, 2010). La previsión es que para 2050 el país tendrá que invertir entre 800,000 y 900,000 millones de yuanes por año para mejorar su infraestructura urbana, equivalente a una décima parte del Producto Interno Bruto (PIB) total de China en 2001 (Chen et al., 2008). La naturaleza de esta inversión tendrá efectos importantes sobre el potencial de transformación para que las ciudades en India y China sean consideradas ciudades verdes.

Urbanización y el medio ambiente

Ciudades con diferentes niveles de riqueza afectan al medio ambiente de formas diferentes. Las amenazas ambientales locales son más graves en las ciudades pobres y están relacionadas con problemas como: el agua dulce, el drenaje, la salud y la degradación de las condiciones de vida. Conforme las ciudades se vuelven más prósperas, con patrones de consumo y producción más exhaustivos y profundos, sus impactos ambientales son cada vez más sentidos a escala global (véase la Figura 1).

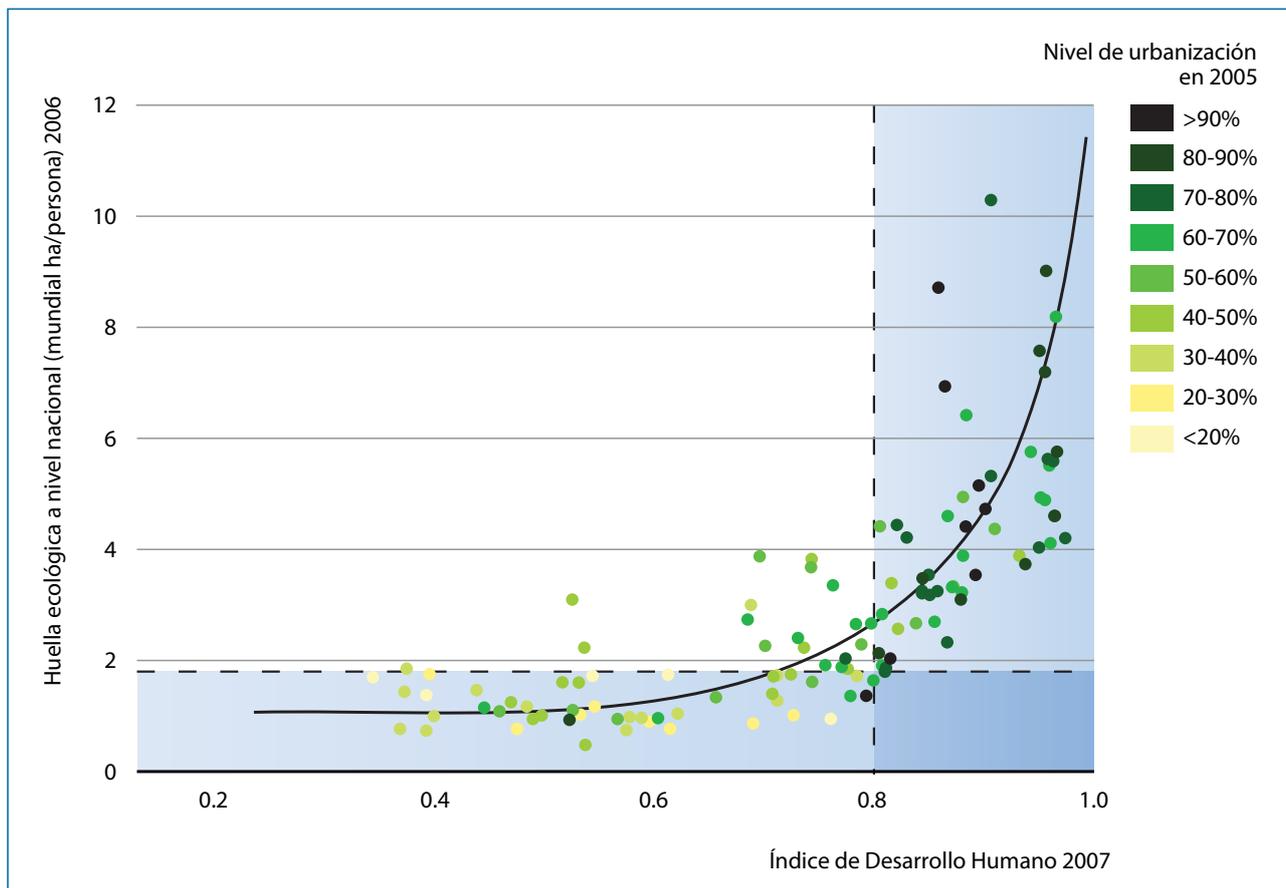


Figura 2: Huella Ecológica, Índice de Desarrollo Humano (IDH) y niveles de urbanización por país

Fuente: Escuela de Ciencias Políticas y Económicas de Londres (LSE Cities), con base en fuentes múltiples

Las áreas urbanas en economías prósperas concentran la creación de riqueza, el consumo de recursos y las emisiones de dióxido de carbono. En general, con una proporción de población ligeramente superior al 50 por ciento, mientras que ocupa menos del dos por ciento de la superficie terrestre, las áreas urbanas representan el 80 por ciento de la producción económica, entre el 60 y el 80 por ciento del consumo de energía y el 75 por ciento de las emisiones de CO₂ (Kamal-Chaoui & Robert, 2009; UN Population Division, 2010). Este patrón no está distribuido de manera uniforme alrededor del mundo y refleja la concentración de ciertas actividades específicas en determinadas ciudades. Las construcciones, el transporte y la industria, componentes constituyentes de las ciudades y de las áreas urbanas, aportan un 25 por ciento, 22 por ciento, y 22 por ciento, respectivamente, de las emisiones globales de GEI relacionadas con la energía (Herzog, 2009). Entre 1950 y 2005, la población urbana pasó del 29 por ciento a un 49 por ciento con respecto a la población mundial (UN Population Division, World Urbanisation Prospects, 2007), mientras que las emisiones de carbono provenientes de la quema de combustibles fósiles aumentaron en casi un 500 por ciento (Boden et al., 2010).

En un ámbito nacional, la urbanización está acompañada de un incremento en el consumo de recursos, un suministro

de alimentos con un uso más intensivo de la energía, y flujos de bienes y personas cada vez mayores. Esta tendencia general está ilustrada en la Figura 2, que compara la Huella Ecológica Nacional con el Índice de Desarrollo Humano (IDH) para varios países del mundo, incluidos sus niveles de urbanización. La figura muestra que los países con mayores niveles de urbanización tienden a tener una huella ecológica per cápita significativamente más alta, lo que sugiere que las ciudades pueden ser dañinas para el medio ambiente. Sin embargo, la situación es más compleja. Por ejemplo, Brasil mantuvo un nivel de emisiones de carbono per cápita relativamente bajo a pesar de su creciente urbanización (World Bank, 2009).

Otras naciones aumentaron sus emisiones de carbono sin ningún o un escaso aumento en la urbanización (Satterthwaite, 2009)⁵. Las ciudades *per se* no son motores del cambio climático ni una fuente de degradación de los ecosistemas; sí lo son, en cambio, ciertos patrones de consumo y producción, así como determinados grupos poblacionales.

⁵ Sin embargo, es muy importante señalar que en muchos países el término 'urbano' incluye cualquier forma de asentamiento con un número relativamente bajo de residentes (los umbrales suelen variar entre 200 y 20,000 habitantes), y, por lo tanto, dicha situación no refleja la manera en que ciudades de mayores magnitudes operan bajo estos parámetros.

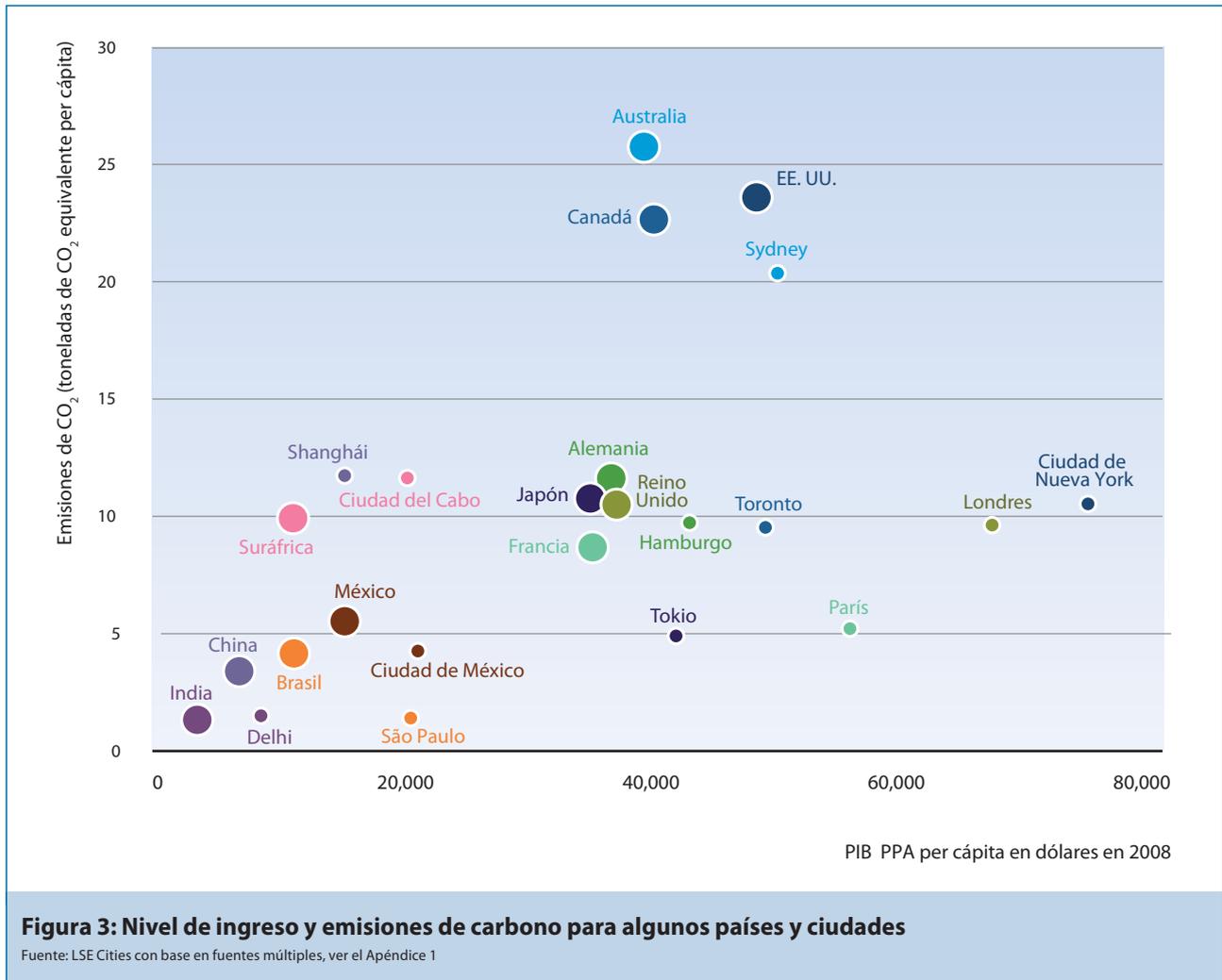


Figura 3: Nivel de ingreso y emisiones de carbono para algunos países y ciudades

Fuente: LSE Cities con base en fuentes múltiples, ver el Apéndice 1

También, la relación entre emisiones de carbono e ingresos no es simple, conforme se muestra en la Figura 3. Las emisiones de carbono están directamente relacionadas con el ingreso. Generalmente, los ingresos per cápita son más elevados en las ciudades que en las zonas rurales, generando un promedio de demanda per cápita más alto en las fuentes de emisiones principales. Pero este eso ocurre hasta cierto nivel de ingreso, después del cual las ciudades se vuelven más eficientes en el uso de carbono comparadas con el promedio, tal como se puede apreciar con respecto a los niveles de emisiones de CO₂ relativamente bajos en ciudades de alto ingreso como Tokio (Japón) o París (Francia).

Un estudio reciente del Banco Mundial sobre la intensidad energética (una medida de la eficiencia energética de una economía calculada como unidades de energía por unidad del PIB) en cincuenta ciudades, confirma patrones diferenciales en el rendimiento ambiental. De acuerdo con el estudio, se hace evidente que la intensidad energética conjunta de importantes ciudades como París, Dacca, São Paulo, Londres, Hong Kong y Tokio totalizan cerca de una cuarta parte del total de las cinco primeras ciudades del ranking menos de la mitad del promedio de 50 ciudades (World Bank, 2010).

Para comprender mejor estas variaciones, se analizaron datos de 735 ciudades de seis regiones distintas. Los resultados muestran que la mayoría de las ciudades en Brasil, China, Suráfrica, India, Europa y EE.UU., ofrecen un mejor rendimiento que el promedio nacional en términos de ingreso per cápita, educación y niveles de empleo. Sin embargo, en términos de emisiones de carbono, energía y consumo de electricidad y agua, patrones de vivienda, transporte y motorización existen grandes diferencias entre las ciudades en países desarrollados y en vías de desarrollo. Mientras que las ciudades en Europa, EE.UU. y Brasil tienen un impacto ambiental menor que sus respectivos países, las ciudades de India y China tienen un impacto mayor debido a los niveles de ingreso significativamente mayores en comparación con el promedio nacional.

Las implicaciones sociales del desarrollo urbano tradicional

Los patrones de urbanización en muchas áreas plantean importantes desafíos sociales. El escenario base (BAU) de desarrollo urbano –típico de áreas en rápido proceso de urbanización– está caracterizado por una expansión horizontal descontrolada y, muchas veces, incentivada. Esto conduce a una expansión urbana de poblaciones

afluentes con densidades de desarrollo más bajas y mayor dependencia del automóvil particular, así como a la periferización de la población pobre urbana, limitando su acceso a la ciudad y sus lugares de trabajo, servicios e infraestructura. Proyectos de desarrollo típicos incluyen el surgimiento de barrios socialmente divisorios con urbanizaciones cerradas, centros comerciales y de negocios, así como el aumento significativo de proyectos de desarrollo informales con grandes extensiones de barrios marginales sin servicios básicos, infraestructura y saneamiento. En un nivel general, el rápido crecimiento de muchas ciudades, combinado con la falta de recursos y una gestión ineficiente comprometen el suministro de agua dulce y electricidad, el tratamiento de residuos, el transporte y otros abastecimientos de infraestructura, afectando mucho más a las poblaciones más pobres.

2.2 Oportunidades

Capacidad estructural

El rendimiento ambiental de las ciudades depende de una combinación de estrategias verdes y estructuras físicas eficaces, formato, tamaño, densidad y configuración urbana. Las ciudades pueden ser diseñadas, planificadas y administradas para limitar el consumo de recursos y las emisiones de carbono. También pueden ser lugares voraces, hambrientos de tierra; sistemas que todo lo consumen y que, finalmente, desequilibran la delicada ecuación global de energía.

Las formas urbanas más compactas, las distancias más cortas y la inversión en medios de transporte verde conducen a una mayor eficiencia energética. Las proporciones entre superficie y volumen más bajas de las tipologías de construcción más densas pueden resultar en necesidades más bajas en términos de calefacción y enfriamiento. Un mayor uso de servicios eficientes en términos de energía puede ayudar a reducir la demanda de energía para la infraestructura urbana. Las ciudades pueden estructurarse de tal manera que utilicen sistemas de redes de suministro de energía verde, tales como la combinación de calor y energía, y la microgeneración de energía o la captación de agua de lluvia, acceso a agua limpia y una gestión de residuos eficiente. En resumen, una planificación y gobernanza urbana eficaces, como se mostrará más adelante, puede tener efectos importantes sobre el estilo de vida urbano sostenible, de manera que se aproveche al máximo la masa urbana crítica y reduciendo los patrones de consumo individuales.

A pesar de un rico debate sobre los vínculos entre la estructura física y el uso energético en las ciudades, existe cada vez más evidencia de que los entornos urbanos compactos con construcciones residenciales y comerciales de mayor densidad (en oposición al desarrollo extendido y con baja densidad), y un patrón de usos bien

distribuido, un sistema de transporte eficiente basado en el transporte público, el ciclismo y el hábito de caminar, reducen la huella energética (Newman y Kenworthy, 1989; Owens, 1992; Ecotec, 1993; Burgess, 2000; Bertaud, 2004). Algunas investigaciones muestran que el modelo ciudadano denominado 'ciudad compacta' (Jenks et al., 1996) genera emisiones de carbono per cápita más bajas siempre y cuando exista un buen sistema de transporte público a nivel metropolitano (Hoonweg et al., 2011).

Esta relación entre el formato urbano y el rendimiento energético también se aplica a nivel local en los barrios. Por ejemplo, en Toronto (Canadá), un estudio reciente encontró que el uso del automóvil y las emisiones relacionadas con la construcción se incrementaban de 3.1 toneladas de CO₂ per cápita en algunas áreas céntricas de la ciudad a 13.1 toneladas de CO₂ en suburbios de baja densidad localizados en la periferia de la ciudad (Van de Weghe y Kennedy, 2007). Aunque los indicios no identifican un tamaño o configuración ideal para las ciudades verdes, sugieren que los sistemas urbanos altamente concentrados producen eficiencia en términos del transporte público, y que las ciudades de tamaño medio suelen tener un mejor rendimiento que las ciudades grandes o muy pequeñas respecto al transporte público y la eficiencia energética (Bertaud, 2004; Ecotec, 1993).

Muchas ciudades del mundo han reconocido estas oportunidades estructurales para el diseño de ciudades verdes. Copenhague (Dinamarca); Oslo (Noruega); Ámsterdam (Holanda); Madrid (España) y Estocolmo (Suecia) (EIU, 2009); junto con Curitiba (Brasil), Vancouver (Canadá) y Portland (EE.UU.) en el continente americano, han priorizado un desarrollo urbano compacto construyendo barrios urbanos que facilitan la movilidad a pie y apoyados por sistemas de transporte público accesibles. Bombay (India), Hong Kong y Nueva York (EE.UU.) son ciudades con alta densidad donde la vivienda, el comercio y el entretenimiento están muy próximos, de modo que se limita la duración de los traslados del hogar al trabajo. Adicionalmente, cuentan con redes de transporte público extensas y eficientes. En Bombay, estos patrones están vinculados con altos niveles de pobreza y superpoblación, mientras que Hong Kong y Nueva York combinan niveles considerables de eficiencia energética con altos estándares de vida.

Obviamente, existe un límite máximo de densidad urbana para que sean alcanzados beneficios ambientales sin crear consecuencias sociales adversas por causa del hacinamiento o presiones en la infraestructura social como los servicios de salud o educación. Si son diseñadas adecuadamente, las ciudades pueden dar cabida a umbrales de densidad relativamente altos, incluso en escenarios de bajo ingreso (y no solamente en entornos con gran cantidad de servicios y altos ingresos). En su estudio sobre viviendas de alta densidad y bajo ingreso, Karachi,

Hasan, Sadiq y Ahmed, en Pakistán, (2010) concluyeron que se puede alcanzar una densidad residencial neta de hasta 3,000 personas por hectárea sin poner en riesgo las condiciones ambientales o sociales.

Potencial tecnológico

Las ciudades actúan como incubadoras de innovación debido a la cercana interacción de residentes y trabajadores, quienes se benefician del intercambio de ideas y oportunidades. En particular, se benefician de la concentración de un conjunto de habilidades diversas, aunque especializadas, en instituciones de investigación, empresas y proveedores de servicios que prueban y diseminan las nuevas tecnologías en un ambiente altamente conectado. Por ejemplo, la OCDE calcula que hay diez veces más patentes de tecnologías renovables en áreas urbanas que en zonas rurales y que el 73 por ciento de las patentes en energía renovable de la OCDE provienen de regiones urbanas (Kamal-Chaoui & Robert, 2009). Los centros urbanos crecientes de tecnología limpia en Silicon Valley (EE.UU.) y en el Noreste de Inglaterra son ejemplos de 'ciudades semillero' que promueven actividades innovadoras (Duranton & Puga, 2001). Hace años que los empresarios de Silicon Valley trabajan para aprovechar las ventajas innovadoras del valle en términos de una economía verde (Joint Venture Silicon Valley Network, 2009). La Sección 4 ilustra cómo los sistemas urbanos pueden adaptarse fácilmente a las tecnologías innovadoras que apoyan la transición hacia ciudades verdes, especialmente en el sector energético.

Sinergia urbana y potencial de integración

Las ciudades verdes se pueden beneficiar ampliamente de las sinergias entre sus partes constituyentes. Por ejemplo, el reconocimiento de la interrelación entre los sistemas de energía y el tejido urbano puede conducir a sinergias particulares, como el proyecto pionero denominado Rotterdam Energy Approach and Planning (Tilie et al., 2009). En la ciudad de Nueva York se introdujo un nuevo mecanismo que combina la limpieza de zonas industriales abandonadas, ligera o moderadamente contaminadas, a través de la renovación urbana (City of New York, Mayor Michael R. Bloomberg, 2010). Un diseño urbano sensible al uso del agua, que ayuda a captar las aguas de lluvia en espacios públicos y parques incrementa la fiabilidad del suministro de agua urbano en ciudades de EE.UU. y Australia (véase el capítulo 'Agua').

Un entorno urbano, que tiende a apoyar un patrón diverso y compacto de producción y consumo, resulta más ventajoso para introducir la noción de 'ecología industrial' (Lowe & Evans, 1995). A través de la optimización y armonización de los diferentes sectores y los flujos de

recursos, la producción de un sector cambia el insumo de otro sector, creando una economía circular (McDonough & Braungart, 2002). Los principios de la simbiosis también pueden ayudar a minimizar o reciclar los residuos. Por ejemplo, el vertedero Bandeirantes en São Paulo (Brasil) es lo suficientemente grande como para producir biogás para la generación de electricidad para un distrito urbano completo (ICLEI, 2009a).

Estas oportunidades han conducido a intensificar esfuerzos en el diseño de estrategias ciudadanas verdes multisectoriales al desarrollar nuevos distritos o ecociudades. Ejemplos recientes de nuevas comunidades verdes incluyen el barrio libre de automóviles de Vauban en Friburgo, Alemania y el Desarrollo Beddington de Viviendas Urbanas de Energía Cero (Beddington Zero Energy Development, BedZED)⁶ en Londres (Beatley, 2004; C40, 2010a; Wheeler & Beatley, 2004). En el último ejemplo, los hogares nuevos alcanzaron un 84 por ciento de reducción en el consumo de energía y las huellas relacionadas con la movilidad se redujeron en un 36 por ciento. El reciclaje redujo los residuos entre un 17 por ciento y un 42 por ciento (Barrett et al., 2006).⁷ Algunos ejemplos de distritos urbanos verdes incluyen Ámsterdam-IJburg (Holanda), Copenhague-Orestad (Dinamarca) y Hammerby Sjostad en Estocolmo. Al mismo tiempo, las ecociudades se están poniendo de moda en diversos países asiáticos que experimentan una rápida urbanización. Recientemente, se han hecho grandes inversiones en pueblos sostenibles nuevos, incluyendo la Ecociudad Tianjin en el Norte de China, la ecociudad Songdo en Incheon (Corea del Sur) y la ecociudad Masdar en Abu Dabi, aunque es demasiado pronto para realizar una evaluación integral acerca de su sostenibilidad a largo plazo, especialmente por los elevados costos de capital y de desarrollo de estos proyectos piloto.

6 La huella de los residentes de BedZED promedia 4.67 hectáreas (BioRegional, 2009). Aunque esto es menor que el promedio de Reino Unido de 4.89 hectáreas (Ewing et. al, 2010), es más del doble de la 'porción justa' de dos hectáreas. Esto demuestra las limitaciones de los enfoques aislados. Aunque BedZED permite a sus residentes reducir la huella dentro de este sitio, gran parte del impacto ecológico se genera en el exterior, en escuelas, lugares de trabajo o durante las vacaciones. Los residentes de BedZED toman vuelos con mayor frecuencia que el promedio local, tal vez debido a un mayor ingreso promedio. Sin embargo, estas limitaciones no invalidan los logros de este desarrollo urbano, pero señalan la necesidad de aumentar las medidas de eficiencia en el consumo de energía en sistemas de asentamiento urbano más amplios, así como evidencia la cuestión de que la energía es más barata en sociedades de alto ingreso, resultando en niveles de consumo de energía generales insostenibles, con repercusiones que contrarrestan parcialmente las ganancias de la eficiencia debido a mayores niveles generales de consumo (Binswanger, 2001).

7 En años recientes, el Gobierno francés se ha pegado cada vez más al concepto de barriadas ecológicas y ha iniciado una serie de proyectos que incluyen el Quartier ZAC de Bonne en Grenoble, el Quartier Lyon Confluence y el Quartier du Théâtre en Narbona (French Government, Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, 2010).

3 Un caso para el enverdecimiento de las ciudades

El argumento en favor del enverdecimiento de las ciudades puede hacerse en términos de los beneficios económicos, sociales y ambientales interrelacionados. Económicamente, los beneficios incluyen economías de aglomeración, costos de infraestructura más bajos y costo reducido de congestión, al tiempo que se reducen las emisiones de carbono y otras presiones ambientales. Socialmente, los beneficios incluyen la creación de nuevos empleos, reducción de la pobreza, mayor equidad y calidad de vida, incluyendo una mayor seguridad vial y cohesión comunitaria, entre otros beneficios. Los beneficios ambientales están incorporados en la mayor parte de los beneficios económicos y sociales. Beneficios ambientales adicionales incluyen una menor contaminación, que ayude a mejorar la salud pública. Otro beneficio ambiental es el potencial para mejorar los ecosistemas en las áreas urbanas.

3.1 Beneficios económicos

Economías de aglomeración

Las ciudades más grandes y densas –las cuales ayudan a reducir las emisiones per cápita– son buenas para el crecimiento económico. Desde una perspectiva económica, las ciudades son importantes porque acercan tanto a personas como a objetos, ayudando a superar vacíos de información y permitiendo flujos de ideas (Glaeser, 2008; Krugman, 1991). Es por esto por lo que 150 de las economías metropolitanas más importantes del mundo producen el 46 por ciento del PIB global con apenas el 12 por ciento de la población mundial (Berube, Rode et al., 2010). Estas economías de aglomeración se traducen en beneficios en la productividad de las empresas, y en mayores sueldos y tasas de empleo para los trabajadores. Para muchas empresas y trabajadores, especialmente para los del sector servicios, hay todavía un beneficio adicional que es el contacto cara a cara para mantener la confianza y gestionar interacciones que todavía no se han digitalizado o nunca se digitalizarán (Charlot & Duranton, 2004; Sassen, 2006; Storper & Venables, 2004). La relación de conocimientos entre las empresas y los agentes económicos tiende a estar muy altamente localizada y desaparece a algunos kilómetros del centro urbano (Rosenthal & Strange, 2003).

Las economías de aglomeración existen tanto en los países desarrollados como los países en vías de desa-

rollo. Algunos estudios empíricos en países desarrollados muestran que cuando la densidad de empleo se duplica en un área urbana, normalmente, se aumenta la productividad del trabajo en cerca del seis por ciento (para un resumen de la literatura existente véase Melo et al., 2009). Los mismos patrones básicos pueden encontrarse en los países en vías de desarrollo, en donde existe evidencia de que la urbanización estimula la eficiencia productiva al reducir los costos del transporte y aumentar las redes de comercio (Duranton, 2008; Han, 2009). También se pueden alcanzar economías de aglomeración si se conectan varias ciudades, como en la región del Delta del Río Perla en China (Rigg et al., 2009), con el beneficio adicional de abordar las desigualdades entre las regiones más desarrolladas y las más rezagadas dentro de un mismo país (Ghani, 2010).

Sin embargo, en los países en vías de desarrollo la urbanización puede no proporcionar el mismo tipo de beneficios económicos entre ciudades y empresas. Por ejemplo, Brülhart y Sbergami (2009) encontraron que una economía de aglomeración dentro de un país impulsa el crecimiento del PIB solo hasta niveles de ingreso nacional de 10,000 dólares per cápita. La razón principal es que la rápida y, a veces, caótica urbanización puede sobrepasar la habilidad de los gobiernos nacionales y municipales para proveer una infraestructura y servicios adecuados (Cohen, 2006). La congestión vial puede eliminar los beneficios de una mayor densidad como en el caso de ciudades como Shanghái (China), Bangkok (Tailandia), Manila (Filipinas) y Bombay, en India (Rigg et al., 2009). Venables (2005) sugiere de manera similar que “la presencia de rendimientos crecientes a escala en algunas ciudades de países en vías de desarrollo, conduce a estructuras urbanas cuyo tamaño no es optimizado”.

Costos de infraestructura y operación más bajos

El aumento de la densidad reduce los costos de capital y operación de la infraestructura. La evidencia disponible sugiere que una infraestructura lineal, incluyendo calles, vías férreas, sistemas de agua y drenaje, así como otros servicios, tienen un costo por unidad considerablemente más bajo cuanto mayor sea la densidad urbana (Carruthers & Ulfarsson, 2003). Todd Litman sugiere, tras comparar áreas de crecimiento inteligente y desarrollos urbanos dispersos y dependientes del uso de automóvi-

les, que existen ahorros en costos directos de entre 5,000 y 75,000 dólares en construcciones de carreteras y caminos e infraestructura de servicios públicos por unidad familiar (Litman, 2009a). Un ejercicio reciente para Calgary (IBI Group, 2009) sugiere un ahorro en costos más allá de la infraestructura lineal, incluyendo ahorros para escuelas, estaciones de bomberos y centros recreativos (véase la Tabla 1). De manera similar, un estudio reciente de Tianjin concluyó que el ahorro en costos de infraestructura como

resultado de un desarrollo urbano compacto y densamente aglomerado alcanzó un 55 por ciento comparado con un escenario disperso (Webster et al., 2010).

La Figura 4 muestra cómo la densidad urbana puede ser una medida esencial para reducir los costos operacionales a largo plazo. Fundamentalmente, esta relación se hace aún más fuerte en la gráfica de la derecha, la cual estandariza los precios del combustible de 2008 con el promedio de la UE (1.41 dólares). En otras palabras: asume que todas las ciudades de la muestra enfrentan el mismo precio del combustible. Es claro que las ciudades de la UE tienden a ser más densas que las ciudades norteamericanas, y considerablemente más eficientes en términos de consumo de combustible -las ciudades norteamericanas, las cuales están más extendidas, obligan a sus residentes a viajar distancias más largas, pero incluso con los precios actuales de combustible en los EE.UU., la mayor densidad promueve ganancias. En el caso de la ciudad de Nueva York, CEO for Cities (2010) estima que el ahorro en costos asociados a la densidad, a través de un menor gasto en automóviles y gasolina se traduce en dividendos verdes de 19,000 millones de dólares anuales.

Costo total (miles de millones de dólares canadienses)				
	Escenario disperso	Dirección recomendada	Diferencia	Diferencia porcentual
Costo capital de carreteras	17.6	11.2	6.4	-36
Capital de tránsito	6.8	6.2	0.6	-9
Agua y aguas residuales	5.5	2.5	3.0	-54
Estaciones de bomberos	0.5	0.3	0.2	-46
Centros recreativos	1.1	0.9	0.2	-19
Escuelas	3.0	2.2	0.9	-27
Total	34.5	23.3	11.2	-33

Tabla 1: Costos de infraestructura para diferentes escenarios de desarrollo en Calgary
Escenario disperso: 46,000 hectáreas (ha) adicionales; dirección recomendada: 21,000 ha adicionales

Fuente: IBI Group (2009)

Mientras que una estrategia de ciudades más densas tiende a promover una mayor eficiencia energética y una infraestructura más económica, fomentar cambios en medios de transporte puede generar una mayor capacidad del ciclo de vida y costos de operación más ba-

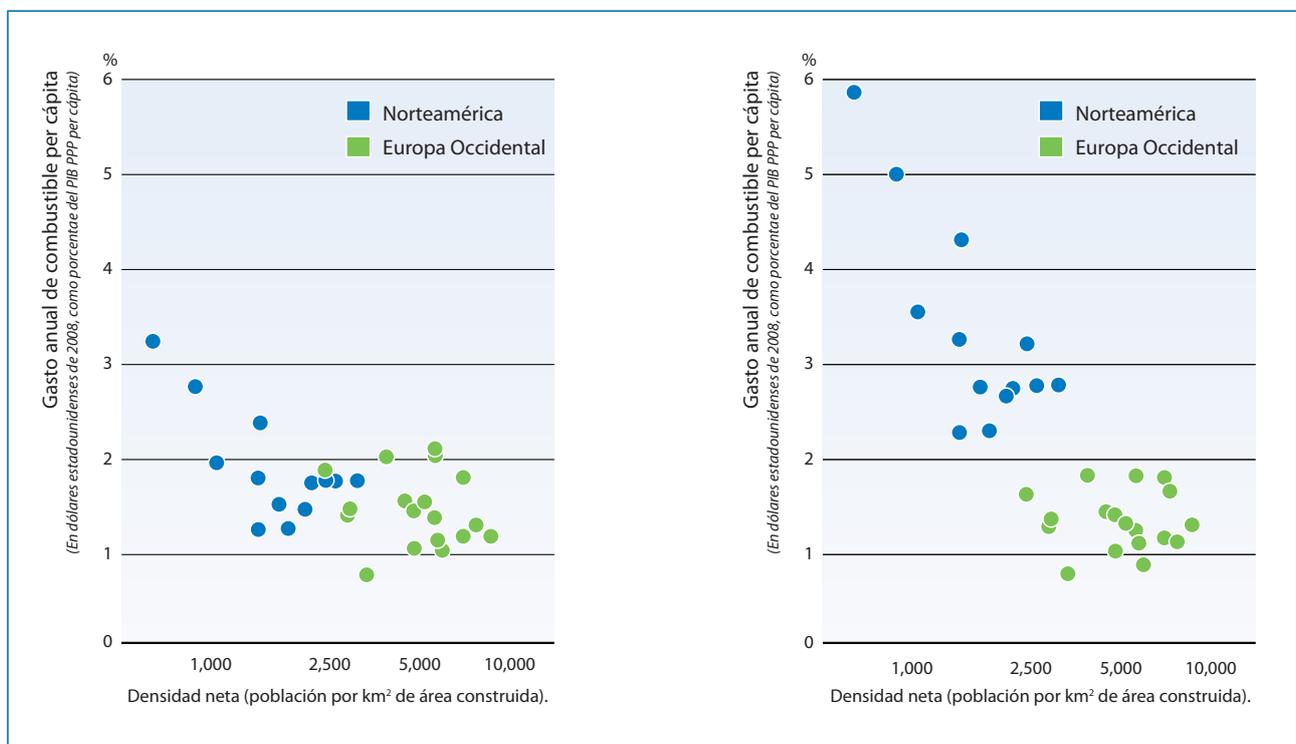


Figura 4: Gasto en combustible de transporte privado y densidad urbana de ciudades seleccionadas, precio del combustible de 2008 (gráfica de la izquierda) y precio del combustible en la UE (gráfica de la derecha)

Fuente: GTZ, 2009 (precio nacional del combustible al 2008); Kenworthy, 2003 (consumo de combustible y densidad por ciudad 1995/6); PricewaterhouseCooper, 2009; UN, 2010 (PIB ciudadano y paridad del poder adquisitivo (PPA); ver Apéndice 1.

Infraestructura del transporte	Capacidad [pers/h/d]	Costos capitales [US\$/km]	Costos capitales/capacidad
Autopista de dos carriles	2,000	10m – 20m	5,000 – 10,000
Calle urbana (solo para uso de automóviles)	800	2m – 5m	2,500 – 7,000
Camino para bicicletas (2m)	3,500	100,000	30
Calle peatonal/banqueta (2m)	4,500	100,000	20
Tren suburbano	20,000 – 40,000	40m – 80m	2,000
Metro	20,000 – 70,000	40m – 350m	2,000 – 5,000
Tren ligero	10,000 – 30,000	10m – 25m	800 – 1,000
Autobús de tránsito rápido	5,000 – 40,000	1m – 10m	200 – 250
Carril de autobús	10,000	1m – 5m	300 – 500

Tabla 2: Costos de capacidad e infraestructura de distintos sistemas de transporte

Fuente: Rode y Gipp (2001), VTPI (2009), Wright (2002), Brilon (1994)

jos (véase la Tabla 2). El ahorro en costos más significativo resulta del cambio en infraestructura automovilística hacia el transporte público, el uso de la bicicleta y el hábito de caminar. Por ejemplo, con niveles de capacidad similares los BRT ofrecen un ahorro significativo en costos comparado con el sistema de metro tradicional y el ferrocarril regional. La infraestructura del TransMilenio en Bogotá (Colombia) costó 5.8 millones de dólares por kilómetro, ó 0.34 dólares por pasajero a lo largo de tres años; comparado con las estimaciones del metro de 101 millones de dólares por kilómetro, ó 2.36 dólares por pasajero (Menckhoff, 2005). De esta manera, y a diferencia de la mayoría de los sistemas de transporte público, el TransMilenio no solamente ha conseguido cubrir sus costos sino que además obtiene ganancias (Whitelegg & Haq, 2003).

Se ha realizado un estudio preliminar para ofrecer información adicional sobre los costos y potenciales ahorros de los proyectos de ciudades verdes (véase la Tabla 3). La tercera columna de la Tabla 3 contiene el ingreso operacional del proyecto (como las tarifas recolectadas o la venta de la energía) o los ahorros que el proyecto ha permitido. Los ahorros se han calculado de acuerdo con la diferencia de lo que se habría gastado en recursos sin proyecto, y lo que se ha gastado desde que el proyecto se realizó. Por ejemplo, el programa de control de fugas de agua en Tokio condujo a ahorros tanto en términos de electricidad (actualmente se necesita menos electricidad para la misma cantidad de agua de uso final para los consumidores) como de agua.

Costos de congestión vehicular reducidos

Las ciudades más grandes y más productivas tienden a padecer masificaciones y congestiones viales, puesto que las empresas y los hogares compiten por los mejores espacios en las ubicaciones más populares (Overman y Rice, 2008). Algunos ejemplos reales de aglomeraciones urbanas como la Ciudad de México, Bangkok y

Lagos (Nigeria), sugieren que las ventajas económicas de vivir en las ciudades tienden a mitigar incluso los severos problemas de congestionamiento (Diamond, 2005). Sin embargo, a pesar de esto, los costos de bienestar y financieros para las ciudades y sus residentes pueden ser sustanciales. En la UE, región ampliamente urbanizada, estos costos equivalen al 0.75 por ciento del PIB (World Bank, 2002). En el caso de Reino Unido, los costos ascienden hasta 20,000 millones de libras esterlinas (Confederation of British Industry, 2003). Estos costos alcanzan cifras más altas en países en vías de desarrollo. Los costos de las congestiones son de 3.4 por ciento del PIB en Buenos Aires (Argentina), de 2.6 por ciento en la Ciudad de México y del 3.4 por ciento en Dakar, en Senegal (World Bank, 2002).

Un método probado para controlar la congestión vial es la gestión de la demanda por medio de un sistema de cuotas. Por ejemplo, el cobro por medio del programa de Cuotas por Congestión Vial en el centro de Londres redujo la congestión en un 30 por ciento de febrero de 2003 a febrero de 2004, comparado con años anteriores (Transport for London, 2004a), y dio lugar a beneficios como la reducción en el número de viajes de vehículos particulares que entran al centro de Londres (Transport for London, 2004b), y una caída del 19.5 por ciento de emisiones de CO₂ (Beevers & Carslaw, 2005). Las cuotas a la congestión vial en Estocolmo también dieron como resultado una reducción de demoras en un tercio y una reducción de la demanda de tránsito de un 22 por ciento (Baradaran & Firth, 2008). Se estima que el superávit social anual del sistema de cuotas a la congestión en Estocolmo ronda los 90 millones de dólares (Eliasson, 2008).

Muchos proyectos de transporte público en el mundo han resultado en costos de congestionamiento considerablemente más bajos, particularmente los sistemas BRT en Bogotá, copiado con éxito en las ciudades de Lagos,

Proyecto	Costos de capital iniciales (millones de dólares)	Costos de operación (millones de dólares)	Ingreso de operación/ahorros (millones de dólares)
Cuota por congestión vial en Londres (2002-2010)	480	692	1,746
Autobús Transmilenio en Bogotá (2000-2010)	1,970 (hasta 2016)	cerca de 20/año	cerca de 18.5/año
Distrito de Calefacción en Copenhague (1984-2010)	525	136.5	184
Paris Velib' (2007-2010)	96 (inversión privada)	4.1 (privada)	3.96/año (ciudad), 72/año (privada)
Ciclo Rutas de Bogotá (1999-2006)	50.25	-	40/year (ahorros de combustible)
Fondo Atmosférico de Toronto (1991-2010)	19	-	2.2
Programa de Energía de Opción Verde de Austin	-	-	3.9 (ahorros de energía del consumidor en 2006)
Programa de Construcción Verde de Austin (1991-2010)	-	1.2/año	2.2/año (ahorros de energía del consumidor)
Sistema Fotovoltaico de Friburgo (1986-2010)	58.6	-	-
Asociación de Ahorro de Energía de Berlín (1997-2010)	-	-	12.2 (facturas de energía)
Toronto Lake Water Conditioning (2002-2010)	170.4	-	9.8/año
Sistema de Agua de Tokio	-	60.3/año	16.7 (ahorros de electricidad), 172.4 (fugas prevenidas)
Sistema de Energía Solar de San Francisco Solar (2004-2010)	8	-	0.6
Sistema de Energía a base de Residuos en São Paulo (2004-2010)	68.4	-	32.1 (de subasta de créditos de carbono)
Autobús de Tránsito Rápido en Curitiba (1980-2010)	-	182.5	201
Cuota por Congestión Vehicular en Estocolmo (2007-2010)	350	-	70
Mejoras de plazas públicas en la ciudad de Nueva York (2008-2010)	125.8	-	-
Tram de 53.7 km en Estrasburgo (1994-2010)	-	167.7	168.3
Tres por ciento de residuos a rellenos sanitarios en Copenhague (1990-2010)	-	-	0.67/año
Parque Eólico de 160MW Costa afuera de Copenhague (2002-2010)	349	-	-
Plan de Construcciones Mayores y más Verdes de la ciudad de Nueva York (2009-2010)	80 (ciudad), 16 (federal)	-	700/año (costos de energía residencial)
Planta de Cogeneración de Hong Kong (2006-2010)	0.9	-	0.3/año
Portland SmartTrips (2003-2010)	-	0.55/año	-
Semáforos de Diodo Emisor de Luz (LED) en Portland (2001-2010)	2.2	-	0.335
Días de No Circulación de Automóviles en Seúl (2003-2010)	3	-	50/año (ahorros de combustible)

Tabla 3: Costos de inversión y operación de proyectos ciudadanos verdes seleccionados

Fuente: fuentes múltiples, ver Apéndice 1

Ahmedabad (India), Cantón (China) y Johannesburgo (Suráfrica). Una sinergia interactiva entre una estructura urbana compacta y un sistema de transporte eficiente se puede apreciar en Curitiba, ciudad que ostenta la mayor tasa de uso de transporte público en Brasil (45 por ciento). Allí, una menor congestión vehicular significa un menor gasto en combustible de aproximadamente 930,000 dólares en comparación con los 13.4 millones de dólares en Río de Janeiro (Suzuki et al., 2010).

3.2 Beneficios sociales

Creación de empleos

El enverdecimiento de las ciudades puede ser una fuente de creación de empleos en varios sectores: 1)

agricultura verde urbana y periurbana; 2) transporte público; 3) energía renovable; 4) gestión de residuos y reciclaje; y 5) construcción verde. Los servicios verdes normalmente suelen estar más orientados a la zona urbana, aunque hay algunos centros industriales verdes de alta tecnología en o cerca de los centros urbanos, pues aprovechan el conocimiento proveniente de las universidades y laboratorios de investigación. Actualmente, las 100 regiones metropolitanas más grandes de EE.UU. tienen una mayor proporción de empleos bajos en emisiones de carbono en las áreas de energía eólica y solar (ambos 67 por ciento), investigación energética (80 por ciento), y construcciones verdes (85 por ciento), comparados con una proporción del 66 por ciento de la población nacional (Brookings & Battelle, 2011).

Ciudad	Personas empleadas (operaciones) en el sector del transporte público
Nueva York	78,393
Londres	24,975
Bombay	164,043
São Paulo	15,326
Johannesburgo	22,276
Tokio	15,036
Berlín	12,885
Estambul	9,500

Tabla 4: Empleo en el transporte urbano

Fuente: LSE Cities, basado en fuentes múltiples, ver Apéndice 1

Al mismo tiempo, algunos sectores y empresas específicas pueden combinar una producción a distancia o fuera del país con mercados de consumo/servicios/espacio altamente urbanizados. Lo anterior significa que existe potencial para que las ciudades aumenten tanto sus actividades comerciales verdes (de alto valor, exportables) como el desarrollo de actividades no comerciales verdes (de bajo valor, bienes y servicios de consumo local) (Chapple, 2008). En términos generales, no se puede esperar que una economía verde cree o destruya empleos netos a largo plazo. La oferta y la demanda de trabajo tienden a igualarse de acuerdo con las condiciones del mercado laboral. A largo plazo, en un mercado de trabajo funcional una mayor demanda de empleo en un sector causará una presión creciente sobre los salarios, y desplazará el excedente de trabajo hacia otros sectores. La creación de empleos en sectores con bajas emisiones de carbono desplazará la creación de empleos en otros lugares. Por lo tanto, aunque el empleo neto en el sector puede aumentar a largo plazo, el empleo neto en todos los sectores podría no aumentar. A corto plazo, con recursos no empleados, es probable que el efecto de la creación de empleos netos sea mayor.

En primer lugar, existe un interés considerable en políticas para la agricultura urbana y periurbana (Smit y Nasr, 1992; Baumgartner y Belevi, 2001). La agricultura verde urbana puede reutilizar aguas residuales locales y residuos sólidos, reducir los costos de transporte, preservar la biodiversidad y los pantanos y hacer un uso productivo de corredores verdes. Los resultados de censos nacionales, encuestas a hogares y otras investigaciones sugieren que “hasta dos tercios de los hogares urbanos y periurbanos en países en vías de desarrollo están involucrados en la agricultura” (FAO 2001).

En segundo lugar, las actividades relacionadas con el transporte son responsables de una proporción significativa del empleo en las ciudades (trabajos operacio-

nales y en el desarrollo de infraestructura). En muchos países los empleos vinculados al transporte público representan entre el uno y el dos por ciento del nivel de empleo total (PNUMA, OIT, OIE, CSI, 2008). En Nueva York, cerca de 80,000 empleos están relacionados con el sector del transporte público, en Bombay son más de 160,000 y, en Berlín, unos 12,000 empleos (véase la Tabla 4).

En tercer lugar, según investigaciones realizadas por la OIT (PNUMA et al., 2008) un cambio de fuentes de energía convencional a energía renovable dará como resultado pequeñas pérdidas en el nivel de empleo neto; sin embargo, las ciudades se encuentran en una situación aventajada para beneficiarse de nuevas oportunidades. Al igual que las actividades de I+D, los sistemas de energía renovable pueden involucrar una producción descentralizada, que ubica la generación de energía cerca de los centros urbanos de consumo. De modo crítico, las actividades de instalación y servicios son intensivas en mano de obra y están orientadas hacia las ciudades. Estas actividades domésticas o de servicios personales serán una fuente importante de empleos verdes en las zonas urbanas.

En cuarto lugar, las actividades de recolección de residuos y reciclaje también son intensivas en mano de obra. Una estimación reciente revela que 15 millones de personas están ocupadas en la recolección de residuos como medio de subsistencia en países en vías de desarrollo (Medina, 2008). Por ejemplo, en Dacca (Bangladesh), un proyecto para la generación de composta través de residuos orgánicos ayudó a crear 400 nuevos empleos en actividades de recolección y 800 más en el proceso del compostaje. Los trabajadores recolectan 700 toneladas por día de residuos orgánicos para obtener 50,000 toneladas por año de composta (véase el capítulo ‘Residuos’). En Uagadugú (Burkina Faso) un proyecto para la recolección y el reciclaje de residuos de plástico ha ayudado a mejorar la situación ambiental y ha generado empleos e ingreso a los habitantes locales (ILO Online, 2007).

En quinto lugar, muchos países desarrollados han comenzado a considerar la construcción verde como el mayor proveedor de empleo potencial. En Alemania, el programa de modernización de construcciones en 2006 generó cerca de 150,000 empleos a tiempo completo adicionales a los ya existentes ese mismo año (UNEP et al., 2008). La modernización de las construcciones ya existentes ofrecerá grandes oportunidades de empleo para muchas ciudades consolidadas, dado que el trabajo se desarrolla *in situ* (véase el capítulo ‘Construcciones’). También es posible crear un mayor potencial de empleo con normas medioambientales más estrictas para construcciones y modernizaciones. La Secretaría del Trabajo del Gobierno de EE.UU. estima que las nuevas normas para la calefacción del agua y el uso de lámparas fluo-

Cuadro 1: Empleos verdes en la economía urbana⁸

El proceso de enverdecimiento de las ciudades en el mundo y del tejido urbano y su mantenimiento de un modo sostenible generará oportunidades importantes de empleo. La actualización de la infraestructura para que sea más verde generará empleos, ya sea mediante la mejora de caminos y construcciones, el establecimiento de redes de transporte público, la reparación y mejora de los sistemas de drenaje y desagüe, o la creación y gestión de servicios eficientes de reciclaje. Muchos de estos empleos requerirán conocimiento de nuevas tecnologías o prácticas de trabajo, por ejemplo, en la construcción, instalación y mantenimiento de estaciones locales de energía de celdas de combustible a partir de hidrógeno o una red de puntos de carga para vehículos eléctricos. Ofrecer capacitación y apoyo, entre autoridades locales y compañías privadas, especialmente las pequeñas empresas, son labores fundamentales para dicho proceso.

Al crear empleos que permitan el enverdecimiento de las ciudades existe una gran oportunidad para atender la pobreza urbana, que se ha ido extendiendo (y en muchos casos crece a una tasa más rápida que la pobreza rural), particularmente en los países en vías de desarrollo. Proveer oportunidades de empleo donde no existen es a todas luces importante, pero para lograr avances significativos en la reducción de la pobreza, el empleo también debería incluir los derechos de los trabajadores, su protección y diálogo social. El creciente movimiento internacional denominado ‘el

derecho a la ciudad’ promueve los derechos comunitarios y de los consumidores, pero los de los trabajadores se han ido reconociendo cada vez más. Por ejemplo, las coaliciones de trabajadores urbanos en Brasil han ayudado a atraer mayor atención y a reducir los niveles de empleo temporal e informal. Las condiciones de trabajo y vivienda inapropiadas ponen en riesgo a muchos trabajadores urbanos diariamente, en tanto que muchos otros no tienen acceso a un sistema adecuado de asistencia médica, pago por vacaciones y protección en caso de no recibir alguna remuneración por no poder trabajar. Diversas iniciativas de la OIT proporcionan una base sólida para la acción y el mejoramiento de la protección social, y se debería de apoyar a otros esfuerzos comunitarios que buscan organizar su propia protección contra un eventual riesgo.

En Marikina (Filipinas), en Belo Horizonte y São Paulo, a través de los programas municipales de ‘trabajo digno’ se han hecho avances significativos en la mejora de las condiciones de trabajo mediante el establecimiento de un diálogo entre trabajadores, patrones y gobiernos locales. En resumen, el enverdecimiento de las ciudades podría y debería ofrecer oportunidades de empleo digno, las cuales generarían mayor prosperidad y, de ser bien administradas, reducirían las condiciones de desigualdad entre zonas rurales y urbanas.

⁸ Este cuadro fue preparado atendiendo a las contribuciones de la OIT para este capítulo.

centes, entre otros productos, podrían generar 120,000 empleos en 2020 (UNEP et al., 2008). Más emocionante aún es el hecho de que las construcciones verdes tienen el potencial de transformar edificaciones exclusivamente consumidoras de recursos a productoras de recursos como agua, la energía, comida y materiales o, incluso, espacios verdes.

Reducción de la pobreza y equidad social

El *Informe de Desarrollo Mundial* (2009) describe la creciente densidad económica –una de las características principales de una ciudad verde– como “un camino para salir de la pobreza”. Ese punto de vista es compartido por Nadvi & Barrientos (2004) en su evaluación del impacto de los efectos de la aglomeración de la pobreza en varias áreas urbanas de países en vías de desarrollo. Se observa que estos clústeres son intensivos en mano de obra, informales por naturaleza y también emplean a muchas mujeres como trabajadoras domésticas. A través de un estudio de clústeres industriales en Kumasi (Ghana), Lima (Perú), Java (Indonesia), Valle del Río de los Sinos (Brasil), Torreón (México) y Tirupur (India), se mostró que normalmente existe una tasa de crecimiento de empleos alta entre clústeres industriales maduros atrayendo

a las poblaciones pobres de las zonas rurales. Junto a un crecimiento en las oportunidades de empleo, el estudio también mostró que los niveles salariales en los clústeres eran más altos que el promedio regional de nivel salarial pero asociados a más horas de trabajo.

Aunque la urbanización ha ayudado a reducir la pobreza en términos absolutos, el número de personas clasificadas como pobres urbanos se ha incrementado (Ravallion et al., 2007). Entre 1993 y 2002, 50 millones de personas consideradas pobres se sumaron a áreas urbanas, mientras que el número de personas pobres en las áreas rurales disminuyó en 150 millones (Ravallion et al., 2007). El crecimiento urbano ejerce presión sobre la calidad del medio ambiente local, lo que afecta de manera desproporcionada a los más pobres, quienes no cuentan con acceso adecuado a agua limpia e instalaciones sanitarias. Esto da como resultado un incremento de enfermedades que afectan aún más sus opciones de sustento. Además, una gran proporción de la población urbana se encuentra en el sector informal con: a) acceso inadecuado a la seguridad social, incluyendo seguro de vida; b) hogares en asentamientos informales en zonas propensas a desastres, lo que los vuelven más vulnerables a las crisis. En

tanto que el cambio climático plantea una amenaza *per se*, es muy probable que la población pobre urbana sea la más afectada, debido a que la mayoría vive en estructuras no duraderas y en ubicaciones vulnerables, como lo son los márgenes de los ríos y la proximidad a sistemas de drenaje. Generalmente, la población más pobre tiene pocos medios o ninguno para reducir los riesgos potenciales y prepararse para las consecuencias o asegurarse contra desastres naturales.

Métodos innovadores en la planificación y gestión urbana pueden transformar la urbanización en un fenómeno incluyente, en favor de la población más pobre y sensible a las amenazas que plantea la degradación ambiental y el calentamiento global. Por ejemplo, incrementar el uso del transporte público puede reducir la desigualdad en el acceso a los servicios públicos y otros servicios, además de reducir las emisiones de carbono (Litman, 2002). También, puede desempeñar un papel importante en la mejora de los barrios más pobres, reduciendo la congestión vial (Pucher, 2004). Cambiar a combustibles más limpios para cocinar, el transporte y la generación de energía pueden minimizar la contaminación local y reducir el riesgo de desigualdad en salud (Haines et al., 2007). Los hogares urbanos más pobres en naciones de bajo ingreso tienden a gastar una gran proporción de su ingreso para cubrir necesidades básicas relacionadas con la energía, incluido el combustible y los alimentos para cocinar (Karekezi & Majoro, 2002). La introducción de fuentes de energía más limpias y eficientes ofrece el potencial para reducir el gasto directo y los costos relacionados con la contaminación del aire en interiores (Bruce et al., 2002). Por ejemplo, en Brasil una iniciativa de la ciudad de Bentim para instalar calentadores solares en barrios residenciales para familias de bajos ingresos dio como resultado un 20 por ciento de ahorro en el consumo de energía y hasta un 57 por ciento de ahorro en la factura de energía para una familia promedio de tres a cuatro miembros (ICLEI, 2010b)⁹.

Existen otros ejemplos sobre cómo el enverdecimiento de las ciudades puede hacer frente a la pobreza y la igualdad. Mejoras en las instalaciones sanitarias y el suministro de agua potable pueden reducir la pobreza persistente y los efectos adversos de enfermedades relacionadas con el agua (Sanctuary et al., 2005). La modernización de viejas edificaciones en vecindarios de bajo ingreso puede mejorar la eficiencia y la recuperación energética, de manera que se reduzca la vulnerabilidad de las comunidades más pobres al aumentar los precios de la energía (Jenkins, 2010). La actualización

de la infraestructura en barrios pobres ofrece tanto beneficios a la salud como menores impactos adversos sobre el medio ambiente (WHO, 2009).

Mejoras en la calidad de vida

La cohesión comunitaria es un aspecto de la calidad de vida que afecta a individuos, familias y grupos sociales en el ámbito de los barrios y distritos. Las relaciones sociales no solo generan efectos especialmente positivos sobre la salud física y mental, sino también en la productividad y la recuperación económica (Putnam et al., 1993; Putnam, 2004). Esto es así en el caso de los grupos desfavorecidos, ya que la cohesión comunitaria y la inclusión social están interrelacionadas (Litman, 2006; O'Connor y Sauer, 2006).

Mejorar el ambiente urbano con medidas como la reducción del tránsito de vehículos y la promoción del hábito de desplazarse a pie puede ayudar a desarrollar un elevado sentido de comunidad (Frumkin, 2003; Litman, 2006). Tales cambios están frecuentemente diseñados para contrarrestar casos de fragmentación urbana, tales como los que han identificado Bradbury et al. (2007):

- *Barreras físicas*, en donde las propias estructuras espaciales impiden la interacción o cuando ciertas actividades provocan trastornos, como es el caso del tránsito en carreteras;

- *Barreras psicológicas*, que están relacionadas con la percepción de que en ciertas áreas impera el ruido y la contaminación causada por el tránsito vehicular, o alguna clase de peligro percibido; y

- *Barreras sociales de largo plazo*, según las cuales los residentes de cierta zona cambian su comportamiento como consecuencia de desórdenes iniciales y crean un medio de vida sostenible, pero desconectado de cierta gente y áreas cercanas. De acuerdo con la investigación realizada por Putnam, diez minutos de ahorro en traslados cotidianos puede incrementar el tiempo empleado en actividades comunitarias hasta en un diez por ciento (Putnam, 2000).

El estudio de Kuo et al. (1998) observa que cuantos más árboles y vegetación forman parte de los espacios públicos del centro de la ciudad, más residentes hacen uso de esos espacios. El estudio también encontró que aquellas comunidades que viven cerca de áreas verdes, comparadas con los residentes que viven cerca de terrenos baldíos, disfrutaban en mayor grado de actividades sociales, reciben más visitas, conocen mejor a sus vecinos y tienen sentimientos de pertenencia más fuertes. El estudio de Wells y Evans (2003) sugiere que los niños que viven en zonas con áreas verdes cerca de sus hogares son más resistentes al estrés, tienen menor incidencia de desórdenes del comportamien-

⁹ La considerable reducción en la factura energética puede explicarse por el hecho de que un bajo consumo energético es recompensado con beneficios fiscales. La instalación de calentadores solares ayudó a las familias a alcanzar un umbral de < 90kWh/mes.

Rank 2010	Ciudad	País	Índice Qol 2010
1	Viena	Austria	108.6
2	Zúrich	Suiza	108
3	Ginebra	Suiza	107.9
4	Vancouver	Canadá	107.4
4	Auckland	Nueva Zelanda	107.4
6	Dusseldorf	Alemania	107.2
7	Fráncfort	Alemania	107
7	Múnich	Alemania	107
9	Berna	Suiza	106.5
10	Sidney	Australia	106.3
11	Copenhagen	Dinamarca	106.2
12	Wellington	Nueva Zelanda	105.9
13	Ámsterdam	Holanda	105.7
14	Ottawa	Canadá	105.5
15	Bruselas	Bélgica	105.4
16	Toronto	Canadá	105.3
17	Berlín	Alemania	105
18	Melbourne	Australia	104.8
19	Luxemburgo	Luxemburgo	104.6
20	Estocolmo	Suecia	104.5

Tabla 5: Clasificación de la calidad de vida en varias ciudades en 2010, según Mercer

Fuente: Mercer (2010)

to, ansiedad y depresión, además de tener mayores niveles de autoestima (Fjortoft & Sageie, 2000; Grahn et al., 1997). Los espacios verdes también estimulan la interacción social entre niños (Bixler et al., 2002; Moore, 1986).

Una dimensión adicional de la calidad de vida está relacionada con la seguridad vial. De acuerdo con un informe publicado por la OMS en 2007, los accidentes de tránsito son la principal causa de muerte entre jóvenes de entre 15 y 19 años de edad (Toroyan & Peden, 2007; ver también el capítulo 'Transporte'). Los choques en accidentes generan un costo de 518,000 millones de dólares en material, salud y otro tipo de gastos a escala global. Para muchos países de bajo y medio ingreso, el costo causado por accidentes viales representa entre el uno y el 1.5 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) y, en algunos casos, excede la cantidad total que estos países reciben por concepto de ayuda internacional para el desarrollo (Peden et al., 2004). En un estudio de Mohan (2002) se mostró que, en realidad, estas cifras están subestimadas y, por ejemplo, representan el 3.2 por ciento del PIB en India.

Entre las estrategias más eficientes para mejorar la seguridad de peatones y ciclistas se encuentran las instalaciones de uso especializado y los controles de velocidad. Un incremento en la velocidad promedio de 1km/h equivale a un riesgo un cinco por ciento mayor de sufrir un accidente grave o fatal (Finch et al., 1994; Taylor et al., 2000). La construcción de carriles exclusivos para autobuses, bicicletas y peatones, especialmente en las arterias principales, también debería ser una prioridad. Indicios de países como Holanda, Bogotá y Dinamarca muestran que la restricción del espacio disponible para los automóviles, estableciendo límites de velocidad y ofreciendo una infraestructura segura para peatones y ciclistas, da como resultado la adopción de medios de transporte verdes.

Otras características importantes dentro de las ciudades verdes también forman parte del nivel de calidad de vida, como la presencia de rutas para caminar, el acceso a espacios verdes, la infraestructura para circular en bicicleta e instalaciones recreativas (HM Government, Communities and Local Government, 2009). Para los países en vías de desarrollo, lo anterior podría explicar, en parte, la relación entre las ciudades verdes y las ciudades con una alta calidad de vida. Entre las 20 mejores 'ciudades con un alto nivel de calidad de vida' identificadas por Mercer en 2009, al menos la mitad tienen credenciales verdes particularmente importantes (véase la Tabla 5).

Las ciudades que ocupan los primeros lugares incluyen las mejores prácticas verdes disponibles como es el caso de Viena (Austria), Zúrich (Suiza) y Vancouver (Canadá). En Zúrich, el enfoque ciudadano en el transporte público ha sido una importante contribución para mejorar su clasificación en el estudio de Mercer (Ott, 2002). La integración de espacios verdes y elementos naturales dentro de una ciudad mejora significativamente los niveles de calidad de vida.

Al menos en los países desarrollados, los niveles de calidad de vida en general (o de la calidad del espacio), están vinculados a ciertas ventajas económicas como resultado de una mayor atracción de trabajadores especializados y de empresas con altos niveles salariales (HM Government and Local Government, 2009; Lee, 2005). Una evaluación de las compañías de mayor tamaño (con más de 500 empleados) en la UE sugiere que alrededor del diez por ciento de estas empresas considera la calidad de vida como uno de los tres principales elementos que determinan la decisión sobre su ubicación (Healey y Baker –1993– en Rogerson, 1999). Se puede argumentar que estas decisiones están basadas, cada vez con mayor regularidad, en los llamados 'servicios de estilo de vida' que atraen trabajadores altamente especializados y con un amplio rango de movilidad, quienes gracias a su flexibilidad en general pueden escoger en dónde vivir y trabajar (Hasan, 2008).

3.3 Beneficios ambientales y para la salud

Reducción de la contaminación y mejora de la salud pública

La contaminación del aire en las ciudades continúa siendo una carga importante para la salud pública, particularmente en los países en vías de desarrollo. En casos extremos como el de Dakar, los costos para la salud relacionados con la contaminación están por encima del cinco por ciento del PIB, mientras que para diversas megaciudades en América Latina y Asia dichos costos se encuentran entre un dos y tres por ciento (World Bank, 2003). Alrededor de 800,000 muertes al año son ocasionadas por la contaminación del aire en zonas urbanas alrededor del mundo (Dora, 2007).

Muchas ciudades han dado pasos decisivos y han mejorado significativamente su situación. Fuera de Europa y de EE.UU., las ciudades con niveles de PM_{10} de 20 mg/m^3 tienen una tasa de mortalidad casi un diez por ciento más baja que aquellas con niveles de 150 mg/m^3 (Dora, 2007). Los espacios verdes urbanos ofrecen una oportunidad única para mejorar la calidad del aire. En Chicago (EE.UU.), las arboledas urbanas proveyeron de un servicio de limpieza del aire equivalente a 9.2 millones de dólares y se estima que sus beneficios a largo plazo sean de más del doble de los costos (McPherson et al., 1994).

Existe un conjunto más amplio de cuestiones de salud pública vinculado con un estilo de vida más saludable en las ciudades. Se ha estimado que la inactividad física representa el 3.3 por ciento de las muertes en el mundo y 19 millones de años de vida potencialmente perdidos (Bull et al., 2004). El transporte verde urbano representa una oportunidad única para unir la actividad física y la reducción de emisiones por medio de la promoción de jornadas a pie o en bicicleta. En Europa, más del 30 por ciento de los viajes en automóvil se realizan en distancias menores a los tres kilómetros y cerca de la mitad en distancias menores a los cinco, pudiéndose sustituir, en teoría, por viajes en bicicleta (European Commission, 1999).

No es ninguna coincidencia que las ciudades con una larga tradición en la planificación del uso de suelo, estrategias de transporte público y un enfoque de espacios públicos verdes sean consideradas las ciudades más saludables en el mundo. Portland fue clasificada como la ciudad número uno, entre las 100 ciudades más grandes de EE.UU., en alcanzar las metas de Healthy People 2000 (Geller, 2003). Vancouver ocupa la mejor posición entre las ciudades canadienses (Jo-

hnson, 2009). Copenhague y Múnich están clasificadas entre las 10 ciudades más saludables y seguras en Europa, y Melbourne se encuentra entre las ciudades más saludables y seguras de Australia (Sassen, 2009).

Servicios ecosistémicos y reducción de riesgos

La vegetación urbana representa un rango de servicios ambientales con efectos positivos y amplios en el bienestar general (TEEB, 2010). Un estudio del Corredor Verde de Toronto estimó el valor de sus servicios ecosistémicos en 2,600 millones de dólares canadienses al año, promediando alrededor de 3,500 dólares canadienses por hectárea (Wilson, 2008).

Los servicios ecosistémicos ejercen un papel crítico en las medidas de reducción de riesgos. En ciudades tropicales, como Yakarta (Indonesia), se ha incrementado drásticamente el riesgo de inundaciones como consecuencia de la deforestación local. Las inundaciones más recientes, en 2007, afectaron al 60 por ciento de la región causando la muerte a 80 personas y obligando a más de 400,000 residentes a abandonar sus hogares (Steinberg, 2007). De manera similar, las inundaciones en Bombay de 2005, que provocaron 1,000 muertes y paralizaron la ciudad por casi cinco días (Revi, 2008), han sido relacionadas con la falta de protección medioambiental del Río Mithi (Stecko & Barber, 2007).

El restablecimiento del ecosistema urbano forma parte del esfuerzo de enverdecimiento de la ciudad, ayudando a reducir el impacto de condiciones climáticas anormales. Las regiones costeras, en particular, pueden beneficiarse en términos de vidas humanas y dinero. Por ejemplo, la restauración de manglares en Vietnam ahorra 7.3 millones de dólares al año en mantenimiento de diques, costando apenas 1.1 millones de dólares (IFRC, 2002). De forma general, un incremento del tamaño de la cobertura verde en áreas urbanas más allá de aumentar la capacidad de la ciudad para reabsorber CO_2 también mejora el efecto de isla de calor (McPherson et al., 1994).

Salvaguardar los ecosistemas naturales en regiones urbanas remotas también es importante para reducir su exposición a un potencial riesgo. Esto es particularmente relevante en el abastecimiento de agua dulce y la seguridad alimentaria. Debido a su expansión, muchas ciudades han agotado sus fuentes locales de agua dulce y dependen, cada vez en mayor medida, de la importación de agua de regiones vecinas. La necesidad de importar agua está asociada con enormes costos para ciudades como la Ciudad de México y São Paulo. En Nueva York la protección de su suministro de agua dulce ha permitido a la ciudad ahorrarse entre 5,000 y 7,000 millones de dólares de costos por una planta adicional de filtración (TEEB, 2010).

4 Enverdecimiento de los sectores urbanos

Después de ilustrar los beneficios económicos, sociales y ambientales globales de la transición a ciudades verdes, esta sección examina ejemplos de cómo el enverdecimiento de sectores específicos, como el transporte, la construcción, la energía, el agua, los residuos y tecnología se puede lograr en las ciudades en conjunto. La mayoría de estos sectores son tratados más ampliamente en sus respectivos capítulos de este informe y algunos de los ejemplos a continuación se mencionan en otras partes de este capítulo para apoyar estrategias más amplias y abarcando diferentes sectores para ayudar a la transición hacia ciudades más verdes.

4.1 Transporte

La mayoría de las políticas de transporte verde siguiendo el paradigma 'Evitar-Cambiar-Mejorar', que se describe en el capítulo dedicado al transporte, se pueden encontrar en las ciudades. Aunque "evitar el transporte" es algo que la mayoría de las veces, se ejecuta con los ajustes estructurales en el formato de ciudad introducidos desde el principio, las clásicas estrategias de transporte verdes en las ciudades se centran principalmente en reducir el uso del coche o, al menos, en la disminución de su crecimiento. En el centro de Londres, por ejemplo, el Sistema de Cuotas por Congestión Vial ha reducido los desplazamientos diarios entre 65.000 y 70.000 vehículos (Transport for London 2004b), y las emisiones de CO₂ en un 19,5 % (Beevers & Carslaw, 2005). El Sistema de Cobro Electrónico y de Cuotas de Vehículos de Singapur (Singapore's Electronic Road Pricing and Vehicle Quota System) ha desacelerado el incremento en el uso del automóvil y vehículos a motor (Goh, 2002). El sistema BRT en Bogotá ha contribuido a una caída del 14 por ciento en las emisiones por pasajero (Rogat et al., 2009). Por lo tanto, resulta alentador observar cómo el sistema BRT se ha reproducido en ciudades como Estambul, Lagos, Ahmedabad, Cantón y Johannesburgo.

En Europa, varias ciudades han seguido el ejemplo de Zúrich al invertir en un sistema de tranvías como columna vertebral de su sistema de transporte urbano, en lugar de un costoso sistema de metro (EcoPlan, 2000). Los patrones de emisión y los sistemas de automóviles compartidos (Nobis, 2006; Schmauss, 2009;) han reducido la dependencia en los automóviles,

mientras que las zonas de bajas emisiones y los permisos de entregas temporales han ayudado a reducir la congestión vehicular y la contaminación (Geroliminis & Daganzo, 2005).

Recientemente, algunas ciudades han tomado medidas para electrificar el transporte por carretera aunque andar a pie y en bicicleta siguen siendo los medios de transporte más verdes. Las ciudades de Copenhague, Ámsterdam, Londres y Nueva York están invirtiendo en estrategias en favor de los peatones y el uso de bicicletas. Los esquemas de renta de bicicletas han cambiado las actitudes respecto a los ciclistas en ciudades como Londres y París. En América Latina ciudades como Bogotá, la Ciudad de México y Río de Janeiro han instituido días libres de automóviles o el cierre de calles y avenidas durante los fines de semana (Parra et al., 2007).

4.2 Construcciones

Enfrentar la demanda de energía proveniente del stock de construcciones ya existentes es una prioridad para las ciudades, y las estrategias de construcción verde incluyen un uso más eficiente de otros recursos como el agua y materiales para la construcción. Como se expuso en el capítulo 'Construcciones', pueden distinguirse tres tipos de estrategias de construcción verde: diseño, tecnología y conductuales. En el contexto de los países en vías de desarrollo, las soluciones de diseño pasivas para mejorar el rendimiento ambiental son por mucho los enfoques más rentables. Por ejemplo, los proyectos de vivienda en la costa de la ciudad Puerto Princesa (Filipinas) han sido diseñados para reducir la demanda de energía mediante el incremento del uso de la luz natural, una mejor ventilación, un efecto de enfriamiento a través del material usado en los tejados, y un paisajismo estratégico (ICLEI, UNEP & UN-HABITAT, 2009).

En un gran número de ciudades europeas y estadounidenses, los códigos de construcción más rigurosos, los certificados de energía obligatorios, los incentivos fiscales y los préstamos han tenido un efecto importante sobre la demanda de energía (C40, 2010b). El Fondo Revolvente de Energía de Toronto y el Programa de Ahorro de Energía Eléctrica de Austin (EE.UU.) han establecido normas de eficiencia energética más altas para

nuevas construcciones, y están liderando un detallado programa de modernización del stock de construcciones ya existentes (Austin Energy, 2009; C40, 2010c). Berlín exige una estrategia de energía solar térmica para las nuevas construcciones. Además, en la ciudad de Friburgo, las normas de vivienda eficiente en energía han reducido el promedio de consumo energético para la calefacción por hogar hasta en un 80 por ciento (von Weizsäcker et al., 2009). Como propietarios de grandes cantidades de edificaciones públicas, las autoridades locales pueden poner el ejemplo mediante la implementación de estrategias verdes en sus propias construcciones, las cuales tienen efectos benéficos para el desarrollo del mercado local de construcciones verdes.

4.3 Energía

Las ciudades concentran de un modo exclusivo la demanda de energía y dependen de fuentes energéticas cuyo origen se encuentra más allá de sus fronteras. Las ciudades tienen el potencial de disipar la distribución energética o de optimizar su eficiencia mediante la reducción del consumo de energía, y la adopción de sistemas de energía verde, incluyendo la microgeneración renovable, la calefacción distrital y las plantas de cogeneración (CHP, por sus siglas en inglés). Rizhao (China) se ha ido transformando en una ciudad alimentada mayoritariamente por energía solar. En sus distritos centrales, el 99 por ciento de los hogares usan calentadores solares de agua (ICLEI, UNEP & UN-HABITAT, 2009). En la ciudad de Friburgo las generosas tarifas de introducción de energía renovable han alentado la introducción de sistemas de energía solar fotovoltaica, abasteciendo al 1.1 por ciento de la demanda de electricidad de la ciudad. Un sistema de plantas de cogeneración a partir de la biomasa y un conjunto de turbinas eólicas proporcionan, respectivamente, el 1.3 y seis por ciento adicional de las necesidades energéticas de la ciudad (IEA, 2009).

Las ciudades de Oslo y São Paulo han aprovechado la energía generada por instalaciones hidroeléctricas cercanas para obtener una proporción considerablemente alta de energía renovable. Tanto la energía eólica como la mareomotriz se están convirtiendo en importantes fuentes de energía renovable para diversas ciudades, mientras que el calor geotérmico también puede ser explotado para proporcionar energía confiable, segura, y de bajo costo. La ciudad de Manila, ubicada en la isla de Luzón (Filipinas), recibe el siete por ciento de su electricidad a partir de fuentes geotérmicas (ICLEI, UNEP & UN-HABITAT, 2009). Un sistema de redes de suministro de energía descentralizado, con sistemas de calefacción distritales, puede proveer la calefacción de espacios interiores y del agua para grandes complejos urbanos como hospitales, escuelas,

universidades, o barrios residenciales. Estas pueden reducir significativamente la demanda total de energía. Su eficiencia mejora considerablemente con sistemas de generación energética por medio de CHP. Por ejemplo, el sistema de calefacción de la ciudad de Copenhague abastece al 97 por ciento de la ciudad con calor generado a partir de residuos (C40, 2010d).

4.4 Vegetación y paisaje

Si bien las ciudades están constituidas principalmente por edificios e infraestructura, también pueden albergar una proporción considerable de espacios abiertos. Pese a su crecimiento sostenido, ciudades como Johannesburgo, Londres y Delhi han mantenido niveles altos de espacios abiertos verdes (parques, jardines públicos y privados), mientras que otras ciudades como El Cairo, Tokio y la Ciudad de México cuentan con niveles menores. Parques y jardines, zonas verdes protegidas, árboles en las calles y los viveros, todos, ofrecen un servicio medioambiental de vital importancia, puesto que actúan como pulmones verdes al absorber y filtrar la contaminación del aire o de aguas residuales (TEEB, 2010). También, proveen un hábitat para la flora y fauna local y ofrecen beneficios recreativos a sus habitantes.¹⁰ Como se mencionó antes, un estudio del Corredor Verde de Toronto ha identificado a sus pantanos y bosques como sus recursos más valiosos en términos de servicios ambientales, incluyendo el almacenamiento de carbono, hábitat, filtración y regulación del agua, control de inundaciones, tratamiento de residuos y actividades recreativas (Wilson, 2008).

Además, la existencia de áreas verdes ajardinadas ayuda a regular los procesos naturales, incluyendo la mitigación de temperaturas locales extremas: un incremento del diez por ciento en la superficie cubierta por árboles reduce el uso de energía en sistemas de calefacción y enfriamiento entre un cinco y diez por ciento (McPherson et al., 1994). La presencia de vegetación y espacios abiertos sin pavimentar desempeñan un papel importante en la reducción de los volúmenes de agua de lluvia, ayudando a las ciudades a gestionar las consecuencias causadas por fuertes lluvias y sirviendo de ayuda como protección natural, ante inundaciones en ciudades costeras. Existen nuevas estrategias de diseño, las cuales han sido pioneras en el uso de tejados y fachadas verdes en edificios con el fin de aumentar

¹⁰ A escala macro, las estrategias para el enverdecimiento de la ciudad protegen áreas verdes ya existentes ante proyectos de desarrollo. Tales medidas son de especial importancia en la periferia de las ciudades, por ejemplo, en ciudades como Portland (EE.UU.) o Londres (Reino Unido), en donde las fronteras urbanas han frenado el crecimiento de proyectos de desarrollo. En Estocolmo, gracias a la protección de áreas verdes, casi toda la población vive a menos de 300 metros de parques y áreas verdes (City of Stockholm, 2009).

la cantidad de superficies naturales (en oposición a las superficies construidas) en las ciudades, y para reducir la demanda de energía para enfriamiento. Por ejemplo, Itabashi City, en Tokio, está promoviendo el uso de plantas trepadoras como 'cortinas verdes' en edificios públicos y casas particulares para evitar el sobrecalentamiento de las construcciones durante el verano y reducir el uso de aire acondicionado (ICLEI, 2009b).

4.5 Agua

Las ciudades requieren un volumen considerable de transferencia de agua desde zonas rurales a las áreas urbanas, para las cuales las fugas del vital líquido son siempre una preocupación importante. La modernización y sustitución de las tuberías han contribuido a ahorros netos de hasta 20 por ciento del agua potable en muchas ciudades industrializadas. Tan solo durante los últimos diez años, el nuevo sistema de agua potable de la ciudad de Tokio ha reducido el desperdicio de agua en un 50 por ciento (C40, 2010e). Se ha comprobado que las tarifas volumétricas son las más eficaces para incentivar un uso eficiente del agua. En muchas ciudades se están introduciendo medidores de agua y han dejado de lado las tarifas simples de acceso al agua. Un método para maximizar la utilidad del agua consiste en el uso del 'efecto cascada', por el que el agua residual generada en un proceso puede ser utilizada en otro proceso con menores requerimientos en calidad del recurso (Agudelo et al., 2009).

Con el fin de reducir el consumo de agua y de proveer alternativas al suministro de agua canalizada por acueductos, se puede captar el agua de lluvia y utilizarse como un recurso potable y no potable. Tales servicios apenas pueden ser implementados en ciudades en donde exista una mayor disposición a pagar por el agua que en zonas rurales (véase el capítulo 'Agua'). Para contrarrestar los severos problemas de escasez de agua en la ciudad de Delhi (India), la Corporación Municipal volvió requisito indispensable la captación de agua de lluvia para todos los edificios con un área de azotea mayor a los 100 m² y una superficie mayor a los 1,000 m². Se ha estimado que 76,500 millones de litros de agua al año estarían disponibles para la recarga de aguas subterráneas (ICLEI, UNEP & UN-HABITAT, 2009). En la ciudad de Chennai, también conocida como Madrás (India), la recarga de los acuíferos urbanos aumentó los niveles de agua subterránea en la ciudad en cuatro metros entre 1988 y 2002 (Sakthivadivel, 2007). Se ha comprobado que los incentivos fiscales han sido eficaces, en particular, la bonificación fiscal para los sistemas de recolección de Austin, que ahorran un estimado de 8.7 galones (33 litros de agua) por persona/día por unidad familiar de recogida de aguas de lluvia (Texas Water Development Board & GDS Associates, 2002).

4.6 Alimentación

La huella alimentaria de una ciudad repercute considerablemente en torno a sus credenciales verdes, especialmente si se considera el uso energético generado por el transporte de alimentos desde zonas remotas a los mercados urbanos (Garnett, 1996). Por ejemplo, el suministro alimentario de las ciudades europeas es responsable del 30 por ciento de su huella ecológica total (Steel, 2008). De forma más general, la urbanización está acompañada de una pérdida de tierra cultivable y de un aumento en la demanda de alimentos procesados por parte de consumidores urbanos. Aunque aún existe un largo camino por recorrer para lograr una reducción sustancial en las huellas alimentarias de ciudades altamente consumidoras, como Londres o Nueva York, hay indicios de que los mercados agrícolas están restableciendo exitosamente nuevos vínculos entre el interior de las ciudades y la agricultura regional. Otras ciudades se benefician de su privilegiada ubicación en el centro de parajes agrícolas ricos, lo que reduce la necesidad de viajes largos y costosos para el transporte de productos alimentarios. En Milán (Italia) hasta el 40 por ciento de sus productos agrícolas provienen de un radio de cuatro horas de viaje, lo que refleja la proximidad de la ciudad a los polos agrícolas del Valle Po y al Mar Mediterráneo.

Aproximadamente entre el 15 y 20 por ciento de los alimentos del mundo son producidos en áreas urbanas, con cosechas urbanas y productos animales que a menudo representan una parte sustancial de los requerimientos alimenticios urbanos por año (Armar-Klemesu & Maxwell, 2001). El importante papel de la producción de alimentos en las ciudades es una característica común de muchas ciudades de países en vías de desarrollo. Algunas estimaciones sugieren que el 35 por ciento de los hogares en la ciudad de Nakuru (Kenia) se dedicaron a la agricultura urbana en 1998, y lo mismo sucedió en casi la mitad de los hogares en Kampala (Uganda) en 2003 (Foeken, 2006; David, 2010). En la ciudad de Accra (Ghana) el 90 por ciento del suministro de verduras se produce dentro de los límites urbanos (Annorbah-Sarpei, 1998). Existen proyectos exitosos de agricultura urbana dispersos en diversas ciudades del mundo occidental, si bien frecuentemente son a pequeña escala, usando jardines comunitarios, espacios en las azoteas y espacios urbanos abandonados. En ciudades en retroceso, como Detroit (EE.UU.), granjas urbanas fueron establecidas en algunas áreas donde la presión de los proyectos de desarrollo en los suelos es particularmente baja (Kaufman & Bailkey, 2000).

4.7 Desechos

Las ciudades, al ser espacios con alta concentración de personas y actividades, se han convertido en focos de

economía residual, desempeñando un papel dominante sobre la huella ecológica urbana. Sin embargo, las ciudades han demostrado tener una gran capacidad para encontrar soluciones verdes que reduzcan la cantidad total de residuos, aumenten el reciclaje y desarrollen nuevas formas pioneras de tratar los residuos inevitables de forma ecológicamente correcta. Las ciudades de los países en vías de desarrollo por lo general sufren de un sistema de recolección de basura informal e inadecuado, como en Zabbaleen, en El Cairo (Aziz, 2004; Bushra, 2000), en donde un gran número de trabajadores informales, en su mayoría recolectores de basura y recicladores, fueron los responsables de implementar sofisticados sistemas de reutilización y reciclaje. Sin embargo, esos empleos normalmente no obedecen a las exigencias de trabajo digno y las estrategias verdes sobre los residuos en esos contextos no reconocen el potencial de esos actores (Medina, 2000) e implementan modelos de reciclaje caros basados en el uso de tecnologías (Wilson et al. 2006).

En muchas ciudades europeas, los niveles de reciclaje regional son aproximadamente del 50 por ciento, mientras que en la ciudad de Copenhague apenas se envía el tres por ciento de sus residuos a los rellenos sanitarios (C40, 2010f). En 1991, Curitiba estableció un programa de intercambio verde (cambio verde) que incentivaba a las personas a intercambiar residuos reciclables por fruta y verduras frescas que las autoridades de las ciudades habían adquirido de excedentes locales (Anschütz, 1996). El compostaje es otro componente esencial para el verdecimiento del sector de residuos. Algunos ejemplos positivos de lo anterior van desde el sistema descentralizado de compostaje en la ciudad de Dacca hasta los programas municipales de compostaje de alimentos en San Francisco, (Zurbrügg et al., 2005).

4.8 Infraestructura y tecnología digital

Una evaluación acerca de la tecnología digital para ciudades verdes no fue incluida en esta sección del informe, pero hay evidencias cada vez mayores que sugieren que las ciudades son lugares naturales para invertir en infraestructura inteligente para alcanzar ambientes más sostenibles. Las ciudades proporcionan una masa fundamental de usuarios potenciales para un amplio rango de servicios basados en tecnologías de la información, trabajando con una infraestructura física compleja (como caminos, vías, sistemas de cableado y distribución). La infraestructura digital de internet y de los centros de datos han generado una infraestructura inteligente que conecta a las personas con otras personas; a las personas con sistemas ciudadanos; y a los sistemas de ciudadanos, con otros sistemas ciudadanos lo que permite a las ciudades y a sus habitantes responder a circunstancias en constantes cambios, adaptándose en tiempo casi real y reconociendo patrones para ayudarles a tomar decisiones informadas.

Adicionalmente, los sistemas de transporte inteligente están siendo usados para enfrentar las congestiones viales, facilitar el cargo de peajes u ofrecer información en tiempo real sobre problemas de tránsito de vehículos. Algunos ejemplos incluyen el sistema de Cuotas a la Congestión Vehicular de Estocolmo y el Sistema de Cuotas Electrónicas a Vehículos de Singapur. También, facilitan los esquemas de alquiler de bicicletas en muchas ciudades alrededor del mundo. Actualmente, en Ámsterdam están poniendo a prueba centros inteligentes de trabajo que permiten a los trabajadores utilizar instalaciones de oficinas locales, en vez de viajar a las oficinas principales (Connected Urban Development, 2008).

5 Habilitando ciudades verdes

Las secciones anteriores de este capítulo confirman que el proceso de enverdecimiento es complejo, fragmentado y multifacético. Crear ciudades verdes es y será un proceso igualmente complejo y fragmentado en un futuro próximo. No hay una fórmula única para ayudar a ciudades a adoptar el enfoque de ciudad verde, pero las ciudades que son flexibles y diversas estarán en una posición fuerte.

Esta sección aborda los principales obstáculos que limitan la adopción de políticas verdes en las ciudades y propone varias sugerencias prácticas para avanzar en el futuro, basándose en las mejores prácticas ya existentes en áreas metropolitanas de todo el mundo. Aunque no se espera ni se ha propuesto un modelo de “una solución única que funcione para todos”, se puede argumentar que las ciudades de países en vías de desarrollo como las de los países desarrollados encuentran barreras y obstáculos comunes que deben ser afrontados antes de que un desarrollo verde sea implementado. También se sugiere que una combinación de la reestructuración e innovación políticas, estimular el mercado y la participación de los consumidores es esencial para lograr una transición gradual hacia el enverdecimiento de las ciudades en las próximas décadas.

Antes de identificar los obstáculos clave es importante reconocer que un cambio hacia la responsabilidad ambiental -tanto en las ciudades como en todos los demás aspectos del debate sobre la economía verde- no es solamente un asunto técnico, sino uno que tiene profundas ramificaciones culturales y políticas. Por lo tanto, durante la fase de discusión sobre la implementación, la gobernanza y la responsabilidad democrática, junto con la participación dinámica del sector privado, deben ser considerados con la misma atención las innovaciones en la política, la planificación y la regulación. Las soluciones para ciudades verdes no se sucederán de forma inmediata a través de los enfoques clásicos de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba, pero sí por medio de acciones de una coalición de actores de las escalas nacional, estatal y local, la sociedad civil y sus múltiples subdivisiones, desde el sector privado y las instituciones, incluidas las universidades y organizaciones sin fines de lucro, a los grupos de interés que comparten un compromiso con el avance de la economía verde en las ciudades.

5.1 Obstáculos

Este capítulo argumenta que existen razones convincentes para justificar que el modelo de economía verde

pueda adoptarse en distintas ciudades alrededor del mundo. La Sección 4 identifica algunos ejemplos de las mejores prácticas en ciudades, tanto de países en vías de desarrollo como de países desarrollados, pero tal muestra, apenas representa una gota en el océano comparada con la vasta mayoría de nuevos desarrollos urbanos en África, Asia y América. Hoy en día, la mayoría de las ciudades alrededor del mundo están adoptando prácticas fundamentalmente insostenibles, como resultado de una combinación de los siguientes obstáculos y limitaciones, variando en importancia de acuerdo con su ubicación geográfica y su posición con respecto al ciclo de desarrollo económico y político:

- *Gobernanza fragmentada* – falta de coordinación entre estructuras políticas que promuevan medidas de economía verde a nivel supranacional, nacional, regional y metropolitano;

- *La accesibilidad en términos de costo* – medidas verdes incluso eficientes en términos de costo puede estar fuera del alcance de las ciudades más pobres, dejándolos presa de una infraestructura que lleva a generar mayores desechos;

- *Falta de inversión* – a pesar de la aceptación generalizada que se tiene respecto de la importancia de una economía verde para contribuir al bienestar general, los sectores públicos y privados no han dado prioridad a la inversión verde en infraestructura urbana básica (como la planeación, el transporte y estrategias de vivienda verdes);

- *Intercambios negativos* – sin una intervención eficaz en políticas públicas y en inversión en infraestructura (las cuales promuevan la productividad y la eficiencia de recursos), las estrategias para una ciudad verde pueden conducir a un mayor congestionamiento (de personas y de vehículos), y a un incremento en el valor de las tierras y de los costos de vida;

- *Preferencias de los consumidores* – ante la oportunidad de hacerlo, es posible que los consumidores no estén dispuestos a adoptar nuevos modos de vida urbana si esto significa cambios en los patrones de consumo individuales y colectivos (por ejemplo, conjuntos de viviendas con alta densidad, uso de transporte público);

- *Costos asociados al cambio de proveedores* – los altos costos de una transición a corto plazo (bienestar y capital) para los negocios que transiten de un modelo

marrón a uno verde, dejan a muchas compañías sin la compensación adecuada para hacer futuras inversiones;

■ *Negocios con intereses creados* – la dinámica industrial de la construcción, la construcción de caminos y carreteras e infraestructura es renuente a cualquier cambio que desafía los actuales modelos de negocio y amenaza el potencial de beneficios de corto plazo de la inversión;

■ *Aversión al riesgo* – los individuos, las organizaciones corporativas y gubernamentales son reacias a cualquier cambio que no muestre una mejora inmediata en el bienestar económico, la calidad de vida o el estatus dentro de una comunidad;

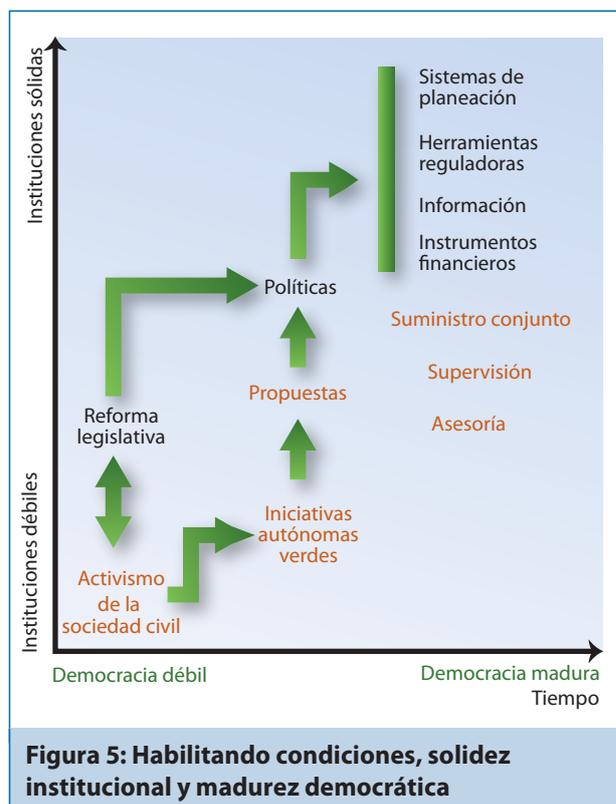
■ *Políticas perversas* – este tipo de políticas producen bienes y servicios a un precio por debajo del costo, por lo que se alienta un consumo exacerbado. Tales políticas incluyen los subsidios a la infraestructura de carreteras; las fallas resultantes de no cobrar a los desarrolladores el costo total de los servicios e infraestructura que los nuevos desarrollos requieren; diversas disminuciones fiscales que fomentan la adquisición de hogares y otras medidas de políticas públicas que facilitan la expansión urbana y el uso de automóviles particulares como el principal medio de transporte; y

■ *Respuesta conductual y el 'efecto rebote'* – los consumidores pueden responder a los menores costos de energía (generados por medidas de eficiencia energética), ya sea incrementando el consumo de energía per cápita o gastando sus ahorros e incrementando el consumo total por persona.¹¹

5.2 Habilitando estrategias

Superar esta serie de obstáculos y limitaciones requiere de una respuesta multifacética a lo largo de diferentes sectores, que sea a su vez abordada desde la gobernanza y la planificación, hasta los incentivos y el financiamiento.

La Figura 5 ilustra la amplitud de los instrumentos y herramientas de políticas que pueden promover las inversiones en las ciudades en el proceso de enverdecimiento. De manera importante, destaca la correlación entre la efectividad a lo largo del tiempo en relación con la solidez de las instituciones locales y la fortaleza del sistema democrático en diversos contextos urbanos. Al trazar las



condiciones favorables disponibles en sistemas que tienen instituciones tanto fuertes como débiles contra democracias más débiles y más maduras, el gráfico sugiere que el proceso de cambio es, en la mayoría de los casos un largo proceso que requiere del desarrollo de instituciones maduras, antes de que se puedan implementar cambios de largo plazo, reconociendo que el activismo de la sociedad civil y las iniciativas verdes autónomas pueden ser efectivas a corto y medio plazo, especialmente, en instituciones más débiles y en democracias menos maduras.

Todos estos factores de transición sugieren que es fundamental desarrollar estrategias de política no solamente a escala local y urbana, sino también en los ámbitos regional y nacional. De forma más amplia, los formuladores de políticas deben considerar las condiciones que irán a permitir que las ciudades en diferentes partes del mundo hagan una transición hacia modelos de economía verde *considerando* la madurez de su propia infraestructura política.

Para superar los obstáculos y las limitaciones existentes, las soluciones conjuntas son esenciales. Por ejemplo, las soluciones de ingeniería deben ser complementadas con instrumentos fiscales como la fijación de precios del carbono (Birol & Keppler, 2000; en Allan et al., 2006) para extraer los beneficios de las mejoras en eficiencia técnica, mientras se evitan los indeseables 'efectos rebote'.

Resulta muy complicado alcanzar sinergias de ciudades verdes que simultáneamente generen prosperidad

¹¹ Véase Allan et al. (2006). Sin embargo, von Weizsäcker et al. (2009) sugieren que los ahorros en costos de energía pueden ofrecer a los hogares el capital necesario para invertir en mayores medidas de ahorro energético y al Estado los medios para invertir en I+D de energías renovables, posibilitando un ciclo de retroalimentación positivo.

económica, reduzcan la intensidad de uso de recursos y promuevan la inclusión social, pues los procesos y regímenes que no se responsabilizan adecuadamente por sus externalidades ambientales y sociales generan aún un valor económico agregado. Mientras no se atienda este asunto de forma adecuada, es poco probable que se encuentren las condiciones económicas propicias para progresar hacia el desarrollo de ciudades verdes.

Una respuesta global eficaz al problema del cambio climático implicará, por lo tanto, un apoyo financiero y tecnológico directo que permita a las ciudades de países en vías de desarrollo superar a las ciudades de países desarrollados en término de la planificación e implementación de la infraestructura más nueva y eficiente, que reducirá la intensidad en el uso de recursos y ahorrará dinero en las décadas venideras. Es por eso por lo que nos referiremos, en primer lugar, al tema de la gobernanza para establecer el principio de las estrategias centrales y habilitantes capaces de materializar dicho cambio.

5.3 Gobernanza

La gobernanza abarca las relaciones, formales e informales que vinculan a las diversas instituciones involucradas en el sistema urbano –los actores locales, metropolitanos, regionales, estatales, de la sociedad civil y del sector privado. Su calidad depende del nivel de confianza, de la reciprocidad y la legitimidad. Estas son reforzadas por mecanismos y oportunidades que facilitan un diálogo significativo y por organizaciones bien estructuradas de la sociedad civil, del sector empresarial y en el nivel gubernamental pertinente. Los imperativos prácticos del debate sobre los compromisos y prioridades en busca del desarrollo de ciudades verdes pueden contribuir a la madurez de las relaciones de gobernanza.

En contextos de gobiernos locales fuertes es posible concebir una variedad de instrumentos de planificación, regulatorios y de financiamiento para incrementar las inversiones verdes en infraestructura, un desarrollo económico verde y adoptar un enfoque múltiple para una mayor sostenibilidad urbana. En países donde el gobierno local es débil, o en donde imperan niveles bajos de confianza y un marcado desinterés en la política debido a la ineficiencia y/o corrupción, es importante señalar que, a menos que se fomenten movimientos culturales con una base amplia que puedan cambiar los horizontes aspiracionales de la gente común, será muy difícil promover e institucionalizar las diversas reformas verdes que se proponen en este capítulo.

En las ciudades más pobres, el desarrollo de esas capacidades es muy importante, así como el acceso a los

recursos financieros para invertir en los diferentes sectores de una ciudad verde. En este sentido, sería prudente adoptar un enfoque pragmático y minimalista que comprometa principalmente a los sectores locales como el agua, los residuos, la energía y el transporte a un número limitado de objetivos estratégicos. Estas son las principales áreas en donde se requiere del apoyo de gobiernos nacionales y organizaciones internacionales.

Los grupos que trabajan para promover los principios y prácticas necesarios para una ciudad verde precisan identificar formas prácticas de concebir y poner en práctica campañas de información de masas para hacer que los nuevos enfoques alternativos al consumo habitual sean una opción deseable para la gente común, especialmente para la clase media y trabajadora, pero también para los grandes segmentos de población, como la clase trabajadora pobre. En estos contextos, es importante difundir la idea de las conexiones que existen entre la reducción de la pobreza y las políticas locales, las cuales pueden entrelazarse con aspectos de infraestructura verde como los sistemas descentralizados y los sistemas de mantenimiento comunitario.

Sin embargo, los actores externos (a los agentes locales), sean las agencias de financiación o ministerios que operan en las oficinas locales, también trabajan en la inversión en infraestructura urbana y deberían tenerse en consideración para asegurarse de que están evaluando el valor potencial del salto tecnológico y un mayor número de sistemas de suministro descentralizado en las comunidades. Sin embargo, este ideal suena de inmediato ingenuo, debido a que estos enfoques tecnológicos socavan eficazmente el control político de las élites nacionales sobre los territorios locales. En consecuencia, promover instituciones eficaces y profundamente democráticas se convierte en una condición fundamental favorable para las ciudades verdes.

Una gobernanza efectiva también se materializará solo si se trata de un elemento fuerte en las prioridades o en la visión compartida por las distintas partes implicadas. Esta coalición puede promover la idea de un plan estratégico a largo plazo para la ciudad como complemento de los instrumentos de ordenación del territorio y del medio ambiente más convencionales. Por ejemplo, la organización internacional de la Alianza de Ciudades (Cities Alliance, 2007) promueve las llamadas Estrategias de desarrollo urbano (CDS, por sus siglas en inglés), que son las herramientas adecuadas para hacer frente a los nexos entre el crecimiento económico sostenible, la conservación y la restauración ecológica. Se basan en la premisa de que los gobiernos locales tienen poco poder o acceso a la financia-

ción para promover o imponer cambios y que las alianzas son la única forma práctica de avanzar.¹²

Esto debe ser respaldado mediante una asignación eficiente de recursos y sistemas de toma de decisiones que demuestren a todos los residentes de las ciudades que un progreso sistemático se está logrando hacia la meta a largo plazo de convertirse en una ciudad verde. Sin embargo, hasta la fecha, las iniciativas de economía verde a escala municipal han sido ampliamente desacopladas de las estrategias de políticas nacionales. Glaeser y Kahn (2010), en un estudio de las áreas metropolitanas en los EE.UU., han encontrado que las ciudades que presentan las emisiones más bajas de CO₂ per cápita, también tienden a tener las restricciones de planificación más rígidas. Ellos sugieren que “al restringir nuevos desarrollos, se da la impresión que las áreas más limpias del país están empujando el nuevo desarrollo hacia los lugares con emisiones más elevadas” (Glaeser & Kahn, 2010).

Resulta necesario hacer coincidir las iniciativas nacionales y ciudadanas como parte de un diseño e implementación coordinados con instrumentos de política para evitar un mosaico de objetivos, metas y programas descoordinados, y para permitir la explotación al máximo de las oportunidades costo-eficientes para reducir emisiones. En el ejemplo de EE.UU. antes mencionado, la falta de coordinación a nivel municipal se podría resolver en todo el país mediante un impuesto personal al carbono que internalice los costos ambientales del comportamiento de las familias, incluyendo las decisiones de localización. La reestructuración de gobernanza observada en varias partes del mundo incluye la devolución y el cambio de poderes a organismos supranacionales. Estos procesos incrementan la participación de los municipios como actores de política independientes. Además, estos actores desempeñan un papel importante en la implementación de políticas nacionales a nivel local, y en dar forma al entorno vital inmediato con instrumentos tradicionales de política local. Sin embargo, estos procesos también deben mejorar, ya que los esfuerzos de descentralización en la mayor parte de los países en vías de desarrollo, y especialmente en los países menos desarrollados, continúan siendo defectuosos, inequitativos y parciales (Manor, 2004).

12 “Los gobiernos locales por sí solos no pueden transformar enteramente a una ciudad. Estos controlan una porción minúscula del capital disponible para la construcción civil y, a menudo, tienen una proporción incluso menor de talento disponible para la innovación urbana. Aunque sean importantes como catalizadores y representantes del interés público, en teoría, al menos, los gobiernos locales deben trabajar en asociaciones con intereses privados y la sociedad civil para cambiar la dirección del desarrollo de una ciudad, los procesos CDS (por sus siglas en inglés) están basados en asociaciones privadas, públicas y de la sociedad civil” (Cities Alliance, 2006).

Dentro de este marco contextual, es posible generalizar a partir de la práctica cotidiana, y sugerir una distribución potencial de funciones dentro de un sistema de gobernanza en tres niveles, el que podría contribuir a que la implementación de estrategias de ciudad verde resulte más eficiente. Además, los organismos internacionales y las redes bilaterales pueden habilitar a los gobiernos de los países en vías de desarrollo para invertir en ciudades verdes al proveerlas de financiamiento y apoyo mediante transferencias tecnológicas.

■ El *nivel nacional/estatal* crea las condiciones generales bajo las cuales la economía funciona y tiene, por ejemplo, un fuerte énfasis en la seguridad social, asegurando una política nacional del agua, proveyendo una infraestructura de importancia nacional y asegurando normas de diseño al implementar regulaciones generales de construcción. En el contexto de una economía verde, el gobierno nacional puede fijar un precio al carbono (impuesto al carbono), crear mercados para tecnologías limpias (fijar el precio del carbono, regulación, exenciones fiscales), financiar o habilitar inversiones significativas en infraestructura (red inteligente de suministro eléctrico) y establecer normas mínimas. Además del financiamiento, a escala nacional también deberían utilizarse políticas preferenciales para habilitar las ciudades verdes.

■ El *nivel metropolitano/regional* incluye toda la funcionalidad de la ciudad-región, aunque muy a menudo no existe una alineación entre las fronteras políticas y el desarrollo urbano. La gobernanza metropolitana atiende directamente tres de las cinco categorías principales del rendimiento medioambiental (salud, peligros y entornos urbanos de alta calidad) con responsabilidad sobre una amplia gama de funciones tales como la planeación estratégica, la regulación de la eliminación de residuos y la gestión del agua; la supervisión de bancos regionales e hipotecarios, asegurándose de que la capacitación de habilidades coincida con los objetivos de la economía regional, promoviendo una infraestructura y operaciones de transporte verde, y estableciendo normas de construcción de uso flexible, objetivos verdes adicionales y la adaptación al cambio climático. Cada vez más, es el nivel metropolitano el que atiende la transferencia de costos ambientales y el consumo sostenible con objetivos dirigidos a la reducción del uso de carbono. En estos casos, se ha comprobado que son extremadamente beneficiosos los actores estratégicos, como las empresas de servicios públicos, capaces de invertir a largo plazo o de forma integrada en agencias de transporte multimodal, facilitando el enverdecimiento del transporte.

■ El *nivel local/municipal o distrital* funciona para las áreas cuya población oscila entre 100,000 y 500,000 residentes, y es responsable de la implementación de

políticas desarrolladas en otras esferas, gestionando objetivos verdes, implementando la gestión de alimentos y recursos con una consulta cercana con los residentes, supervisando las políticas locales y contribuyendo con aportaciones al desarrollo socio económico en otros ámbitos.

5.4 Planificación y regulación

Mientras que la gran proporción de prácticas informales hacen que la planificación y la regulación sean asuntos poco relevantes en algunas ciudades en países en vías de desarrollo, en ambientes políticos más complejos y maduros son los instrumentos de política más comunes que dan forma al desarrollo urbano. En estos casos, los instrumentos varían desde la planificación estratégica y el uso de suelo hasta los códigos de construcción y la regulación medioambiental. Además de regular los resultados medioambientales deseados, ayudan a poner en marcha la innovación verde y a crear una demanda para productos verdes en varios niveles.

Con el fin de maximizar sinergias a través de diversos sectores urbanos, es fundamental contar con una planificación integral que combine el uso de suelo y el desarrollo urbano con otras políticas, y que trascienda a la región urbana funcional en las ciudades para lograr un mejor rendimiento medioambiental. Por ejemplo, el programa Eco2 Cities del Banco Mundial, recientemente puesto en marcha, demuestra el porqué la planificación, el financiamiento y la infraestructura son imperativos inextricablemente vinculados a un mundo de bajo consumo de carbono (Suzuki et al., 2010). Este programa aboga por un enfoque sistémico para: “apreciar los beneficios de la integración de la planificación, el diseño y la administración de todo un sistema urbano”. En un nivel práctico, esto implica que todas las ciudades necesitan entender su forma urbana, la naturaleza y los patrones de los flujos materiales a lo largo del sistema urbano.

Las intersecciones entre infraestructura y dinámica, la capacidad de adaptación o vulnerabilidad de la estructura urbana son aspectos cruciales. Tal como se ha descrito previamente, no resulta poco común el que haya poblaciones empobrecidas que vivan sin acceso a diversas redes de infraestructura en las áreas más vulnerables a condiciones climáticas en una ciudad (Moser y Satterthwaite, 2008). Tienen que considerarse los posibles impactos sobre la estructura urbana y el flujo de recursos durante la fase de planificación de inversión en infraestructura, especialmente si se consideran las grandes sumas de dinero requeridas para los gastos en áreas de rápida urbanización. Sobre todo, la sostenibilidad urbana dependerá de cómo y hacia dónde sean asignadas dichas inversiones.

Un entendimiento combinado de la estructura urbana y el flujo de recursos ayudan a aislar acciones efectivas para lograr una mayor eficiencia de recursos. También obliga a visualizar un horizonte a largo plazo para comprender las tendencias, los puntos estratégicos de intervención, y el cómo sopesar los intercambios entre varios espacios de una región urbana. Si está basado en información correcta, generará el potencial para proveer una base compartida para comprender qué sucede en una ciudad, hacia dónde se dirige y qué se necesita para cambiar la eficiencia total del sistema urbano (Crane, Swilling et al., 2010). Solamente cuando este tipo de análisis y discusión política se vuelva una práctica común es que se podrá alcanzar un compromiso amplio para una planificación estratégica eficaz a largo plazo.

El reciente Informe Global de ONU-Hábitat sobre Asentamientos Humanos pretende atraer la planificación al centro de los debates sobre desarrollo urbano (UN-HABITAT, 2009), fortaleciendo la idea de una planificación espacial estratégica que enfatice en un “plan espacial directivo, de largo alcance, y de ideas espaciales amplias y conceptuales”, en oposición a un plan maestro tradicional con diseños espaciales detallados. Un componente central de la planificación estratégica es la vinculación de los planes espaciales y de infraestructura, y la promoción del transporte público para lograr una mayor compactación y accesibilidad urbanas. Muchas ciudades, particularmente en Europa Occidental, han adoptado una planificación estratégica, mientras que otras, incluida la ciudad de Johannesburgo, están optando por nuevos marcos de planificación regulatoria que sirvan como base para nuevos enfoques.

Para implementar las acciones necesarias para afrontar la crisis ambiental global es también crucial que los gobiernos de las ciudades insistan en la reforma de la planificación. Desempeñar tales roles requiere de una gran capacidad para lograr una planificación eficaz. Dicha forma de planificación implica una unión metódica con la estructura urbana y los flujos de las ciudades para identificar la mejor manera de secuenciar, coordinar e integrar diversas inversiones en infraestructura que establecerán el trayecto a largo plazo para alcanzar una eficiencia urbana, competitividad e inclusividad.

Los ejemplos citados en secciones previas de este capítulo sugieren que las estrategias más efectivas de planificación para una ciudad verde tienen un impacto directo en su tamaño y forma, y en su área metropolitana. La reutilización de áreas urbanas ya existentes, al mismo tiempo que se restringe la expansión y periferalización, es clave para la creación de ambientes urbanos sostenibles, especialmente cuando se modernizan

Fronteras de crecimiento urbano	Establecer límites claros a cualquier tipo de proyecto de desarrollo de construcción alrededor de las ciudades para limitar la expansión urbana; crear corredores verdes que protejan los ecosistemas existentes.
Regulación del uso de suelo	Establecer una regulación por zonas que priorice el desarrollo de las zonas céntricas de la ciudad, de las zonas industriales abandonadas antes que de los terrenos no urbanizados a lo largo y ancho de la ciudad.
Regulación de la densidad	Proveer niveles mínimos de densidad en lugar de niveles máximos; establecer normas claras de densidad en toda la ciudad (por ejemplo, Proporción de Área de Suelo, FAR*) en apoyo al desarrollo de ciudades compactas con una preferencia por la alta densidad, clústers de uso mixto entorno a nodos de transporte público.
Bono de densidad	Ofrecer bonos al desarrollo que permitan incrementar los derechos de desarrollo (por ejemplo, áreas de suelo adicional respecto a las regulaciones de planificación estándar) para proyectos verdes que apoyen la sostenibilidad local y en toda la ciudad.
Poderes especiales de planificación	Establecer corporaciones de desarrollo urbano o compañías de regeneración para promover y habilitar proyectos verdes.
Regulación vehicular y de tránsito	Regular por tipo de vehículo, normas de emisión, límites de velocidad y la asignación de espacio vial que favorezca el transporte verde y especialmente el transporte público verde.
Estándares para estacionamientos	Ofrecer estándares máximos (y no mínimos) de estacionamiento; reducir las normas de estacionamientos para automóviles particulares al mínimo (por ejemplo, menos de un automóvil por familia), especialmente en áreas con una alta accesibilidad al transporte público.
Desarrollos con zonas libres de automóviles	Ofrecer incentivos de planeación para el desarrollo de espacios urbanos libres de automóviles en áreas de alta densidad y accesibilidad al transporte público.
Normas mínimas de emisiones	Regular emisiones mínimas de carbono y estándares de eficiencia energética a nivel local para edificaciones y vehículos.

Tabla 6: Instrumentos de planificación y regulación selectos

* FAR, por sus siglas en inglés (Proporción de Área de Suelo/Índice de Ocupación de Suelo, conocida también como edificabilidad). Es la medida de densidad más común para propósitos de planificación. Se calcula mediante la suma del área total de espacio residencial y comercial, y se divide entre el área total del sitio de urbanización

ciudades maduras con zonas industriales previamente desarrolladas. El aumento y mantenimiento de los niveles de densidad urbana son deseables pero solo serán exitosos si se asocian con otros servicios, como sistemas de transporte público de alta calidad y espacios públicos. Resultan esenciales el diseño urbano, las normas sobre espacios públicos y una estructura urbana policéntrica, la cual aliente los desarrollos de uso mixto y la variación de densidades con niveles máximos en torno a nodos apoyados en el transporte público. Con el fin de asegurar la sostenibilidad medioambiental, debe existir una voluntad política en contra del desarrollo en terrenos no urbanizados, tanto en ciudades maduras como recientemente establecidas, hasta que todo el espacio urbano disponible haya sido desarrollado con densidades adecuadas. Aunque existe una amplia gama de herramientas de planeación y regulación que pueden ser de particular importancia para la implementación de ciudades verdes, la Tabla 6 resume algunos de los instrumentos más efectivos, a través de ejemplos mencionados anteriormente en este capítulo, que han ayudado a alcanzar un cambio sostenible.

5.5 Información, concientización y compromiso cívico

Una planificación y gobernanza efectivas, en diferentes niveles administrativos, requieren de información

de alta calidad para ayudar a crear conciencia entre los residentes urbanos con el fin de promover un cambio conductual. Además, debido a que las ciudades contienen grandes mercados de consumidores, los cuales son potencialmente valiosos para los productores de bienes y servicios verdes, la información es una herramienta fundamental para influir en la elección de esos consumidores. Sin embargo, las preferencias de los consumidores en los países desarrollados y en vías de desarrollo no siempre son verdes. Por ejemplo, los desarrollos urbanos con alta densidad no son muy populares en muchas partes de Reino Unido y Europa (Cheshire, 2008), asimismo está bien documentado que existe una fuerte propensión a la suburbanización en América del Norte.

Al mismo tiempo, la información y comunicación activa sobre los posibles beneficios derivados de estilos de vida más verdes en las ciudades puede permitir que los consumidores tomen decisiones mejor informadas. Por ejemplo, los nuevos residentes en Múnich reciben un paquete de información sobre oportunidades de movilidad verde. Utilizar tales herramientas también puede tener un impacto en el comportamiento de los negocios como ha sucedido en la ciudad india de Surat, uno de los centros industriales más grandes en el Estado de Gujarat, en donde se ha utilizado una combinación de información y de herramientas de aplicación normativa para obligar a las industrias textiles a reducir la contaminación del agua, ahorrándoles dine-

Monitoreo	
Medidas de desarrollo medioambiental	Establecer nuevos estándares de contabilidad y de mediciones comparativas (<i>benchmarking</i>) para el rendimiento medioambiental a nivel ciudadano
Objetivos de desarrollo medioambiental	Establecer objetivos claros, temporales y específicos por sector con base en indicadores de desarrollo robustos para el desarrollo de una ciudad verde.
Presupuesto de carbono	Asegurarse que cualquier estrategia de desarrollo urbano o política a lo largo de todos los niveles será analizada en términos de sus efectos sobre las emisiones de carbono.
Presupuesto Ecológico (ecoBUDGET)	Introducir este nuevo sistema de administración para recursos naturales y calidad ambiental, medido y contabilizado bajo un presupuesto.
Índice de Biodiversidad ciudadano	Adoptar un índice de biodiversidad ciudadano que combine la cuantificación de la biodiversidad, servicios relacionados al ecosistema y a la administración.
Sistemas de Información Geográfica (SIG)	Integrar herramientas de análisis con base en mapas en todos los procesos, permitiendo a las ciudades rastrear y planificar de mejor forma los espacios urbanos.
Compromiso	
Accesos 'on-line'	Incrementar el acceso a internet, particularmente en las comunidades más empobrecidas, al mismo tiempo que toda la información relevante esté disponible en línea.
Consulta pública	Compromisos con base en asuntos relevantes con las comunidades locales y debates públicos con políticos para presentar y defender los planes de desarrollo.
Activismo local	Aprovechar el potencial del activismo local para mejorar la calidad de vida y el medio ambiente mediante proyectos comunitarios.
Transparencia	Asegurar niveles máximos de transparencia y promover una legislación sobre libre acceso a la información.
Democracia electrónica	Reconocer el papel de la gobernanza y la participación electrónicas en el suministro y acceso a la información para monitorear y alcanzar objetivos sostenibles.
Concientización	
Educación	Currículo escolar que incluya la 'educación verde' y ofrezca 'capacitación verde' profesional para organizaciones públicas y privadas.
Campañas públicas	Incrementar los niveles de concientización sobre las ventajas de las estrategias de una ciudad verde, particularmente de la vida en una ciudad compacta y del transporte verde.
Etiquetado	Etiquetado ecológico en artículos de consumo para ayudar a los consumidores a elegir de manera más informada y ofrecerles incentivos adicionales para adquirir productos verdes.
Medidores inteligentes	Un nuevo monitoreo inteligente y dispositivos de medición pueden ofrecer información en tiempo real sobre el uso de recursos: 'sin medidores inteligentes no hay consumidores inteligentes'.
Paquetes de bienvenida	Ofrecer paquetes de bienvenida con información a residentes nuevos sobre cómo vivir de manera más verde. Esto sobre la base de que el comportamiento puede cambiarse más fácilmente cuando se está estableciendo una nueva rutina diaria.
Mejores prácticas	Difundir información sobre proyectos de ciudades verdes que han funcionado exitosamente en otros lugares para adaptarlos a contextos locales.
Proyectos demostrativos	Establecer proyectos piloto dentro de las ciudades para permitir una mejor evaluación y exposición pública de nuevos métodos.

Tabla 7: Instrumentos con base en información seleccionados

ro en dicho proceso. Una empresa importante redujo su contaminación en un 90 por ciento, el uso de energía en un 40 por ciento y el uso de químicos en un 85 por ciento (Robins & Kumar, 1999).

La Tabla 7 presenta una serie de herramientas que cubren tres amplias categorías de monitoreo, compromiso y concientización. Los instrumentos seleccionados han sido esenciales para el éxito de algunos ejemplos de enverdecimiento de ciudades, o bien, han ganado especial relevancia en el discurso actual.

5.6 Incentivos

La información por sí misma es insuficiente para cambiar los patrones de comportamiento y necesita complemen-

tarse con incentivos para conseguir un cambio duradero. En parte, esto puede ser necesario para minimizar los costos de ajuste de ciudadanos y empresas. Por ejemplo, las empresas y trabajadores de las industrias marrones pueden afrontar precios más altos cuando las ciudades cambian sus estructuras hacia modelos más verdes. Los formuladores de políticas a nivel nacional y municipal tienen que compensar a estos perdedores a corto plazo al tiempo que recalibran las economías urbanas.

Los incentivos pueden conformar parte del mismo sistema fiscal (recortes a impuestos o tasas a pasivos ambientales), de otro tipo de cuotas (peaje) o de pagos (subsidios focalizados). Los subsidios fueron utilizados exitosamente como parte de una combinación de políticas en Bavaria durante las décadas de 1990 y 2000. Las iniciativas estatales de Futuro Bavaria y High Tech cos-

Impuesto a los combustibles	Aumentar el impuesto a los combustibles para internalizar los costos externos por el uso de automóviles particulares y para ajustar la demanda de capacidad vial.
Fijación de precios del carbono	Esquemas internacionales, nacionales y regionales de límite e intercambio (cap and trade) que establezcan un límite máximo a las emisiones de carbono que se estén comercializando.
Fijación de precios por servicios ambientales	El pago por servicios ambientales (PSA) que vincule a beneficiarios y proveedores de servicios conexos.
Reducir incentivos perversos	Eliminar las reducciones fiscales o los incentivos que promueven trayectos más largos (Alemania) o las viviendas unifamiliares.
Incentivos fiscales	Proveer financiamiento o reducciones fiscales a los ciudadanos o compañías que inviertan en energía renovable, en la modernización de edificaciones u otros proyectos verdes.
Peaje por uso de caminos	Administrar la demanda del tránsito y ajustar o disminuir los niveles vehiculares a la capacidad vial disponible mediante cuotas por el uso de automóviles particulares en ciertas zonas de las ciudades.
Tarifas de estacionamientos	Cobro de tarifas de estacionamiento de entrada por salida con base en precios de mercado para reducir la demanda de aparcamiento y liberar espacio para darle un uso de mayor valía.
Impuesto al desarrollo de tierras	Gravar la liberación de nuevas tierras para maximizar su uso y contribuir al financiamiento de proyectos de desarrollo en infraestructura verde.
Subasta de tierra	Limitar el sobreconsumo de tierras mediante la imposición de un tope a la liberación de nuevas tierras que después serán subastadas.
Subasta de placas para vehículos	Limitar el crecimiento de la cantidad de vehículos particulares mediante la imposición de un tope a cierto número máximo de autos y la subasta de las placas correspondientes.

Tabla 8: Incentivos seleccionados

taron más de 4,000 millones de euros, principalmente en I+D, y en transferencia de tecnología en la ciudad de Múnich. Dichas inversiones ayudaron a poner en marcha al sector de tecnologías ambientales de la ciudad, que contabilizó la mayor cantidad de patentes de tecnología limpia en Alemania en 2007 (Rode et al., 2010).

Además de ofrecer incentivos económicos directos, los gobiernos municipales también ofrecen servicios públicos, como personal educativo y capacitación, espacios para negocios e infraestructura verde. Tales servicios no solamente reducen los costos de los negocios para enverdecerse, sino que contribuyen a generar un cambio en el ambiente empresarial hacia uno cuya norma sea las actividades bajas en carbono.

Al mismo tiempo, la fijación de precios totales (internalizando los costos ambientales externos), ya sea como impuestos o cargos a usuarios, es esencial para inducir comportamientos, de modo que sean consistentes con los criterios de una ciudad verde. Las medidas de fijación de precios totales han sido exitosas para administrar la demanda de energía, agua y otros recursos, y se le han encontrado diversas aplicaciones en contextos urbanos. Recientemente, muchas ciudades en EE.UU. han introducido 'cuotas de impacto' para recuperar el costo de infraestructura adicional como carreteras, telecomunicaciones o escuelas, que son necesarias para nuevos proyectos de desarrollo (Brueckner, 2000). También, pueden ayudar a evitar efectos rebote negativos causados por un sobreconsumo, resultante de los ahorros en eficiencia. Además, una medida semejante -impuestos ambientales -puede ser empleada para re-

ducir costos de mano de obra, impulsando la creación de nuevos empleos.

En la Tabla 8 se presentan las principales herramientas de fijación de precios en un contexto urbano. Dicha tabla resume algunos de los instrumentos más efectivos que han logrado un cambio sostenido en ejemplos mencionados anteriormente en este capítulo.

5.7 Financiamiento

Las finanzas pueden representar un serio obstáculo en la introducción de políticas adecuadas para alejar a las ciudades de una dinámica intensiva en el uso de carbono y de otros recursos. Aunque existen diversas fuentes de ingreso, en muchos países la política fiscal nacional impide que las autoridades locales recauden suficiente capital, tanto de manera local como en los mercados financieros internacionales. Esta situación ha sido reforzada en muchas partes del mundo en vías de desarrollo mediante reformas de descentralización que muchas veces han resultado en una dispersión de las funciones del gobierno central, sin que ello signifique una transferencia de recursos y poder para las autoridades autónomas de menor nivel. Por encima de esto, existe la presión ejercida por la necesidad de ofrecer concesiones fiscales para atraer potenciales inversionistas extranjeros y nacionales.

Tres imperativos son claves para desarrollar el financiamiento en ciudades verdes. En primer lugar, se debe comprender a detalle la situación financiera actual en términos de las potenciales ganancias. Dicho análisis debe

Impuestos	Las ciudades deben tener la capacidad de aumentar sus impuestos locales y las tarifas por servicios, ya que estas son las fuentes de ingreso que pueden utilizarse para apoyar estrategias públicas verdes en las ciudades.
Costos de recuperación	Establecer tarifas de usuarios para los servicios municipales puede ayudar al enverdecimiento de estos servicios y a apoyar el desarrollo de alternativas ecológicas.
Captura del valor de la tierra	Financiamiento del transporte público basado en modelos integrados de desarrollo del tipo 'transporte-propiedad'.
Micro-financiamiento	Oportunidades fundamentales de financiamiento en donde las microempresas estén involucradas en estrategias verdes ciudadanas, por ejemplo, el reciclaje en ciudades de países en vías de desarrollo.
Empresas públicas lucrativas	Ciudades que tengan acciones de compañías con fines lucrativos, por ejemplo, servicios que permitan las inversiones verdes a largo plazo.
Grupos de compra	Las ciudades también pueden trabajar conjuntamente para adquirir tecnología y así reducir su costo.
Créditos de carbono	Actualmente, los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) pagan una serie de proyectos de verdes ciudadanos en Bogotá, São Paulo y Dacca.

Tabla 9: Instrumentos financieros seleccionados

basarse en una comparación, nacional e internacional, con otras ciudades de dimensiones similares. En segundo lugar, los gobiernos municipales necesitan iniciar diversas formas de asociación con negocios locales y organizaciones comunitarias. Si las ciudades establecen un marco regulatorio que promueva el compromiso, en donde se actúe con transparencia y se respeten los rendimientos de las inversiones para los actores privados, entonces existirá una buena oportunidad para potenciar el capital del sector privado. En tercer lugar, se requieren redes horizontales y verticales. Las asociaciones y coaliciones permitirían la cooperación entre distintos municipios y regiones, bien como la participación internacional en varios foros de políticas de gobierno local.

Muchos de los proyectos de inversión verdes ciudadanas están al alcance de los gobiernos locales, los cuales pueden nivelarlos con fondos nacionales o privados para pagar el capital inicial de dichas inversiones. En Hong Kong, los enormes costos de una nueva infraestructura ferroviaria urbana están siendo cubiertos por

el principal operador de trenes de la ciudad, la Corporación del Metro de Hong Kong (MTR Corporation), la cual capitaliza el potencial inmobiliario de sus estaciones como parte de un modelo integral de desarrollo de propiedad de ferrocarriles (Cervero & Murakami, 2009). En París y Londres, los sistemas de alquiler de bicicletas son pagados por el sector privado a cambio de espacios publicitarios preferenciales. El biogás en los rellenos sanitarios de São Paulo es un recurso que es transformado en energía de forma privada a cambio de lo cual la ciudad recibe créditos de carbono. Una vez que se ha realizado la inversión inicial, este tipo de proyectos brindan un flujo de ingresos constante que puede ser reinvertido. Algunos proyectos ni siquiera necesitan una inversión capital inicial, pues dependen de regulaciones estatutarias, como los programas de construcción verde en las ciudades de Berlín o Austin.

La Tabla 9 ofrece una visión general de los instrumentos de financiamiento que han sido centrales para las actuales estrategias verdes ciudadanas. En los casos de éxito,

Empleo actual	Requisitos básicos de capacitación	Requisitos adicionales de habilidades con bajas emisiones de carbono	Nuevos empleos con bajas emisiones de carbono
Electricista	Aprendiz	Trabajo en azoteas; instalación de paneles solares	Instalador de paneles solares
Técnico para el mantenimiento de instalaciones de petróleo o gas costa afuera	Aprendiz	Tecnología eólica en alejada de la costa	Técnico para el mantenimiento eólico costa afuera
Técnico en aeronáutica	Aprendiz	Conocimiento tecnológico específico	Técnico para turbinas eólicas
Arquitecto	Licenciatura, maestría y experiencia laboral remunerada	Conocimiento sobre eficiencia energética y tecnologías neutras en carbono	Arquitecto para construcciones con bajas emisiones de carbono
Inversionista urbano	Licenciatura	Conocimiento práctico sobre carbono, comprensión de esquemas de comercio de carbono	Inversionista de carbono
Gerente de instalaciones	No se requiere ningún título o certificado en particular	Gestión de asuntos de sostenibilidad y energía	Gerente de instalaciones con bajas emisiones de carbono

Tabla 10: Capacitación adicional para empleos menos intensivos en emisiones de carbono

Fuente: adaptado del IPPR (2009)

muchas de estas herramientas han estado disponibles directamente para los gobiernos de las ciudades.

Una prioridad para cualquier planificación urbana verde es la inversión en infraestructura de transporte público que cumpla con criterio costo-eficientes, que particularmente desincentive la construcción de caminos y carreteras que promuevan el aumento en el uso de automóviles particulares. El transporte público de superficie, como el sistema BRT, debe desempeñar un papel central, especialmente en contextos de bajos ingresos. El transporte no motorizado tiene que ser reconocido como la base de cualquier sistema de transporte, y necesita una mayor contribución por parte del presupuesto general para transporte.

Tanto en los países en vías de desarrollo como en los desarrollados otra prioridad central es la inversión en educación y capacitación a nivel ciudadano. La capacitación a trabajadores en tecnologías verdes y en habilidades profesionales es necesaria para garantizar que esos trabajadores puedan tener acceso a oportunidades de empleos verdes. La Tabla 10 ofrece algunos ejemplos de Reino Uni-

do, desarrollados por el Instituto de Investigación de Políticas Públicas (IPPR, por sus siglas en inglés, 2009), los cuales ilustran la naturaleza y el alcance de la capacitación adicional requerida para promover un cambio hacia una economía menos intensiva en el consumo de carbono.

Sin embargo, para las ciudades más pobres el acceso al financiamiento, tecnologías verdes y habilidades específicas puede estar fuera de su alcance. En estos casos es necesario el apoyo en financiamiento por adelantado, en tecnología y fortalecimiento de capacidades por parte del gobierno nacional y de la comunidad internacional. Por ejemplo, respecto al cambio climático, el Acuerdo de Copenhague propone generar 100,000 millones de dólares por año para 2020 como apoyo para mitigar los efectos del cambio climático y la adaptación en el mundo en vías de desarrollo (Glemarec, Waissbein & Bayraktar, 2010). Tal financiamiento podría ser particularmente efectivo para habilitar a las ciudades de rápido crecimiento en el mundo en vías de desarrollo para superar a las ciudades desarrolladas en términos de planificación e instalación de una infraestructura eficiente que reduzca la intensidad en el uso de recursos y ahorre dinero en las décadas venideras.

6 Conclusiones

Las ciudades son los espacios en donde se concentran algunos de los desafíos más apremiantes en la actualidad: el consumo insostenible de recursos y energía, altas emisiones de carbono, contaminación y riesgos para la salud. Sin embargo, también son los lugares en donde radica la esperanza. Son imanes que atraen a millones de migrantes rurales en busca de mejores oportunidades económicas. El efecto neto de la urbanización sobre la reducción de la pobreza ha sido eficaz a escala mundial. Aunque la urbanización ha estado acompañada por una creciente presión sobre el medio ambiente en las ciudades, y por un aumento en la cantidad de personas en condición de pobreza urbana, estos problemas no son insuperables.

Conforme las naciones del mundo exploran nuevas trayectorias de desarrollo más sostenible, este informe argumenta que las ciudades pueden y deben desempeñar un papel de liderazgo en el enverdecimiento de las economías tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo. Existen claras oportunidades para que los líderes nacionales y municipales puedan explorar las áreas urbanas, de manera que se reduzcan las emisiones de carbono y la contaminación, se mejoren los ecosistemas y se minimicen los riesgos ambientales.

Enverdecer las ciudades también puede producir una serie de beneficios económicos y sociales más amplios. En primer lugar, al igual que la reducción de las emisiones de carbono per cápita, la densificación como una estrategia central de las ciudades verdes ayudaría a mejorar la productividad, promover la innovación, y reducir los costos de capital y de operación en infraestructura. La densificación también puede elevar la congestión urbana y el costo de vida local, pero las estrategias de una ciudad verde y las intervenciones para ofrecer subsidios a la vivienda pueden ayudar a mitigar estos efectos negativos.

En segundo lugar, en la mayoría de los países las ciudades serán espacios importantes para el surgimiento de una economía verde. La oferta básica de proximidad, densidad y variedad de las ciudades ofrece beneficios en productividad a las empresas, y ayuda a estimular la innovación y la creación de nuevos empleos, por ejemplo, en clústeres de alta tecnología, como los que ya han emergido en regiones urbanas como Silicon Valley. Gran parte de la economía verde está basada en el sector de servicios, y tenderá a agruparse en las áreas urbanas en donde los mercados de consumidores son mayores.

En tercer lugar, las consideraciones sociales pueden integrarse completamente en el diseño de las ciudades verdes. El énfasis en el transporte público, el uso de la bicicleta y la infraestructura peatonal, por ejemplo, no solo contribuyen a la seguridad de los caminos y a la cohesión comunitaria, sino que también favorecen la clase urbana de más bajo ingreso, la cual depende de estos medios de transporte mucho más que otros segmentos de la sociedad. La mejora consecuente en el acceso a empleos, educación, servicios médicos, energía limpia, agua potable y salud puede ser la clave para erradicar o disminuir la pobreza en las ciudades.

El enverdecimiento de las ciudades no está exento de costos. Existen costos de oportunidad y costos asociados al cambio de proveedores, los cuales generan ganadores y perdedores. Las preferencias de los consumidores no son siempre verdes. Las ciudades pueden enfrentar restricciones financieras, estructurales y tecnológicas. Y una gobernanza fragmentada puede conducir a resultados perversos en las políticas, si tales acciones no se llevan a cabo cuidadosamente a lo largo de distintos niveles espaciales. El 'efecto rebote', según el cual las innovaciones en el ahorro energético terminan por incrementar el consumo de energía total, es una buena ejemplificación sobre cómo podrían resultar estas cuestiones.

Estos factores sugieren que es fundamental poner atención a los instrumentos de política a nivel municipal y nacional, y a las condiciones que permitirán que las ciudades, en distintas partes del mundo, logren transitar hacia modelos de economía verde. En la práctica, las ciudades verdes requerirán de una coalición de actores entre los sectores público, privado y la sociedad civil y de modelos de gobernanza en múltiples niveles que permitan que estos actores trabajen conjuntamente y de manera eficiente.

Existen numerosos instrumentos para habilitar la existencia de ciudades verdes que ya han sido probados, pero que necesitan ser aplicados con adaptaciones a la medida específica para cada contexto. En contextos con gobiernos locales fuertes es posible vislumbrar una serie de instrumentos de planificación, regulación, información y financiamiento para atraer inversiones en infraestructura y desarrollo económico verde, y un acercamiento multifacético para alcanzar una mayor sostenibilidad urbana. Los gobiernos ciudadanos deben coordinar políticas y decisiones con

otros niveles de gobierno, pero más importante aún, tienen que estar equipados con capacidades estratégicas y de planificación integral, incluyendo capacidades para elegir herramientas regulatorias e incentivos económicos adecuados para lograr objetivos acordes para una ciudad verde.

En las ciudades más pobres es importante el desarrollo de estas capacidades, así como el acceso a recursos

financieros para invertir en los diversos sectores de las ciudades verdes. En estos casos sería más prudente adoptar un enfoque pragmático y minimalista, que comprometa primordialmente a los sectores locales como el agua, los residuos, la energía y el transporte a un número limitado de objetivos estratégicos principales. Estas son las áreas en las que se requiere el apoyo de los gobiernos nacionales y de las organizaciones internacionales.

Referencias

- Agudelo, C., Mels, A., & Rovers, R. (2009). *Urban water tissue: Analysing the urban water harvest potential*. (3rd CIB International Conference on Smart and Sustainable Built Environments [SASBE], Delft). Retrieved from <http://www.sasbe2009.com/papers.html>
- Allan, G., Hanley, N., McGregor, P. G., Swales, J. K., & Turner, K. (2006). *The macroeconomic rebound effect and the UK economy*. University of Stirling.
- Annonbah-Sarpei, A. J. (1998). *Urban market gardens: Accra, Ghana*. The Mega-Cities Project, Publication MCP-018C.
- Anschütz, J. (1996). *Community based solid waste management and water supply projects: Problems and solutions compared: A survey of literature*. (UWEP Working Document 2).
- Armar-Klimesu, M., & Maxwell, D. (2001). Accra: Urban Agriculture as an asset strategy, supplementing income and diets: A case study of Accra. In N. Bakker, M. Dubbeling, S. Guendel, U. Sabel Koschella & H. de Zeeuw, (Eds.), *Growing Cities, Growing Food: Urban Agriculture on the Policy Agenda: A Reader on Urban Agriculture*. Feldafing: DSE.
- Austin Energy (2009). *Green building multifamily program guidebook*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.austinenergy.com/energy%20efficiency/Programs/Green%20Building/Participation/aegb%20MultifamilyGuidebook.pdf>
- Aziz, H. (2004). *Improving the livelihood of child waste pickers: Experiences with the 'Zabbaleen' in Cairo, Egypt*. Gouda: WASTE.
- Barrett, J., Birch, R., Baiocchi, G., Minx, J., & Wiedmann, T. (2006). *Environmental impacts of UK consumption: Exploring links to wealth, inequality and lifestyle*. Cambridge: IABSE Henderson Colloquium.
- Baradaran, S., & Firth, D. (2008). *Congestion tax in Stockholm: An analysis of traffic before, during and after the trial and since start of the permanent scheme*. (Ecocity World Summit 2008 Proceedings).
- Baumgartner, B., & Belevi, H. (2001). *A systematic overview of urban agriculture in developing countries*. Dübendorf: EAWAG/SANDEC.
- Beatley, T. (2004). Planning for sustainability in European cities: A review of practice in leading cities. In S. M. Wheeler, & T. Beatley (Eds.), *The Sustainable Development Reader*. London: Routledge.
- Beevers, S., & Carslaw, D. (2005). The impact of congestion charging on vehicle emissions in London. *Atmospheric Environment*, 39, 1-5.
- Bertaud, A. (2004). *The spatial organization of cities: Deliberate outcome or unforeseen consequence?* (Working Paper 2004-01). Berkeley: Institute of Urban and Regional Development, University of California.
- Berube, A., Rode, P., Just, T., Friedhoff, A., Paccoud, A., Nadeau, C., ... Schemm-Gregory, R. (2010). *Global Metro Monitor: The path to economic recovery*. Washington, DC: Metropolitan Policy Program, The Brookings Institution.
- Binswanger, M. (2001). Technological progress and sustainable development: What about the rebound effect? *Ecological Economics*, 36(1), 119-132.
- BioRegional (2009). *BedZED seven years on. The impact of the UK's best known eco-village and its residents*. Wallington: BioRegional.
- Bixler, R. D., Floyd, M. F., & Hammit, W. E. (2002). Quantitative tests of the childhood play hypothesis. *Environment and Behavior*, 34(6), 795-818.
- Boden, T. A., Marland, G., & Andres, R. J. (2010). *Global, regional, and national fossil-fuel CO₂ emissions*. Oak Ridge, Tennessee: Carbon Dioxide Information Analysis Center, U.S. Department of Energy.
- Bradbury, A., Tomlinson, P., & Millington, A. (2007). *Understanding the evolution of community severance and its consequences on mobility and social cohesion over the past century*. (European Transport Conference 2007, Creating a Livable Environment Seminar). Association for European Transport and Contributors.
- Brilon, W. (1994). Traffic engineering and the new German highway capacity manual. *Transportation Research A*, f, 469-481.
- Brookings and Battelle (2011) – forthcoming.
- Bruce, N., Perez-Padilla, R., & Albalak, R. (2002). *The health effects of indoor air pollution exposure in developing countries*. Geneva: WHO.
- Brueckner, J. (2000). Urban sprawl: Diagnosis and remedies. *International Regional Science Review* 23(2), 160-171.
- Brühlhart, M., & Sbergami, F. (2009). Agglomeration and growth: Cross-country evidence. *Journal of Urban Economics*, 65(1), 48-63.
- Brugmann, J. (1999). Is there a method in our measurement? The use of indicators in local sustainable development planning. In D. Satterthwaite (Ed.), *Sustainable Cities: The Earthscan Reader*. London: Earthscan.
- Bull, F., Armstrong T., Dixon T. Ham S., Neiman A., & Pratt, M. (2004). Physical inactivity. In M. Ezzati, A. López, A. Rodgers, & C. J. L. Murray (Eds.), *Comparative Quantification of Health Risks*. Geneva: WHO.
- Burgess, R. (2000). The compact city debate: A global perspective. In M. Jenks, & R. Burgess (Eds.), *Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries*. London: Spon Press.
- Carruthers, J. I., & Ulfarsson, G. F. (2003). Urban sprawl and the cost of public services. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30(4), 503-522.
- CEO for Cities (2010). *New York City's green dividend*. Chicago: CEO for Cities. Retrieved from http://www.ceosforcities.org/work/nycs_green_dividend
- Cervero, R., & Murakami, J. (2009). Rail and property development in Hong Kong: Experiences and extensions. *Urban Studies Journal*, 46(10), 2019-2043.
- Chapple, K. (2008) *Defining the green economy. A primer on green economic development*. Berkeley: UC Berkeley. Retrieved from <http://communityinnovation.berkeley.edu/reports/Chapple%20-%20Defining%20the%20Green%20Economy.pdf>
- Charlot, S., & Duranton, G. (2004). Communication externalities in cities. *Journal of Urban Economics*, 56(3), 581-613.
- Chen, H., Jia, B., & Lau, S. S. Y. (2008). Sustainable urban form for Chinese compact cities: Challenges of a rapid urbanized economy. *Habitat International*, 32(1), 28-40.
- Cheshire, P. (2008). Reflections on the nature and policy implications of planning restrictions on housing supply: Discussion of 'Planning policy, planning practice, and housing supply' by Kate Barker. *Oxford Review of Economic Policy*, 24(1), 50-58.
- Cities Alliance. (2006). *Guide to city development strategies. Improving urban performance*. UNEP: Cities Alliance.
- Cities Alliance. (2007). *Livable cities: The benefits of urban environmental planning*. Washington, DC: The Cities Alliance.
- City of New York, Mayor Michael R. Bloomberg. (2010). *PlaNYC progress report 2010: A greener, greater New York*. New York: Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability.
- City of Stockholm. (2009). *The City of Stockholm's climate initiatives*. Stockholm: Environment Administration. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.stockholm.se/international>
- Cohen, B. (2006). Urbanization in developing countries: Current trends, future projections, and key challenges for sustainability. *Technology in Society*, 28, 63-80.
- Confederation of British Industry (2003). *Is transport holding the UK back?* London: CBI Report.
- Connected Urban Development (CUD). (2008 December, 3). Smart work centers: Will they work? (Blog post). Retrieved from CUD blog, <http://www.connectedurbandevelopment.org/blog/?p=22>
- Crane, W., Swilling, M., Thompson-Smeddle, L., & De Witt, M. (2010). Towards urban infrastructure sustainability. In E. Pieterse (Ed.), *Counter-Currents: Experiments in Sustainability in the Cape Town Region*. Johannesburg: Jacana Media.
- C40 Cities. (2010a). *Freiburg, Germany: An inspirational city powered by solar, where a third of all journeys are by bike*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/freiburg_ecocity.jsp
- C40 Cities. (2010b). *C40 Cities: Best practices: Energy*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/>
- C40 Cities (2010c). *Toronto, Canada: Toronto's Atmospheric Fund makes sustainability affordable*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/toronto_fund.jsp
- C40 Cities (2010d). *Copenhagen, Denmark: 97% of Copenhagen city heating supplied by waste heat*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/copenhagen_heating.jsp
- C40 Cities (2010e). *Tokyo, Japan: World leader in stopping water leakage*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/water/tokyo_waterworks.jsp

- C40 Cities (2010f). *Copenhagen, Denmark: Copenhagen's waste plan 2008: Copenhagen puts only 3% of waste into landfill*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/waste/copenhagen_landfill.jsp
- David, S., Lee-Smith, D., Kyaligonza, J., Mangeni, W., Kimeze, S. Aliguma, L., Lubowa, A., & Nasinyama, G. (2010). Changing trends in urban agriculture in Kampala. In G. Prain, N. Karanja, & D. Lee-Smith (Eds.), *African urban harvest: Agriculture in the cities of Cameroon, Kenya and Uganda*. New York: Springer.
- Diamond, J. (2005). *Collapse: How societies choose to fall or survive*. London: Penguin.
- Dora, C. (2007). Health burden of urban transport: The technical challenge. *Sādhanā*, 32(4), 285–292.
- Dünhoff, E., & Hertle, H. (2005). *Ergebnisse der CO₂: Bilanzierung für die Stadt Freiburg 1992 bis 2002/2003*. Heidelberg: IFEU.
- Duranton, G., & Puga, D. (2001). Nursery cities: Urban diversity, process innovation and the life cycle of products. *American Economic Review*, 91(5), 1454–1477.
- Duranton, G. (2008). Viewpoint: From cities to productivity and growth in developing countries. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, 41(3), 689–736.
- EcoPlan (2000). The famous Zurich U-Bahn. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.ecoplan.org/politics/general/zurich.htm>
- ECOTEC Research, & Consulting Limited. (1993). *Reducing transport emissions through planning*. London: HMSO.
- Economist Intelligence Unit. (2009). *European green city index: What makes a city a winner?* (Study sponsored by Siemens. First presented in Copenhagen).
- Economist Intelligence Unit. (2010). *Latin American green city index: Assessing the environmental performance of Latin America's major cities*. (Study sponsored by Siemens). Germany: Siemens.
- Eliasson, J. (2008). Lessons from the Stockholm congestion charging trial. *Transport Policy*, 15(6), 395–404.
- European Commission. (1999). *Cycling: the way ahead for towns and cities*. Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities.
- Ewing, B., Moore, D., Goldfinger, S., Oursler, A., Reed, A., & Wackernagel, M. (2010). *The ecological footprint atlas 2010*. Oakland: Global Footprint Network.
- FAO. (2001). Urban and peri-urban agriculture: A briefing guide. (SPFS/DOC/27.8, Revision 2, *Handbook Series* Volume III). Rome: FAO, The Special Programme for Food Security. Retrieved December 10, 2010, from http://www.fao.org/fileadmin/templates/FCIT/PDF/briefing_guide.pdf
- Fellmann, J.D., Getis, A., & Getis, J. (1996). *Human geography: Landscapes of human activity*. Brown and Benchmark.
- Finch D. J., Kompfner P., Lockwood C. R., & Maycock G. (1994). *Speed, speed limits and accidents*. (TRL Project Report 58. TRL, Crowthorne).
- Fjortoft, I., & Sageie, J. (2000). The natural environment as a playground for children. Landscape description and analyses of a natural play-scape. *Landscape and Urban Planning*, 48(1-2), 83–97.
- Foeken, D. (2006). *To subsidize my income: Urban farming in an East African town*. Leiden: Brill.
- French Government, Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports e du logement. (2010). *Eco quartiers*. Retrieved from <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Eco-quartiers,7162.html>
- Frumkin, H. (2003). Healthy places: Exploring the evidence. *American Journal of Public Health*, 93 (9), 1451–1456.
- Garnett, T. (1996). *Growing food in cities: A report to highlight and promote the benefits of urban agriculture in the UK*. London: National Food Alliance.
- Geller, A. L. (2003). Smart growth: A prescription for liveable cities. *American Journal of Public Health*, 93 (9), 1410–1415.
- Geroliminis, N., & Daganzo, C. F. (2005). *A review of green logistics schemes used in cities around the world*. Berkeley: UC Berkeley Center for Future Urban Transport: A Volvo Center of Excellence.
- Ghani, E. (2010). *The poor half billion in South Asia: What is holding back lagging regions?* New Delhi: OUP.
- Glaeser, E. (2008). *Cities, agglomeration and spatial equilibrium*. Oxford: OUP.
- Glaeser, E. L., & Kahn, M.E. (2010). The greenness of cities: Carbon dioxide emissions and urban development. *Journal of Urban Economics*, 67(3), 404–418.
- Glemarec, Y., Waissbein, O., & Bdayraktar, H. (2010). *Human development in a changing climate: A framework for climate finance*. New York: UNDP.
- Goh, M. (2002). Congestion management and electronic road pricing in Singapore. *Journal of Transport Geography*, 10(1), 29–38.
- Haines, A., Smith, K., Anderson, D., Epstein, P., McMichael, A., Roberts, I., ... Woods, J. (2007). Policies for accelerating access to clean energy, improving health, advancing development and mitigating climate change. *The Lancet*, 370 (9594), 1264–1281.
- Han, Z. (2009). A model of clustering process in low income economies. *International Journal of Business and Management*, 4(12), 46–51.
- Hasan, L. (2008). *On measuring the complexity of urban living*. (PIDE Working Paper No.46). Islamabad: Pakistan Institute of Development Economics.
- Hasan, A., Sadiq, A., & Ahmed, S. (2010). *Planning for high density in low-income settlements: Four case studies from Karachi*. (Human Settlements Working Paper Series. Urbanization and Emerging Population Issues 30). London: IIED.
- Healey and Baker (1993). *European Real Estate Monitor*. London: Healey and Baker.
- Herzog, T. (2009). World Greenhouse Gas Emissions in 2005. (WRI Working Paper). Washington, DC: World Resources Institute. Retrieved December 10, 2010, from http://pdf.wri.org/working_papers/world_greenhouse_gas_emissions_2005.pdf
- HM Government, Communities and Local Government. (2009). *World class places: The Government's strategy for improving quality of place*. London: Department for Culture, Media and Sport, and Communities and Local Government.
- Hoorweg, D., Ruiz-Nunez, F., Freire, M., Palugyai, N., Villaveces, M., & Herrera, E. W. (2007). *City indicators: Now to Nanjing*. (Policy Research Working Paper Series, 4114). Washington, DC: The World Bank.
- Hoorweg, D., Sugar, L., & Trejos Gomez, C. L. (2011). Cities and Greenhouse Gas Emissions: Moving Forward. *Environment and Urbanization*, 23(1), 207–227. doi: 10.1177/0956247810392270
- IBI Group. (2009). *The implications of alternative growth patterns on infrastructure costs*. Calgary: Plan It Calgary.
- ICLEI. (2009a). *Case Study 97: Turning pollution into profit: the Bandeirantes landfill gas to energy project*. Bonn: ICLEI Local Governments for Sustainability.
- ICLEI. (2009b). *Itabashi: Leader in green curtain movement*. Retrieved from <http://www.iclei.org/index.php?id=9853>.
- ICLEI. (2010a). *Cities in a post-2012 climate policy framework: ICLEI Global Reports*. Bonn: ICLEI Local Governments for Sustainability.
- ICLEI (2010b). *Solar heaters in low-income housing: energy and financial savings*. Retrieved from http://www.iclei.org/fileadmin/user_upload/documents/Global/case_studies/ICLEI_Case_Study_Betim_112_August_2010.pdf
- ICLEI, UNEP, & UN-HABITAT. (2009). *Sustainable urban energy planning: A handbook for cities and towns in developing countries*. UN-HABITAT.
- IEA. (2009). *Cities, towns and renewable energy: Yes in my front yard*. Paris: IEA Publications.
- IFRC (International Federation of the Red Cross and Red Crescent Societies). (2002). *World disasters report 2002*. Geneva: IFRC.
- ILO Online. (2007). *Green jobs initiative in Burkina Faso: From waste to wages*. ILO. Retrieved December 10, 2010, from http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/press-and-media-centre/insight/WCMS_084547/lang-en/index.htm
- IPPR. (2009). *The future's green: Jobs and the UK low-carbon transition*. (Global Carbon Network Working Paper). London: IPPR/GCN.
- Jenkins, D. P. (2010). The value of retrofitting carbon-saving measures into fuel poor social housing. *Energy Policy*, 38(2), 832–839.
- Jenks, M., Burton, E., & Williams, K., (Eds.). (1996). *The compact city: A sustainable urban form?* London: Spon Press.
- Johnson, T. (2009). Canada's healthiest cities 2009. *Best Health Magazine*. March/April 2009. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.besthealthmag.ca/get-healthy/health/canadas-healthiest-cities-2009>.
- Joint Venture Silicon Valley Network. (2009). *Climate prosperity. A greenprint for Silicon Valley*. San Jose: TDA.
- Kamal-Chaoui, L., & Robert, A. (2009). *Competitive cities and climate change*. (OECD Regional Development Working Papers 2009/2). OECD, Public Governance and Territorial Development Directorate.
- Karekezi, S., & Majoro, L. (2002). Improving modern energy services for Africa's urban poor. *Energy Policy* 30, 11–12, 1015–1028.
- Kaufman, J., & Bailkey, M. (2000). *Farming inside cities: Entrepreneurial ur-*

- ban agriculture in the United States. Lincoln Institute of Land Policy Working Paper.
- Kuo, F. E., Sullivan, W. C., Levine Coley, R., & Brunson, L. (1998). Fertile ground for community: Inner-city neighbourhood common spaces. *American Journal of Community Psychology*, 26(6), 823-851.
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99(3), 483-99.
- Lee, N. (2005). *Ideopolis: Knowledge cities: A review of quality of life measures*. The Work Foundation.
- Litman, T. (2002). *Evaluating transportation equity*. *World Transport Policy and Practice*, 8(2), 50-65.
- Litman, T. (2006). *Cities connect: How urbanity helps achieve social inclusion objectives*. (Paper presented at Metropolis Conference, Toronto, Canada, 14 June 2006. Victoria Transport Policy Institute, Victoria). Retrieved December 10, 2010, from <http://www.vtpi.org/citiesconnect.pdf>
- Litman, T. (2009a). *Understanding smart growth savings. What we know about public infrastructure and service cost savings, and how they are misrepresented by critics*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute. Retrieved December 10, 2010, from http://www.vtpi.org/sg_save.pdf
- Litman, T. (2009b). *Community cohesion as a transport planning objective*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.vtpi.org/cohesion.pdf>
- Lowe, E. A., & Evans, L. K. (1995). Industrial ecology and industrial ecosystems. *Journal of Cleaner Production*, 3(1-2), 47-53.
- Manor, J. (2004). Democratisation with inclusion: political reforms and people's empowerment at the grassroots. *Journal of Human Development*, 5(1), 5-29.
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. New York: North Point Press.
- McGranahan, G., Jacobi, P., Songsore, J., Surjadi, C., & Kjellen, M. (2001). *The Citizens at Risk. From Urban Sanitation to Sustainable Cities*. London: Earthscan.
- McPherson, E. G., Nowak, D. J., & Rowntree, R. A., (Eds.). (1994). *Chicago's urban forest ecosystem: Results of the Chicago urban forest climate project*. (Gen. Tech. Rep. NW-186). Radnor, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.
- Meadows, D. (1999). Indicators and information systems for sustainable development. In D. Satterthwaite, (Ed.), *The Earthscan reader in sustainable cities*. London: Earthscan.
- Medina, M. (2000). Scavenger cooperatives in Asia and Latin America. *Resources, Conservation and Recycling*, 31(1), 51-69.
- Medina, M. (2008). The informal recycling sector in developing countries. *Gridlines*, Note No. 44. Washington, DC: PPIAF.
- McKinsey Global Institute. (2010). *India's urban awakening: Building inclusive cities, sustaining economic growth*. McKinsey Global Institute.
- Melo, P., Graham, D., & Noland, R.B. (2009). A meta-analysis of estimates of urban agglomeration economies. *Regional Science and Urban Economics*, 39(3), 332-342.
- Menckhoff, G. (2005). *Latin American experience with Bus Rapid Transit*. (Paper presented at the Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers, Melbourne).
- Mercer (2009). *Mercer's 2009 quality of living survey highlights*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.mercer.com/qualityofliving>
- Mohan, D. (2002). *Social cost of road traffic crashes in India* (pp. 33-38). (Proceedings First Safe Community Conference on Cost of Injury. Viborg, Denmark, October 2002).
- Moore, G. T. (1986). Effects of the spatial definition of behaviour settings on children's behaviour: A quasi-experimental field study. *Journal of Environmental Psychology*, 6(3), 205-231.
- Moser, C., & Satterthwaite, D. (2008). *Towards pro-poor adaptation to climate change in the urban centres of low- and middle-income countries*. (Human Settlements Working Paper Series Climate Change and Cities, 2). London: IIED.
- Nadvi, K., & Barrientos, S. (2004). *Industrial clusters and poverty reduction*. Vienna: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Retrieved from: <http://www.unido.org/index.php?id=o24736>
- Newman, P., & Kenworthy, J. R. (1989). *Cities and automobile dependence: a sourcebook*. Aldershot: Gower Technical.
- Nobis, C. (2006). Carsharing as key contribution to multimodal and sustainable mobility behavior: Carsharing in Germany. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1986, 89-97.
- O'Connor, K. M., & Sauer, S. J. (2006). Recognizing social capital in social networks: Experimental results. *Johnson School Research Paper Series*, 18-06.
- OECD & China Development Research Foundation. (2010). *Trends in urbanisation and urban policies in OECD countries: What lessons for China?* Paris: OECD Publishing.
- Ott, R. (2002). The Zurich experience. In Greater London Authority, *Alternatives to congestion charging. Proceedings of a seminar held by the Transport Policy Committee*. London: GLA.
- Overman, H., & Rice, P. (2008). *Resurgent cities and regional economic performance*. (SERC Policy Papers). London: London School of Economics.
- Owens, S. (1992). Energy, environmental sustainability and land-use planning. In Breheny, M. (Ed.), *Sustainable development and urban Form*. London: Pion.
- Parra, D., Gomez, L., Pratt, M., Sarmiento, O. L., Mosquera, J., & Triche, E. (2007). Policy and built environment changes in Bogotá and their importance in health promotion. *Indoor and Built Environment*, 16(4), 344-348.
- Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., Hyder, A. A., Jarawan, E., & Mathers, C. (Eds.). (2004). *World report on road traffic injury prevention*. Geneva: WHO.
- Phang, S.-Y. (1993). Singapore's motor vehicle policy: Review of recent changes and a suggested alternative, transportation research part A. *Policy and Practice*, 27(4), 329-336.
- Pucher, J. (2004). Public transportation. In S. Hanson, & G. Giuliano, (Eds.), *The geography of urban transportation*. New York: Guilford Press.
- Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. New York: Simon & Schuster.
- Putnam, R. D. (2004). *Education, diversity, social cohesion and 'social capital'*. (Note for discussion submitted at the 'Raising the quality of learning for all' meeting of OECD education ministers, Dublin, March 18-19, 2004). Retrieved from: <http://www.oecd.org/dataoecd/37/55/30671102.doc>
- Putnam, R. D., Leonardi, R., & Nanetti, R. (1993). *Making democracy work: Civic traditions in modern Italy*. Princeton: Princeton University Press.
- Ravallion, M., Chen, S., & Sangraula, P. (2007). New evidence on the urbanization of global poverty. *Population and Development Review*, 33(4), 667-701.
- Revi, A. (2008). Climate change risk: an adaptation and mitigation agenda for Indian cities. *Environment and Urbanization*, 20(1), 207-229.
- Rigg, J., Bebbington, A., Gough, K. V., Bryceson, D. F., Agergaard, J., Fold, N., & Tacoli, C. (2009). The World Development Report 2009 reshapes economic geography: Geographical reflections. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 34(2), 128-136.
- Robins, N., & Kumar, R. (1999). Producing, providing, trading: Manufacturing industry and sustainable cities. *Environment and Urbanization*, 11(2), 75-94.
- Rode, P., & Gipp, C. (2001). *Dynamische Räume: Die Nutzungsflexibilisierung urbaner Mobilitätsräume am Beispiel der Berliner Innenstadt, (Dynamic spaces: Temporary use of urban street space)*. Berlin: Technical University.
- Rode, P., Nathan, M., von Streit, A., Schwinger, P., & Kippenberg, G. (2010). Munich Metropolitan Region. Staying ahead on innovation. (Conference Paper). London: LSE Cities.
- Rogat, J., Hinojosa, M., & Ernest, K. (2009). Promoting sustainable transport in Latin America through mass transit technologies. In Actes, ENP (Ed.), *Colloque international Environnement et transports dans des contextes différents*. (pp. 83-92). Paris: UNEP.
- Rogerson, R. J. (1999). Quality of life and city competitiveness. *Urban Studies* 36(5-6), 969-985.
- Rosenthal, S., & Strange, W. (2003). Geography, industrial organisation and agglomeration. *Review of Economics and Statistics*, 85(2), 377-393.
- Sakthivadivel, R. (2007). The groundwater recharge movement in India. In M. Giordano, & K. Villholth, (Eds.), *The agricultural groundwater revolution: Opportunities and threats to development*. Colombo: International Water Management Institute.
- Sanctuary, M., Tropp, H., Bernzell, A., Haller, L., Bartram, J., & Bos, R. (2005). *Making water a part of economic development*. Stockholm: SIWI.
- Sassen, S. (2006). *Four dynamics of urban agglomeration*. (Cambridge Econometrics Conference: Greater cities in a smaller world, 3-7 July 2006, Cambridge).
- Sassen, S. (2009). Cities in today's global age. *SAIS Review*, 29(1), 3-34.
- Satterthwaite, D. (1997). Sustainable cities or cities that contribute to sustainable development? *Urban Studies*, 34(10), 1667-1691.
- Satterthwaite, D. (2008). Cities' contribution to global warming: Notes

- on the allocation of greenhouse gas emissions. *Environment and Urbanization*, 20(2), 539-549.
- Satterthwaite, D. (2009). The implications of population growth and urbanization for climate change. *Environment and Urbanization*, 21(2), 545-567.
- Schmauss, A. (2009). *Car2go in Ulm, Germany, as an advanced form of car-sharing*. European Local Transport Information Service (ELTIS). Retrieved December 10, 2010, from http://www.eltis.org/PDF/generat_e_pdf.php?study_id=2121&lan=en
- Smit, J., & Nasr, J. (1992). Urban agriculture for sustainable cities: Using wastes and idle land and water bodies as resources. *Environment and Urbanization*, 4(2), 141-152.
- Stecko, S., & Barber, N. (2007). *Exposing vulnerabilities: Monsoon floods in Mumbai, India*. (Case Study prepared for UN-HABITAT Global Report on Human Settlements, 2007). London: Earthscan. Retrieved from <http://www.unhabitat.org/grhs/2007>
- Steel, C. (2008). *Hungry city*. London: Chattoo and Windus.
- Steinberg, F. (2007). Jakarta: Environmental problems and sustainability. *Habitat International*, 31, 354-365.
- Storper, M., & Venables, A. (2004). Buzz: Face to face contact and the urban economy. *Journal of Economic Geography*, 4(4), 351-370.
- Suzuki, H., Dastur, A., Moffatt, S., Yabuki, N., & Maruyama, H. (2010). *Eco2 Cities: Ecological cities as economic cities*. Washington, DC: The World Bank
- Taylor M., Lynam, D., & Baruya, A. (2000). *The effects of driver's speed on the frequency of road accidents*. (TRL Report 421). Crowthorne, England: Transport Research Laboratory.
- TEEB (2010). *The economics of ecosystems and biodiversity: Mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*.
- Texas Water Development Board, & GDS Associates (2002). *Quantifying the effectiveness of various water conservation techniques in Texas*. GDS Associates. Retrieved from http://www.twdb.state.tx.us/rwpg/rpgm_rpts/2001483390.pdf
- Tillie, N., van den Dobbelssteen, A., Doepel, D., Joubert, M., de Jager, W., & Mayenburg, D. (2009). Towards CO₂ neutral urban planning: Presenting the Rotterdam Energy Approach and Planning (REAP). *Journal of Green Building*, 4(3), 103-112.
- Toroyan, T., & Peden, M. (Eds.). (2007). *Youth and Road Safety*. Geneva: WHO.
- Transport for London (2004a). *Congestion charging Central London: Impacts monitoring. Second Annual Report*. London: Transport for London.
- Transport for London. (2004b). *TfL Publish C-Charge Annual Report*. Transport for London. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.tfl.gov.uk/static/corporate/media/newscentre/archive/4339.html>
- UNEP, ILO, IOE, & ITUC. (2008). *Green jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*. Kenya: UNEP.
- UNFPA (2007). *State of World Population 2007: Unleashing the potential of urban growth*. New York: United Nations Population Fund.
- UN-HABITAT. (2008). *State of the World's Cities Report 2008/09: Harmonious Cities*. London: Earthcan.
- UN-HABITAT. (2009). *Planning sustainable cities: Global report on human settlements 2009*. (Abridged Edition). London: Earthscan. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.unhabitat.org/downloads/docs/GRHS2009Abridged.pdf>
- UN Population Division. (2006). *World Urbanisation Prospects: The 2005 revision: Executive summary, fact sheets, data tables*. New York: UN, Department of Economic and Social Affairs.
- UN Population Division (2010). *World urbanisation prospects: The 2009 revision*. New York: UN, Department of Economic and Social Affairs.
- UN Population Fund. (2007). *The state of world population 2007: Unleashing the potential of urban growth*. New York: UN, Department of Economic and Social Affairs.
- UN Statistics Division (2008). *Demographic Yearbook 2008*, Retrieved from <http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/dyb/dyb2008.htm>
- Van de Weghe, J., & Kennedy, C.A. (2007). A spatial analysis of residential greenhouse gas emissions in the Toronto Census Metropolitan Area. *Industrial Ecology*, 11(2), 133-144.
- Venables, A. J. (2005). Spatial disparities in developing countries: cities, regions, and international trade. *Journal of Economic Geography*, 5(1), 3-21.
- Von Weizsäcker, E., Hargroves, K., Smith, M. H., Desha, C., & Stasinopoulos, P. (2009). *Factor Five*. London: Earthscan.
- VTPI (2009). *Transportation cost and benefit analysis: Techniques, estimates and implications*. Victoria Transport Policy Institute. Retrieved from <http://www.vtpi.org/tca/>
- Webster, D., Bertaud, A., Jianming, C., & Zhenshan, Y. (2010). Toward efficient urban form in China. (Working Paper No. 2010/97). WIDER.
- Wells, N. M., & Evans, G. W. (2003). Nearby nature: A buffer of life stress among rural children. *Environment and Behavior*, 35(3), 311-330.
- Wheeler, S. M., & Beatley, T., (Eds.). (2008). *The Sustainable Urban Development Reader*. London: Routledge.
- Whitelegg, J., & Haq, G. (Eds.). (2003). *The Earthscan reader in world transport policy and practice*. London: Earthscan.
- WHO (2009). *Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. Geneva: WHO Press.
- Wilson, D., Velis, C., & Cheeseman, C. (2006). Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. *Habitat International*, 30, 797-808.
- Wilson, S. J. (2008). *Ontario's wealth, Canada's future: Appreciating the value of the greenbelt's eco-services*. Vancouver: David Suzuki Foundation.
- Woodcock, J., Banister, D., Edwards, P., Prentice, A. M., & Roberts, I. (2007). Energy and transport. *The Lancet*, 370(9592), 1078-1088.
- World Bank (2002). *Cities on the move: A World Bank urban transport strategy review*. Washington, DC: The World Bank.
- World Bank (2009). *The 2009 little green data book*. Washington, DC: The World Bank.
- World Bank (2010). *Cities and climate change: An urgent agenda*. Washington, DC: The World Bank.
- Wright, L. (2002). *Bus rapid transit, sustainable transport: A sourcebook for policy-makers in developing cities*. Eschborn: GTZ.
- Zurbrugg, C., Drescher, S., Rytz, I., Sinha, M., & Enayetullah, I. (2005). Decentralised composting in Bangladesh, a win-win situation for all stakeholders. *Resources, Conservation and Recycling*, 43, 281-292.

Apéndice 1: Fuentes de datos

1.1 Fuentes generales

- Boden, T. A., Marland G., & Andres, R. J. (2010). *Global, regional, and national fossil-fuel CO₂ emissions*. Oak Ridge, Tenn: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy. doi 10.3334/CDIAC/00001_V2010
- Mercer (2010). *Quality of Living City Rankings*. Retrieved from <http://www.mercer.com> (Follow the document links).
- UN Development Programme (2010). *Human Development Report database*. Retrieved December 10, 2010, from <http://hdr.undp.org/en/statistics/data/>
- UN Population Division (2006). *World Urbanisation Prospects: The 2005 Revision. Executive summary, fact sheets, data tables*. New York: UN, Department of Economic and Social Affairs. Retrieved from http://www.un.org/esa/population/publications/WUP2005/2005WUP_Highlights_color.pdf
- UN Population Division (2008). *World urbanisation prospects: The 2007 revision population database*. [online] Available at: <http://esa.un.org/unup/index.asp> [accessed 10 December 2010]
- UN Population Division (2010). *World Urbanisation Prospects: The 2009 Revision Population Database*. Retrieved December 10, 2010, from <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>
- World Bank. *World development report database*. Retrieved December 10, 2010, from <http://wdonline.worldbank.org/>
- World Resources Institute (2010). *Climate analysis indicators tool*. Retrieved December 10, 2010, from <http://cait.wri.org/>
- World Resources Institute (2007). *Earthtrends*. Retrieved December 10, 2010, from <http://earthtrends.wri.org/>

1.2 Análisis Regional

Brasil

- Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). (n.d.). *Demographic census 2000*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/default.asp>
- Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). (n.d.). *National household survey 2005 (PNAD)*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.sidra.ibge.gov.br/pnad/default.asp>
- Brazilian Ministry of Cities, National Transit Department (DENATRAN). (n.d.). *Car ownership database*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>
- UN Development Programme, Brazil Country Office. *Brazilian atlas of human development: Metropolitan human development index*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking_RM.xls

Suráfrica

- South African Cities Network. *Sustainable cities report 2009*. (n.d.). Retrieved from <http://www.sacities.net> (Follow the document links).
- South African Department of Transport. *National household travel survey 2003*. (n.d.). Retrieved from <http://transport.dot.gov.za> (Follow the document links).
- Statistics South Africa. *StatsOnline*. (n.d.). Retrieved December 10, 2010, from <http://www.statssa.gov.za>
- Sustainable Energy Africa. (n.d.). *State of energy in South African cities 2006: Setting a baseline*. Sustainable Energy Africa, Westlake. Retrieved from <http://www.cityenergy.org.za> (Follow the document links).
- Sustainable Energy Africa. (n.d.). *Sustainable energy: Towards productive cities*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.cityenergy.org.za/files/resources/energy%20data/00Intro.pdf>

China

- China Statistical Yearbooks (n.d.). Retrieved from <http://chinadataonline.org/> **National link. Provincial links of:** Shanghai, Beijing,

Chongqing, Tianjin. **City (sub-prefecture level) links:** Shenzhen, Xian, Wuhan, Wenzhou, Guangzhou, Qingdao, Changchun, Shenyang, Hangzhou, Wuxi, Shaoxing, Changzhou, Jiaying, Xinjiang, Pudong, Nantong, Anqing, Baotou, Changsha, Chengdu, Dalian, Danyang, Donqguan, Fuzhous, Guangan, Guilin, Guiyang, Haikou, Handan, Harbin, Hohhot, Huizhou, Jiangyin, Jilinc, Jinan and Jinhua.

India

- Census of India. *Census of India 2001*. (n.d.). Retrieved December 10, 2010, from <http://www.censusindia.net/>
- Center for Sustainable Transport India. (n.d.). Retrieved December 10, 2010, from <http://www.cstindia.org/>
- The India National Council of Applied Economic Research (NCAER) and FCR (2008). *The next urban frontier: Twenty cities to watch*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.ncaer.org/popuppages/EventDetails/E7Aug2008/Presentation.pdf>
- Singh, S. K. (2005). Review of Urban Transportation in India. *Journal of Public Transportation*, 8(1), 79-97.

Europa

- European Commission, Eurostat. (n.d.). *General and regional statistics, Urban Audit*. [online] Retrieved from <http://www.epp.eurostat.ec.europa.eu> (Follow the document links).
- Economist Intelligence Unit (2009). *European green city index*. Munich: Siemens AG. Retrieved from <http://www.siemens.com/greencityindex> (Follow the document links).
- International Energy Agency (IEA) (2009). *Energy balances of OECD countries, 2009 edition*. Paris: IEA Publications.

Additional sources:

- Brussels-Capital Region Health and Social Observatory;
Statistical Yearbook of the Czech Republic;
Polish Central Statistical Office, Concise Yearbook of Poland 2009;
General Secretariat of the National Statistical Service of Greece;
Statistics Catalonia

EE.UU.

- NASA/U.S. Department of Energy/Purdue University (2007). *The Vulcan Project database*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.purdue.edu/eas/carbon/vulcan/research.php>
- United States Census Bureau (2010). *American Community Survey, 2005-2007 3-Year Estimates*. Retrieved December 10, 2010, from http://factfinder.census.gov/servlet/DatasetMainPageServlet?_program=ACS&_submenuld=datasets_2&_lang=en
- United States Census Bureau. Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing system (TIGER). (n.d.). *Metropolitan statistical area cartographic boundary files*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.census.gov/geo/www/cob/bdy_files.html
- United States Department of Labor. (n.d.). *Bureau of labor statistics*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.bls.gov>
- United States Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis. (n.d.). *U.S. economic accounts*. (Updated 14 December 2010). Retrieved December 10, 2010, from <http://www.bea.gov>
- United States Geological Survey, Land Cover Institute. (n.d.). *National Land Cover Dataset 1992*. (Updated May 2010). Retrieved December 10, 2010, from <http://landcover.usgs.gov/natl/landcover.php>

1.3 Figuras y tablas

I. Huella ecológica, HDI y nivel de urbanización por país

- Global Footprint Network. (n.d.). *National Ecological Footprint database*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.footprintnetwork.org/>

- org/images/uploads/2009_Data_Tables_hectares.xls
 UN Development Programme. (n.d.). *Human Development Report database*. Retrieved December 10, 2010, from <http://hdr.undp.org/en/statistics/data/>
 UN Population Division (2010). *World urbanization prospects: The 2009 revision population database*. Retrieved December 10, 2010, from <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>

II. Emisiones de carbono y renta para países y ciudades seleccionados

- Hoorweg, D., Sugar, L. and Trejos Gomez, C. L. (forthcoming at date of print). *Cities and Greenhouse Gas Emissions: Moving Forward. Environment & Urbanization*.
 International Monetary Fund (IMF) (2010). *World economic outlook database, October 2010*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2010/02/weodata/index.aspx>
 PricewaterhouseCooper (2009). Which are the largest city economies in the world and how might this change by 2025? *UK Economic Outlook*, November 2009. Retrieved December 10, 2010, from http://www.pwc.co.uk/pdf/ukeo_largest_city_economies_in_the_world_sectionIII.pdf
 UN Population Division (2010). *World urbanization prospects: The 2009 revision population database*. Retrieved December 10, 2010, from <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>

III. Gastos de combustible para transporte privado y densidad urbana en ciudades seleccionadas

- Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) (2009). *International Fuel Prices, 6th Edition: Data preview*. Retrieved from <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-international-fuel-prices-data-preview-2009.pdf>
 Kenworthy, J. (2003). *Transport energy use and greenhouse gases in urban passenger transport systems: A study of 84 global cities*. (Presented to the international Third Conference of the Regional Government Network for Sustainable Development, Notre Dame University, Fremantle, Western Australia, September 17-19, 2003).
 PricewaterhouseCooper (2009). Which are the largest city economies in the world and how might this change by 2025? *UK Economic Outlook*, November 2009. Retrieved December 10, 2010, from http://www.pwc.co.uk/pdf/ukeo_largest_city_economies_in_the_world_sectionIII.pdf
 UN Population Division (2010). *World urbanization prospects: The 2009 revision population database*. Retrieved December 10, 2010, from <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>

IV. Inversión y costes de operación de proyectos de ciudades verdes seleccionadas

- Asia-Pacific Environmental Innovation Strategies (APEIS). (n.d.). *Research on innovative and strategic policy options (RISPO): Good practices inventory*. TransMilenio Bus Rapid Transit System of Bogotá, Colombia. Retrieved December 10, 2010, from http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1211030483752_937220900_6795/Bogota%20Rapid%20Transit%20Good%20Practices%20Inventory.pdf
 Bogota Capital District, Transmilenio S.A. (n.d.). *Estado de actividad financiera, economica, social y ambiental del 01 de enero al 31 de diciembre de 2009*. Transmilenio, Bogotá. Retrieved December 10, 2010, from http://www.transmilenio.gov.co/AdmContenidoUpload/administrador.contenido/Files/InformacionFinanciera/EstadosFinancieros/ACT_DIC_2009.pdf
 Centralkommunernes Transmissionsselskab (CTR) (2007). *Annual report and financial statements 2007*. Frederiksberg: CTR. Retrieved December 10, 2010, from http://www.ctr.dk/Images/Årsberetninger/Aarsberetning_2007_Engelsk.pdf
 Compagnie des Transports Strasbourgeois (2008). *Rapport d'Activité 2008*. CTS, Strasbourg. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.cts-strasbourg.fr/Portals/0/PDF/entreprise/Rapport%20activite%202008.pdf>

- C40 Cities (2010). *Austin, U.S.A.: Austin's renewable energy program reduces CO₂ emissions by 370,257 tons a year*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/renewables/austin_renewable.jsp
 C40 Cities (2010). *Austin, U.S.A.: Austin's green building program facilitates the construction of sustainable buildings*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/buildings/austin_standards.jsp
 C40 Cities (2010). *Berlin, Germany: Energy saving partnership berlin (ESP): An effective and innovative model to reduce CO₂ and energy costs without expenses for building owners*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/buildings/berlin_efficiency.jsp
 C40 Cities (2010). *Bogotá, Colombia: Bogotá's CicloRuta is one of the most comprehensive cycling systems in the world*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/bogota_cycling.jsp
 C40 Cities (2010). *Copenhagen, Denmark: 97% of Copenhagen city heating supplied by waste heat*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/copenhagen_heat.jsp
 C40 Cities (2010). *Copenhagen, Denmark: Copenhagen's waste plan 2008: Copenhagen puts only 3% of waste into landfill*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/waste/copenhagen_landfill.jsp
 C40 Cities (2010). *Copenhagen, Denmark: One of the largest off-shore wind farms in the world powers 150,000 Danish households*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/renewables/copenhagen_wind.jsp
 C40 Cities (2010). *Freiburg, Germany: An inspirational city powered by solar, where a third of all journeys are by bike*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/freiburg_ecocity.jsp
 C40 Cities (2010). *Paris, France: Velib: A new Paris love affair*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/paris_cycling.jsp
 C40 Cities (2010). *Stockholm, Sweden: Stockholm to introduce congestion charge: Trial cut CO₂ by 14%, traffic by 25%*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/stockholm_congestion.jsp
 C40 Cities (2010). *Tokyo, Japan: World leader in stopping water leakage*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/water/tokyo_waterworks.jsp
 C40 Cities (2010). *Toronto, Canada: Lake water air conditioning reduces energy use by 90%*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/toronto_energy.jsp
 C40 Cities (2010). *Toronto, Canada: Toronto's atmospheric fund makes sustainability affordable*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/toronto_fund.jsp
 C40 Cities (2010). *San Francisco, U.S.A.: Largest city-owned solar power system in the United States*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/buildings/sanfrancisco_eco.jsp
 C40 Cities (2010). *Sao Paulo, Brazil: Sao Joao and Bandeirantes Landfills*. Retrieved December 10, 2010, from <http://www.c40cities.org/docs/casestudies/waste/sao-paulo-landfill.pdf>
 C40 Cities (2010). *Hong Kong: Combined heat and power generation system*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/hongkong_chp.jsp
 C40 Cities Climate Leadership Group. (n.d.). *Portland, USA: SmartTrips Portland*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/smart_trips_portland.jsp
 C40 Cities Climate Leadership Group. (n.d.). *Portland, U.S.A.: Portland replaces 1,000 traffic intersection signals with LED lights, saving millions of kilowatt-hours per year*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/portland_led.jsp
 C40 Cities Climate Leadership Group. (n.d.). *Seoul, South Korea: Seoul car-free days have reduced CO₂ emissions by 10% annually*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/seoul_driving.jsp
 Demery, J. (2004). *Bus rapid transit in Curitiba: An information summary*. (Publictransit.us, Special Report No.1). Retrieved December 10, 2010, from <http://www.publictransit.us/ptlibrary/specialreports/sr1.curitibaBRT.pdf>
 New York City Council, Finance Division (2009). *Budget report: Analysis of the fiscal 2010 preliminary budget and fiscal 2009 preliminary Mayor's*

management report for the Department of Transportation. Retrieved December 10, 2010, from http://www.council.nyc.gov/html/budget/PDFs/budget_report_dot_3_12_09.pdf

New York City Global Partners' Innovation Exchange (2009). *Best practice: NYC greener, greater buildings plan*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.nyc.gov/html/unccp/gprb/downloads/pdf/NYC_GreenBuildings.pdf

New York City Global Partners' Innovation Exchange (2010). *Best practice: Landfill emissions control, Sao Paulo*. Retrieved December 10, 2010, from http://www.nyc.gov/html/unccp/gprb/downloads/pdf/SaoPaulo_landfills.pdf

Transport for London (TfL). (n.d.). *Transport for London congestion charging*. (Greater London Authority Act 1999, Schedule 23, four year programme, 2006). Retrieved December 10, 2010, from http://www.tfl.gov.uk/assets/downloads/Four_Year_Programme_2006.pdf

V. Empleo en el transporte urbano

Berlin: Berliner Verkehrsbetriebe (BVG). (n.d.). Retrieved from <http://www.bvg.de/index.php/de/3901/name/BVG+Zahlenspiegel.html>

Istanbul: İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü (İETT). (n.d.). Retrieved from <http://www.iETT.gov.tr/en/section.php?sid=57>

Johannesburg: Joburg: Vision and Strategy. (n.d.). Retrieved from http://www.joburg-archive.co.za/city_vision/AnnualReport02Ch2.pdf

London: Transport for London. (n.d.). Retrieved from <http://www.tfl.gov.uk/microsites/pensions/documents/tfl-pension-fund-review-2009.pdf>

Mumbai, bus: Tata Institute of Fundamental Research. (n.d.). Retrieved from <http://www.tifr.res.in/~xvincamp/mumbai.htm>

Mumbai, rail: Mumbai Metropolitan Region Development Agency. (n.d.). Retrieved from <http://www.regionalplan-mmrd.org/N-4.pdf>

New York City: Manhattan Institute for Policy Research. (n.d.). Retrieved from <http://assembly.state.ny.us/Minority/20090629/report.pdf>

São Paulo, bus: São Paulo Transporte (SPTrans). (n.d.). Retrieved from http://www.sptrans.com.br/pdf/empresas_credenciadas/REGULAMENTO_CRED_004_09.pdf

São Paulo, metro: Companhia do Metropolitano de São Paulo (2008). Relatório da administração: 2008. Retrieved from <http://www.metro.sp.gov.br/empresa/relatorio/2008/raMetro2008.pdf>

São Paulo, rail: Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM). (n.d.). Retrieved from http://www.cptm.sp.gov.br/e_contabeis/Balanco_Patrimonial_2008.pdf

South Africa: Department of Trade and Industry (1999). Labour Statistics: Survey of total employment and earnings. Retrieved from <http://www.thedti.gov.za/econdb/P0271.htm>

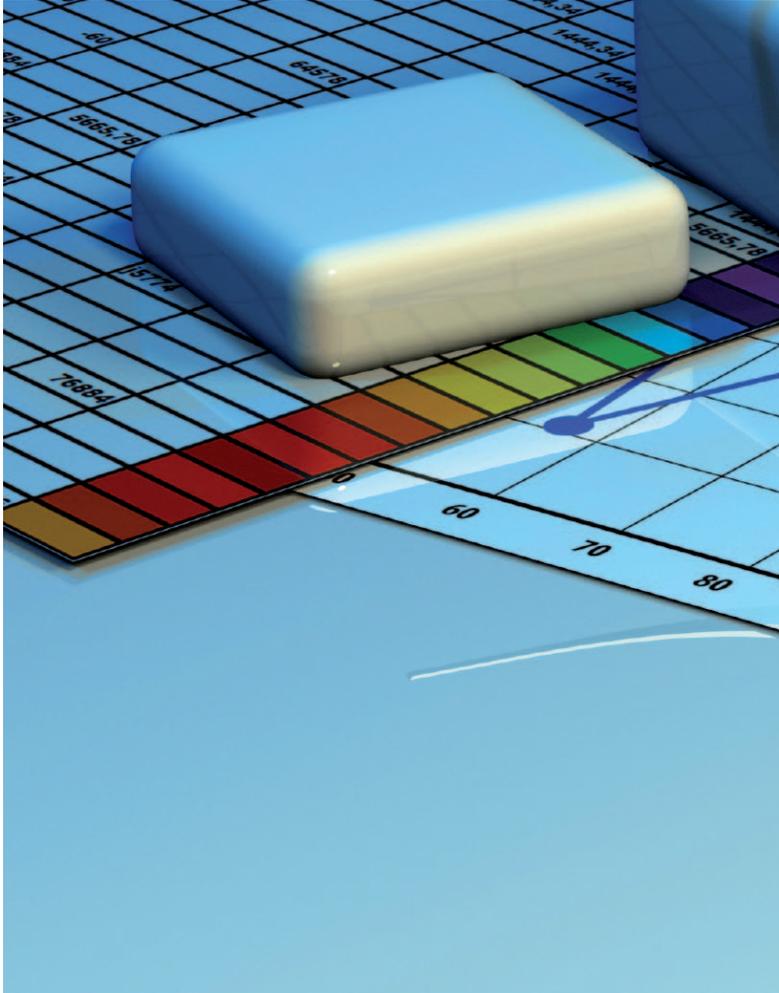
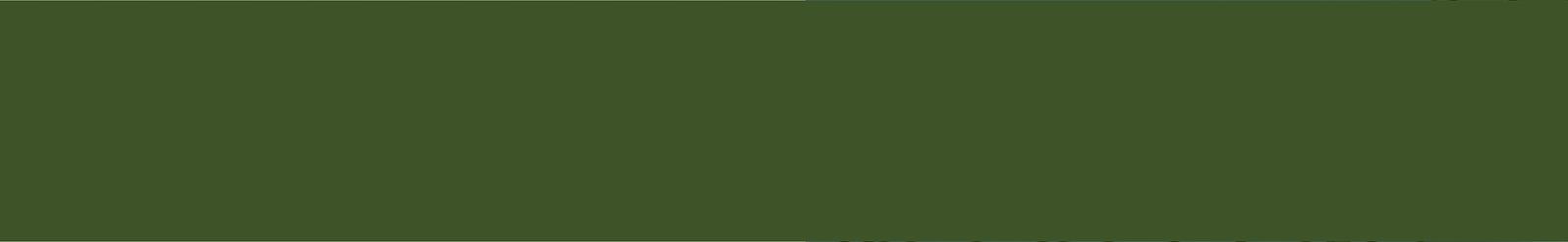
Tokyo, bus and subway: Tokyo Metropolitan Government, Bureau of Transportation. (n.d.). Retrieved from <http://www.kotsu.metro.tokyo.jp/english/images/pdf/organization.pdf>

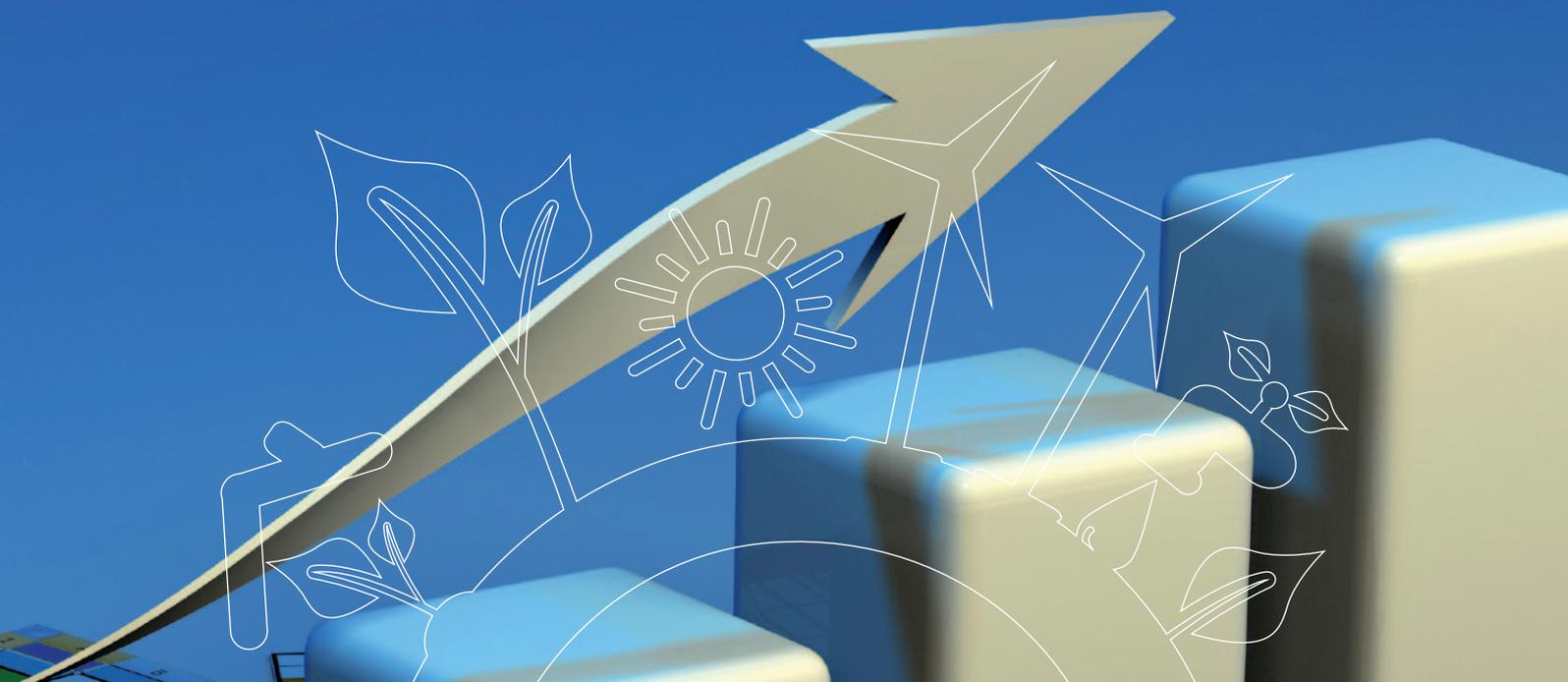
Tokyo, metro: Tokyo Metro. (n.d.). Retrieved from <http://www.tokyometro.jp/global/en/about/outline.html>



Parte III

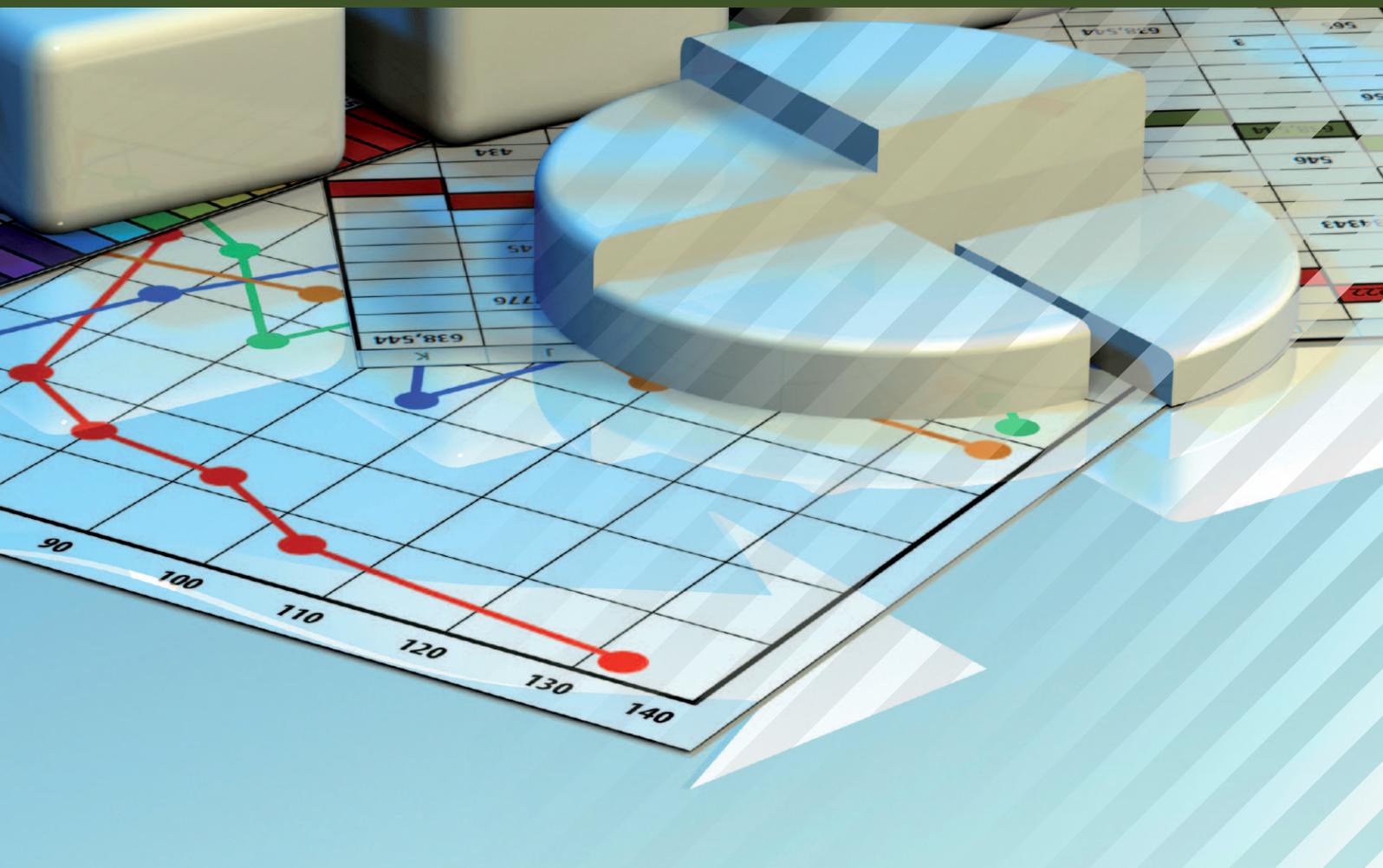
Apoyando la transición hacia una economía verde global





Modelación

de escenarios de inversiones verdes globales
Apoyando la transición hacia una economía verde global



Agradecimientos

Autor-coordinador del capítulo: **Dr. Andrea M. Bassi**, director adjunto de Desarrollo de Proyectos y Modelación, Millennium Institute, EE.UU., con el apoyo de John P. Ansah y Zhuohua Tan, Millennium Institute.

Coautor: Matteo Pedercini, Millennium Institute.

Derek Eaton y Sheng Fulai, del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), dirigieron el capítulo en las etapas iniciales del proyecto, incluyendo la elaboración de los escenarios de modelación, el manejo de las revisiones por pares, la interacción con los autores coordinadores de las revisiones, la realización de investigaciones complementarias y la edición final del capítulo.

Peter Poschen y numerosos colegas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), incluyendo a Ekkehard Ernst y Chape Mathieu, quienes contribuyeron sustancialmente con ideas, datos y críticas, sobre todo en los aspectos relacionados con el empleo. Ana Lucia Iturriza prestó su apoyo a los encargados del capítulo y coordinó las contribuciones de la OIT.

Los siguientes miembros de los equipos de autores del capítulo contribuyeron al perfeccionamiento del modelo y proporcionaron retroalimentación sobre los resultados: Bob Ayres, Amos Bien, Holger Dalkmann, Maryanne Grieg-Gran, Hans Herren, Andreas Koch, Cornis van der Lugt, Prasad Modak, Lawrence Pratt, Luis Rivera, Philipp Rode, Ko Sakamoto, Rashid Sumaila, Arnold Tukker, Xander van Tilburg, Peter Wooders y Mike D. Young.

Durante el desarrollo del análisis de los modelos, el autor coordinador del capítulo recibió importantes consejos y aportaciones de: Alan AtKisson, de AtKisson Group (Suecia); Laura Cozzi, de la Agencia Internacional de Energía; Paal Davidsen y Erling Moxnes, de la Universidad de Bergen (Noruega); Prakash (Sanju) Deenapanray, de Ecological Living in Action; Alan

Drake (EE.UU.); Josphe Fiksel y Emrah Cimren, de la Universidad Estatal de Ohio (EE.UU.); Michael Goodsite, del Instituto Nacional de Investigación del Medio Ambiente (Dinamarca); Cornis van der Lugt, del PNUMA; Desta Mebratu, del PNUMA; Donatella Pasqualini, del Laboratorio Nacional de Los Alamos (EE.UU.); Mark Radka (PNUMA); Kenneth Ruffing, consultor; Guido Sonnemann, del PNUMA; Serban Srieiciu, del PNUMA; William Stafford, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas Industriales (Suráfrica); Niclas Svenningsen, del PNUMA; Mathis Wackernagel, de Global Footprint Network; Jaap van Woerden, del PNUMA-GRID; y Joel Yudken, de Estrategias High Road (EE.UU.).

Nos gustaría agradecer a quienes siempre proporcionaron comentarios detallados sobre el proyecto de revisión, incluyendo a Santiago Arango Aramburo, de la Universidad Nacional de Colombia; Simon Buckle, del Instituto Grantham para el Cambio Climático de Imperial College de Londres (Reino Unido); Jean Chateau, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo; Guillaumont Jeanneney, del Centro de Estudios e Investigación sobre el Desarrollo Internacional (CERDI) de la Universidad de Auvergne (Francia); Li Shantong, del Centro de Investigación para el Desarrollo del Consejo de Estado de China; Peter Poschen, de la OIT; Mohamed Saleh, de la Universidad de El Cairo (Egipto), y Stefan Speck, de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

Por último, también nos gustaría dar las gracias a las personas y organizaciones que ofrecieron comentarios sobre la versión preliminar de este documento, incluyendo a Tim Jackson, de la Universidad de Surrey (Reino Unido); Peter Victor, de la Universidad de York (Canadá); la Oficina de Análisis Económico del Departamento de Comercio de EE.UU.; la Global Footprint Network, Novozymes y el Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP).

Índice

Lista de acrónimos	563
Mensajes clave	564
1 Introducción	566
2 Entender la economía verde	567
3 Modelar una economía verde	569
3.1 Una caracterización de los métodos de modelación	569
3.2 El Modelo Mundial T21	569
4 Definición de escenarios y retos	571
4.1 Definiendo las inversiones y la metodología	574
5 Resultados y análisis de las simulaciones	576
5.1 Proyección del escenario base (BAU)	576
5.2 Las proyecciones de una economía verde	580
6 Conclusiones	597
Anexo 1. Especificaciones técnicas del Modelo Mundial T21	601
Referencias	605

Lista de figuras

Figura 1: Las relaciones entre el crecimiento económico y los recursos naturales	567
Figura 2: Visión general conceptual del Modelo Mundial T21	570
Figura 3: Representación de los principales supuestos subyacentes de las inversiones en los escenarios verdes y BAU	572
Figura 4: Simulación de la población en el escenario BAU en comparación con los indicadores de población de las WPP.....	576
Figura 5: Simulación del volumen total de rendimiento de los cultivos en el escenario BAU comparado con los valores de FAOSTAT	576
Figura 6: Simulación de la demanda de petróleo en BAU comparada con los valores de las WEO*	577
Figura 7: Simulación de las tierras arables y los bosques en el escenario BAU comparado con los valores de FAOSTAT	577
Figura 8 y Figura 9: Simulación de las emisiones de CO ₂ de los combustibles fósiles en el escenario BAU en comparación con los valores de las WEO; Simulación de la huella ecológica/biocapacidad en el escenario BAU en comparación con los valores del Global Footprint Network.....	578
Figura 10: Resultados del escenario G1 en relación con el caso BAU1 en 2015, 2030 y 2050 (porcentaje) .	580
Figura 11: Resultados del escenario G2 en 2015, 2030 y 2050, en relación con el caso BAU2 (porcentaje)	580
Figura 12: Evolución de la tasa de crecimiento del PIB (eje derecho) y las dotaciones de recursos naturales (eje de la izquierda: las reservas de petróleo descubiertas, reservas de peces y dotaciones forestales, en relación con los niveles de 1970), en los escenarios BAU y G2.....	581
Figura 13: Evolución de la tasa anual de crecimiento del PIB, datos históricos (WDI, 2009) y proyecciones en los escenarios BAU, BAU2 y G2.....	584
Figura 14: Emisiones de CO ₂ de los combustibles fósiles en los escenarios BAU adicionales y en los escenarios verdes en relación con el caso BAU (años seleccionados)	585
Figura 15: Composición de la huella ecológica en 2050 en varios escenarios, con relación al valor de 1970 y a la proyección de la razón huella-biocapacidad en 2050	585
Figura 16: Diagrama de Ciclo Causal (CLD, por sus siglas en inglés) representando los principales factores que afectan el rendimiento de los cultivos en modelo del sector agricultura.....	587
Figura 17: Asignación de la tierra en 2050 bajo los escenarios BAU y G2, como proporción del total de la tierra y con la unidad de mil millones de hectáreas	588
Figura 18: Dotaciones forestales totales y flujos de deforestación y reforestación en los escenarios BAU, BAU2 y G2.....	588
Figura 19: Reserva de peces, en relación con el nivel de 1970, y captura de peces en los escenarios BAU, BAU2 y G2.....	590
Figura 20: Resultados del análisis de sensibilidad para a) la reserva de peces, en relación con el nivel de 1970, y b) la captura de peces en toneladas/año.....	590
Figura 21: Escenarios de la producción de petróleo convencional global considerados en el GER.....	591
Figura 22: Tendencias en los escenarios BAU y G2 a) del consumo total de energía y la tasa de penetración de las energías renovables (eje de la derecha), b) de la generación de electricidad y de la penetración de las energías renovables en el sector eléctrico.....	592
Figura 23: Composición del empleo por el suministro de electricidad en centrales eléctricas (en manufactura, construcción, instalación, y operación y mantenimiento en 2050 en varios escenarios), combustibles para el suministro de energía, eficiencia energética	593

Figura 24: Empleo total en el sector energía y su desagregación en combustibles y electricidad, y eficiencia energética.....	594
Figura 25: Suministro de agua por fuente y por demanda de agua del sector (km ³), bajo el escenario de referencia base (BAU) y G2	595

Lista de tablas

Tabla 1: Comparación de escenarios para determinados sectores y objetivos.....	572
Tabla 2: La asignación de las inversiones en todos los sectores de los escenarios G1 Y G2 como porcentaje de la inversión total y del PIB (promedio 2011-2050) y los objetivos sectoriales de los escenarios verdes	573
Tabla 3: Emisiones desglosadas por medio de transporte en los escenarios BAU del GER y la AIE	578
Tabla 4: Principales indicadores, escenarios de inversión verde y BAU	579
Tabla 5: Comparación de la matriz energética en 2030 y 2050 en varios escenarios del GER y la AIE.....	592
Tabla 6: Consumo de energía del sector transporte en los escenarios verdes del GER y la AIE, para ciertos años	594
Tabla 7: Principales indicadores en los escenarios de inversión verde y base (BAU).....	598
Tabla 8: Comparación (porcentaje) de los principales indicadores en el escenario G1 en relación con el escenario BAU1 (caso del uno por ciento) y el escenario G2 en relación con el escenario BAU2 (caso del dos por ciento).....	600
Tabla A1: Esferas y sectores del Modelo Mundial Umbral 21 (T21)	602

Lista de cuadros

Cuadro 1: Cambios en las dotaciones de capital natural	582
Cuadro A1: La función de producción Cobb-Douglas en el Modelo T21 para los macrosectores de la agricultura, industria y servicios.....	603

Lista de acrónimos

AIE	Agencia Internacional de Energía	Lge	Litros de gasolina equivalente
AR4	Cuarto Informe de Evaluación del IPCC	ME	Macroeconómico
BAU	Escenario base	MoMo	Modelo de Movilidad (Modelo de Transporte de la AIE)
CAC	Captura y Almacenamiento de Carbono	Mtep	Millones de toneladas equivalentes de petróleo
CD	Cobb-Douglas	O&M	Operación y Mantenimiento
CLD	Diagrama de Ciclo Causal	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
CO ₂ eq	Dióxido de Carbono Equivalente	ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
DC	<i>Disaggregated Consistency</i>	OIT	Organización Internacional del Trabajo
EGC	Equilibrio General Computable	PIB	Producto Interno Bruto
ER	Energía Renovable	PIN	Producto Interno Neto
FAOSTAT	Bases de Datos Estadísticas para la FAO	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
FNUAP	Fondo de Población de las Naciones Unidas	PTE	Perspectivas de Tecnología Energética
GEI	Gases de Efecto Invernadero	PTF	Productividad total de los factores
GER	Informe de Economía Verde	ROI	Retorno a la inversión
GFN	Global Footprint Network	SD	Sistemas Dinámicos
GGND	Nuevo Pacto Verde Mundial	T21	Modelo Umbral 21 (Millennium Institute)
I + D	Investigación y Desarrollo	WEO	Perspectivas de la Energía en el Mundo
IDH	Índice de Desarrollo Humano	WPP	Perspectivas de la Población Mundial
IDM	Indicadores del Desarrollo Mundial		
IIASA	Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados		
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático		

Mensajes clave

1. Con el tiempo, una economía verde crece más rápido que una economía marrón, mientras mantiene y restaura el capital natural. La modelación realizada para el *Informe de Economía Verde* demuestra que el enverdecimiento, además de generar aumentos en el capital natural, también produce una mayor tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), que es una medida clásica, si acaso obsoleta, del desempeño económico. Se prevé que el Producto Interno Bruto (PIB) en el escenario verde superará a aquel bajo el escenario base dentro de diez años. Si se contempla un ajuste del producto interno neto, teniendo en cuenta la depreciación del capital físico y el agotamiento del capital natural, se logra este resultado incluso antes, lo que indica que una economía verde proporcionaría una gestión más eficaz e integrada del capital.

2. La forma tradicional de hacer negocios solo puede ofrecer beneficios para el desarrollo a un precio inasequible. Bajo el escenario base (BAU), que implica tendencias históricas y asume que no ha habido cambios en la política o en las condiciones externas que alteren estas tendencias, los beneficios para el desarrollo en términos de crecimiento del PIB y de reducción de la pobreza pueden continuar por algún tiempo. No obstante, estos beneficios para el desarrollo se alcanzarían a un precio inasequible. El escenario base (BAU) o la forma tradicional de hacer negocios continúa por el camino de un intenso desarrollo con alta intensidad de emisiones de carbono, con sus respectivos impactos ambientales, especialmente en términos de concentración de GEI a largo plazo, que se aproximaría a 1,000 ppm CO₂-eq en 2100, lo que resultaría muy probablemente, en un aumento de alrededor de 4°C (según los escenarios del IPCC A1B y A2). Además, el escenario base (BAU) disminuiría significativamente los activos de capital natural. Los resultados indican que la huella ecológica global sería equivalente a más del doble de la biocapacidad del planeta.

3. Una economía verde promueve el crecimiento a favor de los pobres y logra la eficiencia energética y de recursos. Una economía verde fortalece un crecimiento económico a favor de los pobres a través de la creación de capital natural, que es el sustento del cual dependen las personas en condiciones de pobreza. En un escenario de inversión verde, el dos por ciento del PIB global se asigna al enverdecimiento de la energía, manufactura, transporte, edificios, residuos, agricultura, pesquerías, agua y actividades forestales. En las simulaciones, estas inversiones contribuyen a duplicar la población de peces y aumentar en una quinta parte las tierras forestales, en comparación con el escenario base (BAU) en 2050. También reducirían el uso de combustibles fósiles en un 40 por ciento y la demanda de agua en un 20 por ciento, con relación al escenario base (BAU). Al preservar y desarrollar el capital natural y mitigar la escasez de los recursos, estas inversiones proporcionan las bases para mejorar el bienestar humano y sostener el crecimiento económico de los próximos 20 a 40 años, con riesgos de recesión considerablemente menores y, al menos, con la misma fuerza que en el escenario BAU.

4. Una economía verde tiene el potencial para crear empleos adicionales a medio y largo plazo.

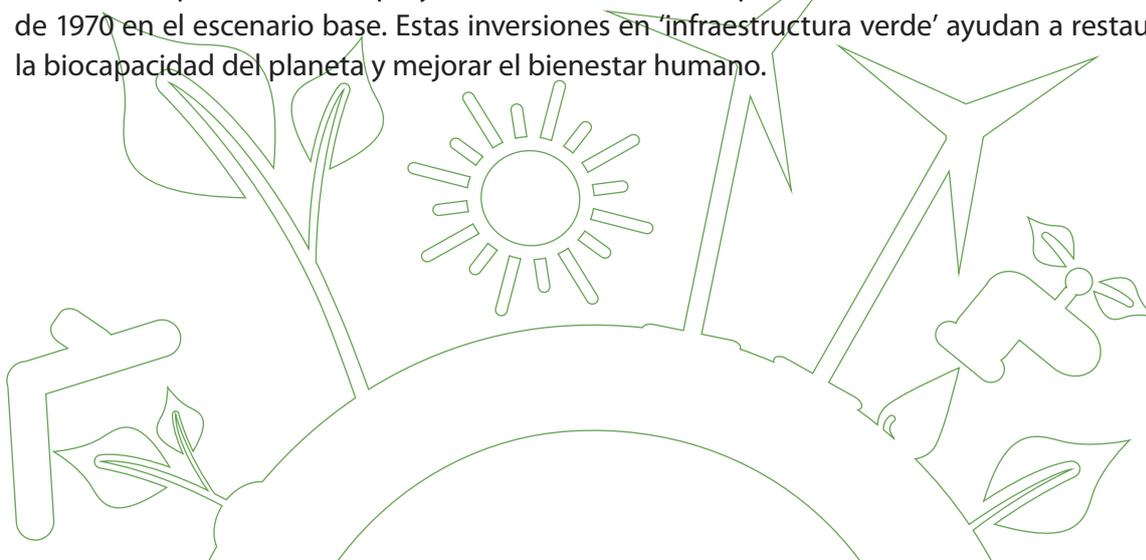
Un cambio hacia una economía verde también significa un cambio en el sector de empleos, el cual no debe conducir, al menos, hacia una pérdida neta de puestos de trabajo. Los empleos creados compensarían los perdidos al transformar las actividades insostenibles para el medio ambiente. En un escenario de inversión verde, el empleo neto directo podría disminuir debido a la necesidad de reducir la extracción excesiva de recursos naturales en sectores como el pesquero a corto y medio plazo. Pero entre 2030 y 2050, estas inversiones verdes crearían beneficios en términos de empleo para alcanzar y, probablemente, exceder el escenario base (BAU), bajo el cual un mayor crecimiento en el empleo estará limitado por la escasez de recursos y de energía, y el impacto del cambio climático.

5. El enverdecimiento de la mayoría de los sectores económicos reduciría significativamente las emisiones de GEI.

Con cerca del 1.25 por ciento del PIB mundial invertido en el aumento de la eficiencia energética de los sectores y en la expansión de las energías renovables, incluyendo los biocombustibles de segunda generación, la intensidad energética global se reducirá en el 26 por ciento hasta 2030 y el volumen anual de emisiones de CO₂ asociado a la energía pasará a los 20 Gt en 2050 de los 30,6 Gt de 2010. Además del potencial de la agricultura verde en cuanto al secuestro de carbono, se espera que en un escenario de inversión verde reduzca la concentración de emisiones a 450 ppm en 2050, unos valores esenciales para que haya una probabilidad razonable de limitar el calentamiento global al límite de 2°C.

6. Una economía verde sostiene y mejora los servicios de los ecosistemas.

Las inversiones verdes en los sectores forestal y agrícola ayudarían a revertir los descensos actuales en las áreas forestales, reestructurando estos importantes recursos en cerca de 4,500 millones de hectáreas en los próximos 40 años. Rendimientos más altos resultantes de la inversión en agricultura verde reducirían la cantidad de tierra utilizada para la agricultura y la ganadería en un seis por ciento en 2050 en comparación con las tendencias proyectadas en el escenario base (BAU), mientras se producen más alimentos. La calidad del suelo aumentaría una cuarta parte de promedio en 40 años. Además, las inversiones para aumentar el abastecimiento de agua y ampliar su acceso, junto con una mejora de la gestión, proporcionarían un diez por ciento adicional de la oferta total de agua a corto y largo plazo, así como contribuiría a preservar los recursos de agua subterránea y superficial. En el sector de la pesca, la reducción del exceso de capacidad ayudaría a recuperar en 2050 el 70 por ciento del nivel total estimado en 1970, en comparación con la proyección de más de un 30 por ciento de disminución del nivel de 1970 en el escenario base. Estas inversiones en 'infraestructura verde' ayudan a restaurar la biocapacidad del planeta y mejorar el bienestar humano.



1 Introducción

Este capítulo describe y presenta los resultados del ejercicio de modelación realizado para el *Informe de Economía Verde* (GER). La modelación se hizo para probar la hipótesis, que dio origen a este informe: invertir en el medio ambiente proporciona resultados macroeconómicos positivos, además de mejorar el desarrollo ambiental. Se utilizó la herramienta de modelación T21 (*Threshold 21-World*), que está compuesta por varios modelos sectoriales integrados en un modelo global. Los modelos sectoriales son el centro del ejercicio de modelación que apoya el análisis llevado a cabo por los autores del GER. El modelo traza los efectos de invertir distintos montos del PIB en actividades económicas verdes, en contraposición con el escenario base, o la forma tradicional de hacer negocios (BAU), en términos de estímulo a la economía, mejora en la eficiencia de los recursos naturales, reducción de la intensidad de carbono y creación de empleos.

La siguiente sección describe las cuestiones clave que deben ser abordados por un marco de modelación que busque cuantificar los desafíos que implica avanzar hacia una economía verde. La tercera sección describe las características principales de la estructura de la modelación. Esto, seguido de una sección dedicada a describir los supuestos que subyacen los diversos escenarios:

un escenario base (BAU) sin inversión adicional; dos escenarios BAU con mayores niveles de inversión, pero ningún cambio en la política energética ni ambiental (BAU1 y BAU2); y dos escenarios verdes que combinan niveles superiores de inversión con mejoras en la política ambiental (G1 y G2). Posteriormente, una quinta sección describe los resultados de estos diversos escenarios. Finalmente, el anexo provee detalles técnicos adicionales así como artículos técnicos de base.

Cabe señalar que todos los capítulos sectoriales de este informe han hecho uso, en mayor o menor grado, de los resultados del ejercicio de modelación que aquí se presenta. Aunque la modelación incluye una serie de escenarios, los capítulos de esta sección generalmente solo comparan un escenario verde, G2, con el correspondiente escenario BAU2, además de describir los aspectos relevantes del punto de referencia del escenario base (BAU). El escenario G2 es más relevante puesto que, explícitamente, tiene como objetivo reducir las emisiones de CO₂ lo suficiente como para alcanzar una concentración de 450 ppm en la atmósfera, así como un cierto número de objetivos en políticas de nutrición, gestión de las pesquerías, reducción de la deforestación, disponibilidad del agua y gestión de residuos.

2 Entender la economía verde

Los principales estímulos de una economía verde, como se representa en la modelación global desarrollada por el análisis realizado en el *Informe sobre Economía Verde* (GER), son los acervos y flujos de los recursos naturales, además de los acervos y flujos del capital y trabajo que son importantes en un modelo económico a largo plazo. Los acervos son conjuntos de flujos de entrada y de salida (como los bosques son la acumulación de reforestación y deforestación). Por otra parte, en el Modelo Mundial T21, el capital y el trabajo son necesarios para desarrollar y procesar los acervos de recursos naturales. Así pues, hay tres factores clave para transformar los recursos naturales en valor económico agregado: la disponibilidad de capital, que se acumula a través de inversiones y disminuye con la depreciación; trabajo, que sigue la evolución demográfica global, especialmente la estructura de edad y la tasa de participación activa de la fuerza laboral; y los acervos de recursos naturales, que se acumulan con el crecimiento natural, cuando son renovables, y disminuyen con la cosecha o durante la extracción.

Algunos ejemplos sobre el impacto directo que tienen los recursos naturales sobre el PIB son la disponibilidad de acervos de peces y forestales para el sector pesquero y forestal, así como la disponibilidad de combustibles fósiles para impulsar el capital necesario para la captura de peces y el cultivo de los bosques, entre otros. En este sentido, el Modelo Mundial T21 toma en consideración variables monetarias y físicas, representando a cada sector de forma coherente y consistente. Otros recursos naturales y los factores que afectan la eficiencia de los recursos y, a la vez, el PIB incluyen el estrés hídrico y el reciclaje y la reutilización de los residuos, así como los precios de la energía que se determinan de manera endógena.

El análisis realizado en el GER se centra en la transición hacia una economía verde, caracterizada por una alta eficiencia de los recursos y una baja intensidad de carbono, determinando las necesidades de una transición a corto y medio plazo; y evaluando los impactos del desarrollo de una economía verde a largo plazo. Por lo tanto, es natural hacer hincapié en los acervos porque definen el estado del sistema, conforme se destaca por las proyecciones de varios indicadores clave para la sostenibilidad, como la huella ecológica.¹ De hecho, el crecimiento sostenido a largo plazo está relaciona-

do con la gestión sostenible de los recursos naturales, tales como el agua, la tierra y los combustibles fósiles. Aumentar la eficiencia del uso de los recursos y eliminar los residuos reduciría la disminución de los acervos y, en ciertos casos, apoyaría su crecimiento. En este sentido, entender la relación entre flujos y acervos es crucial (por ejemplo, la concentración de emisiones en la atmósfera puede seguir aumentando, inclusive si las emisiones anuales se mantienen constantes o disminuyen. La concentración de carbono disminuirá solamente si las emisiones anuales están por debajo de la capacidad de absorción natural de los bosques y tierras, entre otros).

El crecimiento económico de las décadas recientes, al tiempo en que se beneficiaba de la contribución de los

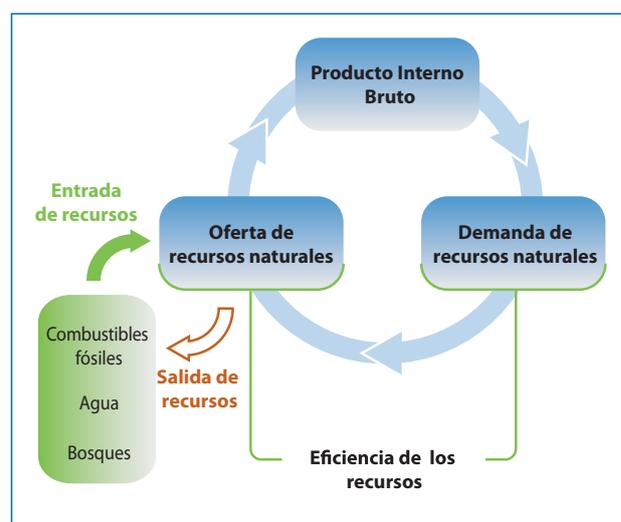


Figura 1: Las relaciones entre el crecimiento económico y los recursos naturales

Los recursos naturales son tanto vectores como posibles obstáculos del crecimiento económico. Cuanto más crezca el PIB, mayor será la demanda por recursos naturales; la creciente demanda conduce a una mayor producción, la cual agota las reservas (todo lo demás constante). Por otra parte, la caída en las reservas reduce el potencial a medio y largo plazo de la producción de los recursos naturales, lo que podría limitar el crecimiento económico. La eficiencia de los recursos se promueve en el GER para reducir la demanda y mejorar el manejo de la oferta. El efecto rebote también se debe tomar en cuenta, ya que normalmente se reducen los beneficios previstos por la mejora en la eficiencia debido a la demanda creciente.

¹ La huella ecológica es una medida de la demanda de la humanidad sobre los recursos naturales. Representa la cantidad de tierra y agua que requiere una población humana para generar los recursos que consume y para absorber sus desechos (GFN, 2010).

recursos naturales, no permitió que las reservas se regeneraran (como fue ilustrado por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio). Por ejemplo, en la actualidad apenas el 25 por ciento de las reservas pesqueras comerciales, en su mayoría especies de bajo precio, están subexplotadas (FAO, 2008); y para 2003, alrededor del 27 por ciento de las pesquerías marinas en el mundo ya se habían colapsado (Worm et al., 2006). En la mayoría de los países, la producción de petróleo ya ha alcanzado su cima y ha comenzado a disminuir (IEA, 2009) de acuerdo con algunas previsiones (ASPO-USA, 2010), el pico global del petróleo se registrará entre este momento y el año 2015, mientras que otras previsiones (IEA, 2009) esperan que esto suceda después de 2030. El agua se está volviendo escasa y se proyecta que el estrés hídrico aumente: el abastecimiento de agua solo podrá satisfacer al 60 por ciento de la demanda mundial dentro de 20 años (McKinsey, 2009). Los rendimientos del sector agrícola aumentaron principalmente gracias al uso de fertilizantes químicos (FAOSTAT, 2009) que, por otro lado, redujeron la calidad del suelo hasta un diez por ciento respecto al nivel de 1970 (Muller y Davis, 2009), y no frenaron la creciente tendencia de deforestación, que permaneció en 13 millones de hectáreas por año y 1990 a 2005 (FAO, 2009).

Hace mucho tiempo que la percepción –tanto por parte del público en general como de los formuladores de políticas– considera que los objetivos de crecimiento económico, la protección del medio ambiente y la se-

guridad nacional y energética implican un complejo conjunto de disyuntivas de un factor por otro (Brown & Huntington, 2008; CNA, 2007; Howarth & Monahan, 1996). Este estudio pretende analizar la compleja dinámica de las características sociales, económicas y medio ambientales de nuestro mundo con el objetivo de evaluar si las inversiones verdes pueden crear sinergias y ayudar a alcanzar diversos objetivos de economía verde: un crecimiento económico resiliente, la creación de empleo, el desarrollo bajo en carbono y la eficiencia de los recursos.

Al adoptar un enfoque integrado centrado en la interacción de los acervos y flujos entre distintos sectores, este capítulo examina la hipótesis de que una gestión correcta de los recursos naturales no implica necesariamente aceptar un menor crecimiento económico en el futuro. En su lugar, se plantea la cuestión de si se podría alcanzar un crecimiento igual o superior con un desarrollo más sostenible y en una economía más equitativa y resiliente, en la cual los recursos naturales serían preservados a través de un uso más eficiente. Esta formulación inicial contrasta con una serie de informes sectoriales centrados en la energía y los escenarios de mitigación del cambio climático. Por el contrario, el enfoque de una economía verde apoya tanto el crecimiento como el desarrollo bajo en carbono, mediante la reducción de emisiones y la conservación de los acervos a corto plazo para beneficiarse de sus condiciones más saludables en el futuro.

3 Modelar una economía verde

Los gobiernos nacionales suelen formular objetivos de desarrollo a largo plazo, y adoptar un enfoque estratégico para alcanzarlos de forma articulada en un plan de desarrollo. La descripción de las políticas y medidas para alcanzar los estos objetivos de desarrollo constituyen la base para la toma de decisiones a corto plazo, como los gastos y los planes de recaudación reflejados en el presupuesto anual. Los modelos cuantitativos han sido desarrollados para aproximar las relaciones que hay entre estas medidas de política y los objetivos de desarrollo.

3.1 Una caracterización de los métodos de modelación

En los últimos 40 años se han desarrollado una gran variedad de modelos y métodos de modelación para apoyar la planificación nacional. Entre estas herramientas, las más utilizadas hoy en día incluyen: Modelos de Consistencia Desagregada o DC; Modelos de Equilibrio General Computable (EGC); Modelos Macro-Económicos (ME) y los Modelos de Sistemas Dinámicos (SD)². Estas metodologías han demostrado ser útiles a diferentes niveles para varios tipos de análisis de las políticas, especialmente, para la planificación financiera a corto y medio plazo. Si bien los recientes acontecimientos mundiales han subrayado la importancia de abordar conjuntamente los aspectos del desarrollo económico, social y ambiental, la mayoría de los métodos antes mencionados no respalda efectivamente la integración de los ejercicios de planificación a largo plazo.

Más específicamente, los modelos EGC se basan en un concepto de matriz de flujos, donde los actores de la economía interactúan de acuerdo con un conjunto específico de reglas y bajo condiciones de equilibrio predefinidas. Los modelos EGC inicialmente se utilizaban para analizar el impacto económico de políticas públicas alternativas, por ejemplo, aquellas que funcionan a través de los mecanismos de precios (como los impuestos, subsidios y aranceles); sin embargo, los modelos EGC más recientes incorporan indicadores sociales (Bussolo y Medvedev, 2007) y ambientales (OECD, 2008). Los Modelos Macro-Económicos (ME) se desarrollan como una combinación de identidades macroeconómicas y ecuaciones que modelan el comportamiento, estimadas con métodos econométricos (Fair, 1993). y son amplia-

mente utilizados por organizaciones financieras nacionales e internacionales para apoyar análisis de políticas macroeconómicas a corto y medio aplazo, como las políticas fiscales y monetarias en general. Los Modelos DC consisten en una combinación de hojas de cálculo que representan las cuentas macroeconómicas nacionales fundamentales y asegurando la consistencia entre ellas. Algunos ejemplos conocidos de este tipo de modelos incluyen el RMSM-X del Banco Mundial (Evaert et al., 1990) y el FPF del FMI (Khan et al., 1990), que se utilizan para analizar el impacto macroeconómico de los programas de ajuste. Los tres métodos descritos anteriormente se enfocan principalmente en los aspectos económicos del desarrollo y, en general, no están diseñados para apoyar los ejercicios de planeación integrales de largo plazo.

Como una técnica para analizar la variedad de cuestiones sobre el desarrollo (Saeed 1998), incluyendo análisis de políticas nacionales (Pedercini y Barney, 2009), la metodología SD desarrollada por el MIT ha evolucionado mucho en los últimos 25 años (ver Forrester, 1961, para los primeros usos de esta metodología). Específicamente, en varios casos se ha adoptado el método SD para analizar la relación entre la estructura y el comportamiento de sistemas dinámicos complejos. En el modelo SD se analizan, verifican y formalizan las relaciones casuales en modelos de ecuaciones diferenciales (ver Barlas, 1996); y se simula y se analiza su comportamiento a través de un *software* de simulación. Este método utiliza una representación de los flujos y los acervos de los sistemas y es muy adecuado para representar conjuntamente los aspectos económicos, sociales y ambientales del proceso de desarrollo.

3.2 El Modelo Mundial T21

El enfoque propuesto utiliza la Dinámica de Sistemas como base e incorpora la optimización (por decisión técnica en el sector de la energía) y la econometría (para estimar los parámetros de la función de producción) en la construcción del modelo, así como las simulaciones para ilustrar posibles escenarios futuros alternativos.

El modelo desarrollado para el GER, inspirado en la familia de modelos T21,³ creados por el Millennium Insti-

2 Para obtener más información sobre los modelos de desarrollo y planificación nacional ver Pedercini (2009).

3 El nombre de *Threshold 21* (T21) proviene de la creencia de que el siglo XXI será un periodo umbral para la humanidad.

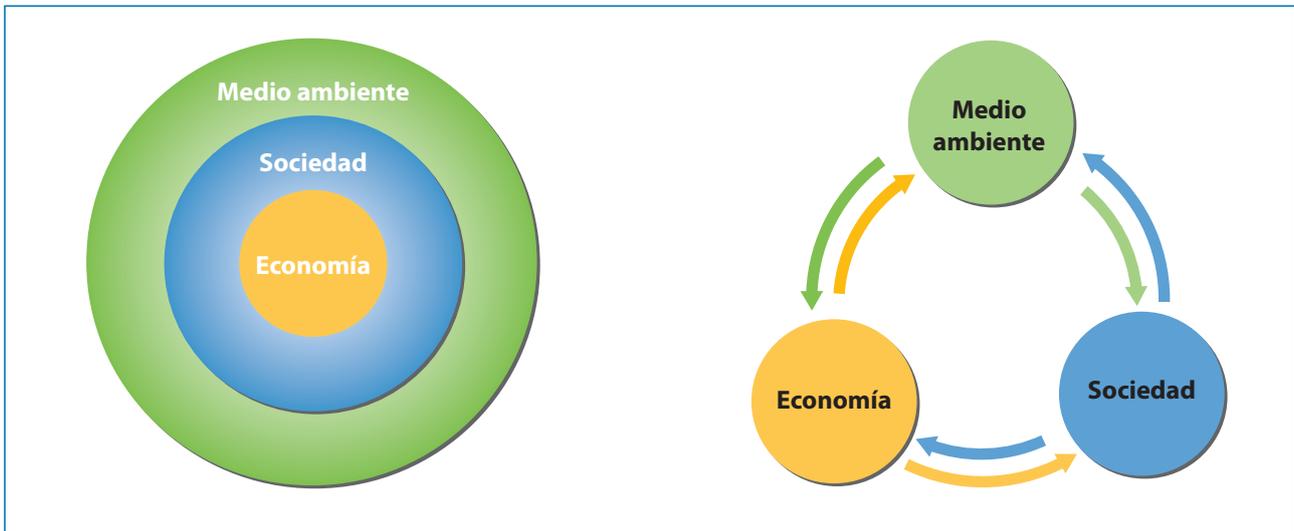


Figura 2: Visión general conceptual del Modelo Mundial T21

El medio ambiente, la sociedad y la economía representan el más alto nivel de agregación en el modelo (ver lado izquierdo). Aunque nuestro medio ambiente abarca la sociedad y la economía en conjunto, por simplicidad, se muestran por separado en este reporte con el fin de resaltar las interconexiones existentes entre ellos (ver lado derecho).

tute (ver MI, 2005; Bassi, 2010b, entre otros), desarrolla supuestos (estructurales y numéricos) a partir de los modelos económicos y físicos existentes generando una estructura exhaustiva que crea escenarios de lo que probablemente suceda en un sistema económico, social y ambiental integrado (ver Figura 2).

Para generar, con el tiempo, escenarios sistémicos amplios y entre sectores que se ocupan de cuestiones ambientales, económicas y sociales en una estructura única coherente, el modelo general simula los principales impactos de la inversión a corto, mediano y largo plazo en la economía verde. Dado que es un modelo regional, sin desagregaciones nacionales o internacionales, no se pueden representar de manera explícita los cambios en la distribución geográfica de la actividad económica, las características sociales o los impactos medio ambientales (como se explica en el Anexo 1). Además, el modelo global no aborda explícitamente las responsabilidades

o reacciones de los diferentes actores, en particular, de las autoridades gubernamentales. La contribución más importante de este modelo es su estructura sistémica que incluye asociaciones endógenas dentro y entre los sectores económico, social y ambiental (todos definidos a un nivel global agregado) a través de una variedad de ciclos de retroalimentación⁴. La mayoría de los modelos existentes se concentran en uno o dos sectores, pero hacen suposiciones exógenas sobre otros sectores que afectan o son afectados por el sector en consideración. El uso de formulaciones endógenas aumenta la consistencia en el tiempo y entre sectores, porque los cambios entre los principales estímulos en el sistema analizado se reflejan en todo el modelo y en el análisis mediante ciclos de retroalimentación.

⁴ La retroalimentación es un proceso mediante el cual una causa inicial crea una cadena de causalidades y, en última instancia, ésta se ve afectada otra vez.

4 Definición de escenarios y retos

El modelo se utilizó para simular dos escenarios de inversión verde (fomentando la eficiencia de los recursos y un desarrollo bajo en carbono) para compararlos con el escenario base (BAU) o los escenarios de referencia en los cuales se favorece un uso más convencional de los recursos y de los combustibles fósiles.

El caso del escenario base (BAU) reproduce el histórico del período entre 1970 y 2009 y no presupone ningún cambio en las políticas o condiciones externas hasta 2050. Este escenario está configurado y calibrado para reflejar las proyecciones de referencia de los diferentes modelos sectoriales existentes, bien como informes sobre población, economía, energía, transporte y agua, incluyendo: las Perspectivas de Población Mundial (WPP, por sus siglas en inglés) de las Naciones Unidas (UNDP, 2009); los Indicadores del Desarrollo Mundial (IDM) del Banco Mundial (World Bank, 2010); la Prospec-tiva Medioambiental de la OCDE para el 2030 (OECD, 2008); FAOSTAT de la FAO (FAO, 2010) y la Situación de los Bosques del Mundo (FAO, 2009); el informe de McKinsey Charting Our Water Future (McKinsey, 2009); las Perspectivas de la Energía en el Mundo 2010 de la AIE (AIE, 2010); la Producción Sostenible de Biocombustibles de Segunda Generación (AIE, 2010); Transporte, Energía y CO₂ (AIE, 2009); las Perspectivas sobre Tecnología Energética (AIE, 2010) y los reportes de la Global Footprint Network (GFN, por sus siglas en inglés) (GFN 2010), entre otros.

Los dos escenarios verdes (G1 y G2) presuponen mayores inversiones en el período 2010 a 2050, contrastados con sus dos escenarios base (BAU) de actividad normal: BAU1 para G1 y BAU2 para G2, con dos escenarios base (BAU1 y BAU2) en los cuales se simula la misma cantidad de inversión, pero distribuida de acuerdo con patrones existentes.⁵ Los escenarios verdes simulan inversiones adicionales que aumentan la eficiencia en el uso de los recursos y reducen la intensidad de carbono, a la vez que se crean empleos y se estimula el crecimiento

económico. Las mejoras en eficiencia impulsadas por las inversiones se pueden alcanzar tanto directamente (a través de la construcción de infraestructura más eficiente y la adopción de tecnologías ahorradoras de recursos), como indirectamente mediante iniciativas de I+D relevantes. Ejemplos incluyen inversiones en energía renovable (por ejemplo, en el suministro de energía) y mejoras en términos de eficiencia energética. Además, las inversiones son distribuidas para reducir la deforestación y aumentar la reforestación o para reducir la capacidad extractiva del sector pesquero y respaldar la restauración de las reservas pesqueras.

Los escenarios verdes se basan y desarrollan la recomendación del Informe de Política del Nuevo Acuerdo Verde Global (PNUMA 2009) del PNUMA, que defiende que una parte importante de los paquetes de estímulo (por lo menos el uno por ciento del PIB) se canalice hacia inversiones en varios sectores verdes. Como respuesta a las diversas crisis que el mundo enfrenta, esa inversión fue propuesta como una forma de revitalizar la economía mundial, al mismo tiempo que se emprendía un nuevo camino de bajas emisiones de carbono y eficiente en término de recursos. Desde un ámbito global, los compromisos estaban muy por debajo de este objetivo, aunque la República de Corea y China se destacan por asignar más del cinco por ciento de su PIB hacia inversiones en los sectores verdes en la forma de paquetes de estímulo. La República de Corea también extendió este programa a su 'Plan Quinquenal de Crecimiento Verde' a medio plazo (2009-2013), que dedica el dos por ciento del PIB al cambio climático y la energía, transporte sostenible y el desarrollo de tecnologías verdes. Los escenarios verdes representan aquí una estrategia similar de integrar inversiones verdes y facilitar el cuadro de políticas en un compromiso a largo plazo.

Como se ha dicho anteriormente, los escenarios BAU1 y BAU2 suponen inversiones adicionales, como en los escenarios verdes, pero proyectan la continuación de las tendencias actuales del uso de recursos y consumo de energía, entre otros. Más específicamente, estos escenarios asumen que no se destinarán inversiones adicionales (en relación con la actividad normal) a la expansión de energías renovables, la agricultura seguirá dependiendo de los fertilizantes químicos, y la deforestación no se detendrá.⁶ En su lugar, el crecimiento

5 Se han desarrollado dos métodos diferentes para simular y analizar las inversiones en una economía verde. (1) La primera aproximación a la simulación de inversiones adicionales, tanto verdes como BAU, es a través de los sectores. (2) El segundo enfoque se desplaza de las inversiones BAU a las inversiones verdes. En este caso, las inversiones son prácticamente reasignadas a las inversiones verdes en todos los sectores. La primera aproximación es presentada en este capítulo. Una comparación de los resultados obtenidos a través de la simulación de ambos métodos es presentada en la Sección 1, Material Técnico de Apoyo. En resumen, el análisis indica que cuando se usan los mismos supuestos, los resultados de las simulaciones no difieren de forma significativa entre sí para la mayoría de las variables.

6 El escenario BAU incorpora ya, aunque de manera indirecta, las tendencias actuales en las inversiones de estos sectores, pero no anticipa cambios importantes en estas tendencias.

Sector y objetivo	Escenarios BAU	Escenarios verdes
Agricultura Aumento de las cosechas	Mayor utilización de fertilizantes químicos	Aumento en la agricultura de conservación, el uso de fertilizantes orgánicos, entre otros.
Energía Ampliación de la capacidad de generación de energía	La generación térmica (combustibles fósiles)	Generación de electricidad a través de energías renovables
Pesquerías Aumento en la producción	La expansión de la flota de buques, impulsando la captura en el corto plazo	La reducción de la flota de buques, la inversión en la administración de las reservas para incrementar las capturas en el mediano y largo plazo
Bosques Aumento en la producción	Aumento en la deforestación	Frenar la deforestación e invertir en reforestación (ampliación de las plantaciones forestales)
Agua Manejo de la oferta y la demanda	Aumento del suministro de agua a través de una mayor extracción	Invertir en medidas de uso eficiente del agua, manejo del agua (incluidos los servicios de los ecosistemas) y la desalinización

^a Se refiere a BAU1 y BAU2 con inversiones adicionales asignadas para que coincidan con los patrones existentes.

Tabla 1: Comparación de escenarios para determinados sectores y objetivos

se logrará a través de la explotación de los recursos, lo que incluye el descenso del nivel de los acervos de combustibles fósiles, pesqueros y forestales.

La comparación entre los escenarios verdes y BAU para ciertos sectores y acciones se enumeran en la Figura 3 y la Tabla 1.

Los escenarios de inversión verde G1 y G2 están contruidos con propósitos y énfasis diferentes⁷, pero no pretenden ser completos en términos de alcance y amplitud potenciales de los escenarios. El caso del uno por ciento (G1) es un ejercicio experimental para aclarar e ilustrar el concepto de economía verde, dado que supone una distribución de fondos casi igual a través de todos los sectores analizados, y para comparar los impactos proyectados de la implementación de una estrategia de economía verde con escenarios climáticos como el caso 450 de la AIE, entre otros. Por otra parte, el caso del dos por ciento (G2) puede ser considerado más relevante y coherente. En este caso, las cuestiones clave actuales, tales como el cambio climático, la escasez de agua y la seguridad alimenticia, determinan la asignación de la inversión en los sectores.

⁷ Una variedad de escenarios de inversión adicionales podrían ser fácilmente simulados y analizados. Por otra parte, con el objetivo de simplificar y presentar un análisis sólido que pueda ser fácilmente comparado con otros estudios principales, se seleccionó el uno y el dos por ciento de los casos. Los escenarios de inversión más allá del dos por ciento del PIB también fueron cuidadosamente evaluados y descartados debido a la falta de información sobre (1) las posibles y factibles reducciones en el consumo de energía y materiales, y (2) otros gastos relacionados (por ejemplo, los costos de reducción de carbono) más allá de la revisión por pares y las estimaciones publicadas. Por ejemplo, si la reducción de carbono fuera empujada más allá de las estimaciones de la AIE, los supuestos sobre los costos marginales de hacerlo tendrían que ser hechos por el autor. Este análisis, por el contrario, se basa en las estimaciones existentes, para ser consistentes y coherentes con el estado actual de la investigación en todos los sectores.

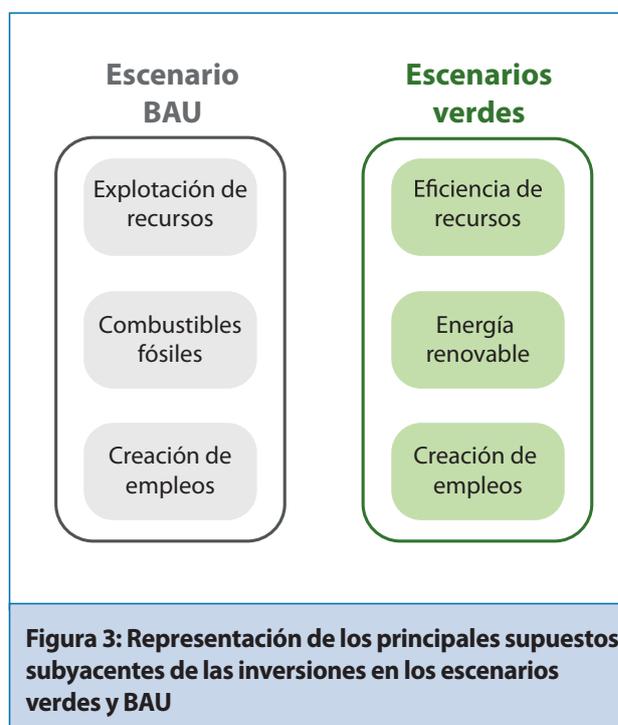


Figura 3: Representación de los principales supuestos subyacentes de las inversiones en los escenarios verdes y BAU

Como son fundamentales para hacer frente al cambio climático, las inversiones en energía son prioritarias en este escenario para alcanzar los objetivos de emisiones de los escenarios 450 AIE y BLUE Map. Cabe resaltar que, la mayor parte de los capítulos sectoriales del GER se refieren al G2 como un escenario de inversión verde, a menos que se indique lo contrario.

De forma más específica, estos escenarios incluyen inversiones en agricultura, pesquerías, bosques, agua, residuos y energía, también distribuida por sectores, como las industrias, transportes, construcción y turismo. Las ciudades también son analizadas. A conti-

Sector	Participación en la inversión verde		Participación en el PIB		Objetivos sectoriales
	G1	G2	G1	G2	
Agricultura	10	8	0.1	0.16	Aumento los niveles de nutrición a 2,800-3,000 kcal/persona en 2030 (FAO 2009).
Construcción	10	10	0.1	0.2	Aumentar para alcanzar las metas de eficiencia energética en el consumo de energía y de reducción de emisiones establecidas en el escenario BLUE Map de la AIE (AIE, 2008).
Energía (oferta)	15	26	0.15	0.52	Aumentar la penetración de las energías renovables en la generación de electricidad y en el consumo de energía primaria para alcanzar los objetivos fijados en el escenario BLUE Map AIE (AIE, 2008).
Pesquerías	10	8	0.1	0.16	Restaurar las poblaciones de peces para alcanzar el potencial del rendimiento máximo sostenible establecido por la FAO en 2050.
Bosques	3	2	0.03	0.03	Fase de reducción del 50 por ciento en la deforestación para el año 2030, y un aumento de bosques plantados para sostener la producción forestal.
Industria	6	3	0.06	0.06	Aumentar la eficiencia energética para alcanzar las metas de consumo de energía y de reducción de emisiones establecidas en el escenario BLUE Map de la AIE (AIE 2008).
Turismo	10	10	0.1	0.2	
Transporte	16	17	0.16	0.34	Expandir el transporte público y aumentar la eficiencia energética para alcanzar las metas de consumo de energía y de reducción de emisiones establecidas en el escenario BLUE Map de la AIE (AIE 2008).
Residuos	10	8	0.1	0.16	Reducir el 70 por ciento de los residuos que va a los vertederos mediante la correcta implementación de las 3R.
Agua	10	8	0.1	0.16	Alcanzar los ODM en materia de agua y reducir la intensidad del agua (reducir el consumo y aumentar la oferta) (véase McKinsey, 2010).
Total	100	100	1%	2%	
Eficiencia energética y de combustible*	33	35	0.33	0.71	

Tabla 2: La asignación de las inversiones en todos los sectores de los escenarios G1 Y G2 como porcentaje de la inversión total y del PIB (promedio 2011-2050) y los objetivos sectoriales de los escenarios verdes⁸

* Esta categoría incluye todas las inversiones en eficiencia energética (combustible y energía) implementado en todos los sectores. Estos incluyen la mayoría, pero no todas, las inversiones asignadas a la construcción (residencial, comercial y agrícola), la industria, el turismo y el transporte. Además, los impactos del escenario de inversión verde para los sectores en los que la inversión se concentra exclusivamente en la eficiencia energética –los edificios, la industria– no se presentan de manera desglosada, pero se encuentran capturados bajo energía.

nuación se explican los siguientes escenarios de forma más detallada:

Escenario G1: asume que el uno por ciento del PIB global se dirige anualmente a la inversión verde. En este escenario verde, el uno por ciento del PIB se divide, en general de forma igualitaria entre los sectores, recibiendo cada uno el diez por ciento de la inversión verde, con algunas excepciones, como se destaca en la Tabla 2, dependiendo de determinados objetivos sectoriales. Esa distribución de fondos sirve para ilustrar los beneficios más amplios de una inversión más verde, ofreciendo a los líderes nacionales que afrontan desafíos socioeconómicos y ambientales conocimiento sobre los impactos posibles de mayores inversiones verdes. Para las ciudades, además de analizar los impactos de una inversión global en contextos urbanos, se simula la asignación del uno por ciento del PIB para la expansión del transporte público, siendo clave para el desarrollo socioeconómico y espacial de las ciudades.

Escenario G2: presupone que anualmente el dos por ciento del PIB global se dirija a inversiones verdes. En este escenario, las prioridades son impulsadas por los objetivos de las políticas sectoriales, con énfasis en la energía y el cambio climático (el cual, de acuerdo con el AIE, requiere aproximadamente el uno por ciento del PIB mundial hasta 2030 para reducir la concentración de emisiones a 450 ppm, y limitar el calentamiento global a 2°C). Como consecuencia, una mayor proporción del PIB será destinada a la energía (a las medidas que incidan tanto en la demanda como en la oferta) y el resto será repartido entre los sectores restantes (por ejemplo, agricultura, bosques, pesquerías, agua e infraestructura para el transporte).

8 Las inversiones asignadas a las ciudades no se representan en esta Tabla. El trabajo de modelación en las ciudades ha demostrado ser difícil de llevar a cabo debido a la falta de datos para una serie de variables clave. Por lo tanto, se hizo hincapié solo en el transporte, como se indica en el capítulo de 'Ciudades', dada su relevancia para el desarrollo urbano.

Las inversiones bajo los escenarios G1 y G2 se realizan anualmente durante el periodo 2010-2050, lo que implica un cambio coordinado pero gradual de las reservas de capital y la reducción de potencial de los costos de obsolescencia prematura. Los escenarios BAU1 y BAU2 también asumen inversiones adicionales del uno y el dos por ciento del PIB, como es el caso de los escenarios G1 y G2, pero estas se asignan en toda la economía en un contexto BAU, sin enfocarse en sectores específicos. Generalmente, los efectos del G1 y el G2 son evaluados en comparación con las proyecciones de BAU1 y BAU2 (los escenarios adicionales de BAU), respectivamente.

4.1 Definiendo las inversiones y la metodología

Cabe resaltar que se simula una gran variedad de políticas junto a la asignación de inversiones en los sectores verdes. De hecho, estos escenarios representan las inversiones tanto en el sector privado como en el público, y suponen que la cantidad total asignada se gasta efectivamente en todos los sectores. Por esta razón, cuando se hace referencia a la inversión, se considera tanto el gasto público como privado. El primero puede ser representado por políticas fiscales para estimular la compra de capital más eficiente (por ejemplo, devoluciones de impuestos por la compra de un automóvil eficiente en el uso de combustible, o un refrigerador). Y el segundo es el gasto efectivo privado de realizar la compra. Además, generalmente aquí la inversión hace referencia a su sentido económico mediante el cual se aumenta el capital fijo, incluyendo la infraestructura.⁹ Será importante desarrollar los criterios e indicadores para monitorear las inversiones relevantes bajo posibles escenarios de inversión verde.

En el ejercicio de modelación, la fuente de financiamiento para las inversiones verdes no está definida explícitamente. Esto se debe al hecho de que distintos gobiernos, que enfrentan diferentes limitaciones y se caracterizan por contextos muy heterogéneos, pueden preferir confiar en diferentes políticas y esquemas de apoyo para la transición hacia una economía verde.

Asimismo, a diferencia de varios estudios que solo proveen información sobre los 'costos netos' (o las inversiones requeridas adicionales),¹⁰ el Modelo Mundial T21 utiliza los costos desagregados de capital y de ahorro (o los costos evitados). Este enfoque es útil porque los costos de capital son un gasto inmediato, a diferencia del ahorro en costos de operación (que se acumula durante la vida útil del capital), y permiten que el modelo calcule la formación de capital que corresponde a la inversión adicional simulada en los escenarios verdes, BAU1 y BAU2.

Como se indicó previamente, el cálculo de los costos de operación y los de inversión en capital incluye una evaluación detallada de los costos asociados con las diferentes tecnologías (capital) y sus insumos requeridos (energía). Por ejemplo, se toma en cuenta el costo los costes operacionales y de mantenimiento de una turbina de viento, el cual, en términos de MW, es a menudo similar a los costos de una central termoeléctrica a base de carbón. Por otro lado, el viento no requiere insumos de combustibles y no genera emisiones, pero es una fuente de energía intermitente y con un factor de capacidad relativamente bajo cuando se compara con el carbón. Todos estos factores se consideran en este análisis, como una forma para desglosar lo más posible los costos y los ahorros relacionados con las inversiones verdes.

Determinar los costos brutos y netos de avanzar hacia una economía verde tiene varios propósitos. Estos incluyen la necesidad de estimar (y desagregar) los costos presentes y beneficios en el futuro para los principales actores involucrados, tanto en términos económicos como para la preservación de los acervos de recursos naturales. Asimismo, es compatible con la evaluación de impacto de las distintas políticas a la luz de las oportunidades y los riesgos asociados. Por ejemplo, el compromiso de los hogares y del sector privado será un factor clave que definirá el éxito o el fracaso de una política si un gobierno establece una meta ambiental (por ejemplo, reducir las emisiones por debajo del nivel de 1990) y decide depender de forma considerable de los incentivos (ej. exenciones fiscales o descuentos) para apoyar el cambio de un capital obsoleto hacia un más moderno y/o a un consumo más sostenible. En este caso, el gobierno se arriesga a perder los objetivos y las metas de reducción de emisiones; al mismo tiempo, si el sector privado no participa de la forma esperada, los costos económicos del gobierno (y del sector privado) también serían menores. Esta opción de política normalmente busca metas previamente negociadas para mitigar la carga económica de los hogares y el sector privado. Como un caso alternativo, cuando los gobiernos establecen directrices, el compromiso de los hogares y el sector privado está garantizado por ley, y el costo económico se comparte (si los incentivos están establecidos) o los hogares

9 Para algunos sectores, incluyendo los sectores basados en los recursos naturales, tales como la agricultura, los bosques y las pesquerías, las inversiones incluidas en los escenarios de inversión verde tiene un carácter más amplio, incluidos los gastos de los programas (tanto costos de capital como de operación) para restaurar y mantener el capital natural. Estos también pueden ser considerados como inversiones en capital natural en un sentido económico, a pesar de que estas inversiones tiene un carácter indirecto.

10 Cuando se considera el costo de comprar, por ejemplo, un refrigerador más eficiente, el costo neto se calcula como el gasto de capital menos el ahorro producido en la operación de la refrigeración (es decir, el ahorro procedente de un menor consumo de energía). Éste es el caso de las curvas de costos de McKinsey (para el caso del agua ver McKinsey 2009).

y el sector privado lo sostienen completamente. En este caso, se hace hincapié en alcanzar el objetivo de la política (a través de mandatos) y se pueden estimar los costos de forma más sencilla si se sabe que ambos actores económicos (público y privado, de diferentes maneras) tendrán que hacer frente a los costos asociados con la plena aplicación del mandato.

Este estudio sirve, principalmente, para cuantificar el impacto de las inversiones, identificar oportunidades

y evitar los callejones sin salida. Dado que políticas similares serán relativamente exitosas en diferentes países, el estudio global se concentra en el valor de asignar fondos a inversiones más verdes, ofreciendo una amplia gama de información a los formuladores de política nacionales, como se presenta en las siguientes secciones. Se puede encontrar información adicional sobre las opciones de financiamiento y las condiciones favorables (es decir, que requieren una estrategia política) en los capítulos respectivos.

5 Resultados y análisis de las simulaciones

5.1 Proyección del escenario base (BAU)

La proyección del punto de referencia del Modelo Mundial T21 está modelada con el supuesto de que las tendencias actuales continuarán vigentes solo con un progreso menor al transitar hacia una economía verde (por ejemplo, un alto uso de energía y de emisiones, y la continua e insostenible explotación de los recursos naturales). Se proyecta que la población total crezca el 29 por ciento en el periodo 2010-2050, alcanzando los 8,900 millones de personas, lo que coincide con los datos históricos del WDI y las proyecciones futuras del WPP (Figura 4). Las proyecciones del WPP se basan en la continua disminución de la fertilidad, que dependen de las políticas y programas de población, como el acceso universal a la salud sexual y reproductiva. Al mirar la pirámide poblacional, se observa que las tasas de mortalidad de los niños menores de cinco años disminuyen, mientras que la esperanza de vida aumenta, por lo que la población tendrá una distribución más equitativa entre las cohortes de edad. Se proyecta que

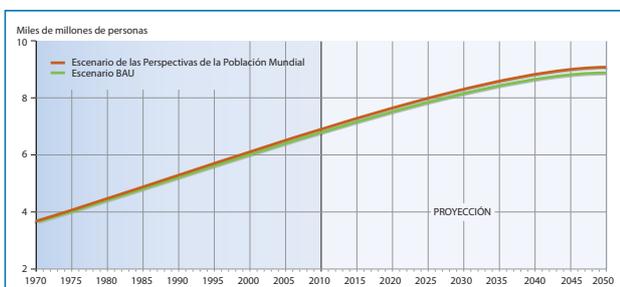


Figura 4: Simulación de la población en el escenario BAU en comparación con los indicadores de población de las WPP



Figura 5: Simulación del volumen total de rendimiento de los cultivos en el escenario BAU comparado con los valores de FAOSTAT

el empleo aumente a 4,600 millones para 2010, impulsado por el crecimiento económico.¹¹ El PIB real, generado endógenamente en este modelo, se espera que crezca, en promedio, dos por ciento al año, entre 2010 y 2050, alcanzando los 151.3 billones de dólares, o 17,068 dólares per cápita, utilizando 2010 como año base constante para el dólar,¹² lo que se compara con los datos históricos de WDI. Como resultado del crecimiento económico, la proporción de personas que viven bajo la línea de pobreza disminuirá en un 16.8 por ciento para 2020 y un 11.1 por ciento para 2050, mientras que la distribución del ingreso mejorará con el tiempo, con un mayor número de personas que saldrán de la pobreza para introducirse a clases de mayores ingresos.¹³

De acuerdo con el crecimiento del PIB global, se proyecta que el valor agregado que generan los sectores agricultura, industria y servicios aumente anualmente en promedio de un 0.7 por ciento, un 1.9 por ciento y un 2.1 por ciento al año, respectivamente entre 2010 y 2050, lo que representa el 1.4 por ciento, 23.4 por ciento y 75.2 por ciento del PIB real en 2050. Actualmente, la proporción total de empleo por sector es: 32.3 por ciento (agricultura), 23 por ciento (industria), 39.3 por ciento (servicios) y, más específicamente, 0.3 por ciento (pesquerías), 0.5 por ciento (bosques), 2.5 por ciento (transporte), 0.4 por ciento (energía), 0.5 por ciento (residuos) y 1.1 por ciento (agua). En el sector de la agricultura, el volumen total del rendimiento de los cultivos (Figura 5) se incrementó anualmente en 1.8 por ciento entre 1970 y 2009, a partir de los valores de FAOSTAT, y se espera que continúe aumentando un 0.8 por ciento al año durante los próximos 40 años. Como resultado,

11 Tomar en cuenta que aunque el Modelo Mundial T21 no incorpora un mercado de trabajo explícito, no asume el pleno empleo.

12 Todos los valores en este capítulo se presentan en dólares estadounidenses constantes de 2010.

13 El Modelo Mundial T21 proyecta los ingresos pero no la desigualdad. Se mantienen supuestos sobre los coeficientes de Gini, siguiendo las tendencias históricas, y la distribución del ingreso en este capítulo indica cuantas personas viven en cada nivel de ingreso, incluyendo aquellas por debajo la línea de pobreza. Como resultado, los cambios en los niveles de pobreza son impulsado, en gran medida, por el nivel de ingresos simulado (determinado de manera endógena y por el impacto de la inversión supuesta). Se estiman los niveles de pobreza usando los indicadores económicos (por ejemplo, los ingresos), pero también consideran que el acceso a los servicios básicos (sin calcular un indicador agregado que tome en cuenta los factores sociales y monetarios a la vez). Puesto que es injusto reducir únicamente la pobreza a la pobreza monetaria, se considera los aspectos sociales, así como consideraciones más amplias relacionadas con la pobreza.

se proyecta que un crecimiento del 36 por ciento en el valor de la producción agrícola entre 2010 y 2050 mejorará el nivel de nutrición promedio en un siete por ciento durante el periodo de simulación. El sector pesquero y la industria forestal contribuirán con un 0.04 por ciento y un 0.6 por ciento del PIB global en 2050, con un crecimiento promedio del -1.6 por ciento y el 0.3 por ciento al año.

Debido al crecimiento de la población y del PIB, la demanda mundial de energía primaria aumentará en más del 57 por ciento en las próximas décadas, alcanzando las 19,733 Mtep en 2050. Para satisfacer la creciente demanda, la producción de combustibles fósiles, energía nuclear y renovable aumentará de 10,174 Mtep, 755 Mtep y 1,620 Mtep, respectivamente, en 2011, hasta alcanzar 16,073 Mtep, 1,089 Mtep y 2,577 Mtep, respectivamente, en 2050; con una participación del 81 por ciento de los combustibles fósiles a lo largo de 2050.

Se ilustran en la Figura 6 las tendencias simuladas de crecimiento en el escenario BAU y los correspondientes valores de las WEO para la demanda de petróleo, entre otros combustibles fósiles. La proyección del precio del petróleo sigue las WEO del AIE, y aumentará más rápidamente después de 2030, puesto que se proyecta que haya un punto máximo en el petróleo convencional después de 2035.

Se proyecta que el consumo total de agua alcance los 8,141 km³ en 2050 (70 por ciento por encima de su valor actual) impulsado por los mismos factores, con un suministro total de agua que depende en gran medida de las reservas hídricas subterráneas y de las corrientes mucho

más allá de los retiros sostenibles. Este nivel de producción probablemente pondría en peligro los acuíferos, aumentando la infiltración de aguas saladas en las áreas costeras y forzando las migraciones masivas.

En cuanto al uso de la tierra, el total de tierras destinadas a la agricultura se expandirá a unos 5,400 millones de hectáreas en 2050, con un aumento del 11 por ciento y el seis por ciento en pastizales y tierras de cultivo, respectivamente, entre 2010 y 2050. A su vez, el área de destinada a cosechas alcanzará los 1,300 millones de hectáreas en 2050, con un aumento del nueve por ciento relativo a 2010 para satisfacer la creciente demanda de alimentos. Conjuntamente, aumentarán los terrenos destinados a asentamientos humanos, en promedio, un 0.7 por ciento al año, alcanzando los 226 millones de hectáreas en 2050. En consecuencia, los bosques sufrirán, en promedio, una pérdida neta de

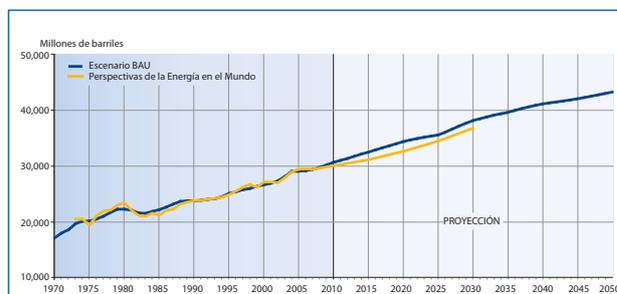


Figura 6: Simulación de la demanda de petróleo en BAU comparada con los valores de las WEO*

* Para las proyecciones pasadas y futuras, el modelo se ajusta bien con los valores WEO en términos de la demanda de petróleo: R-cuadrada de 98.3 por ciento y una desviación promedio de punto a punto del 0.69 por ciento.

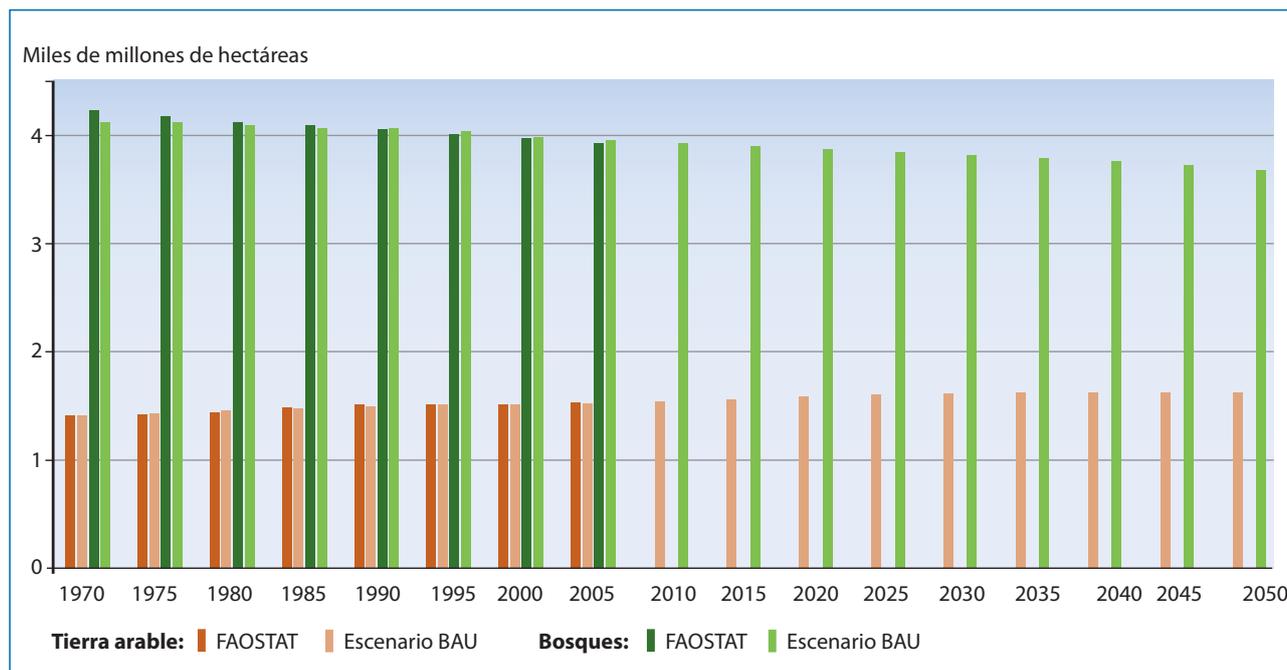


Figura 7: Simulación de las tierras arables y los bosques en el escenario BAU comparado con los valores de FAOSTAT

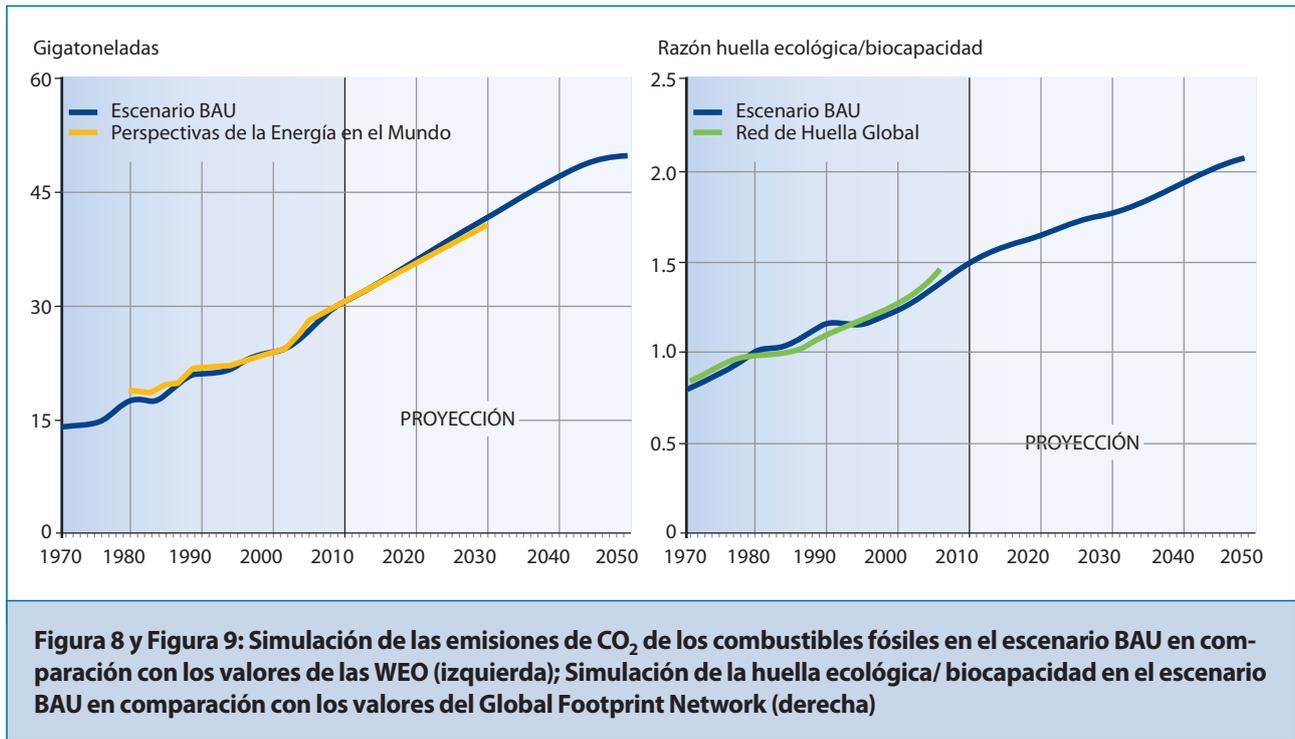


Figura 8 y Figura 9: Simulación de las emisiones de CO₂ de los combustibles fósiles en el escenario BAU en comparación con los valores de las WEO (izquierda); Simulación de la huella ecológica/ biocapacidad en el escenario BAU en comparación con los valores del Global Footprint Network (derecha)

seis millones de hectáreas al año y una tasa de deforestación de 15 millones al año, lo que dejará solo 3,700 millones de hectáreas de bosque para 2050. Como resultado, el almacenamiento de carbono en los bosques disminuirá un siete por ciento entre 2010 y 2050. El sector pesquero se enfrentará a varios retos como la reducción de recursos. En este sentido, se prevé que la cantidad total de peces capturados disminuya hasta un 46 por ciento entre 2010 y 2050, debido al exceso de capacidad y gestión ineficiente de la industria y los recursos naturales.

Finalmente, y debido a una mayor población y a ingresos más altos, se espera que el mundo genere más de

13,200 millones de toneladas de residuos en 2050, un 19 por ciento más que la cantidad producida en 2009.

Como consecuencia de estas tendencias, se espera que las emisiones totales de CO₂ del mundo aumenten a lo largo de la simulación, con emisiones de combustibles fósiles alcanzando los 50,000 millones de toneladas (Gt) al año en 2050, es decir, un 71 por ciento mayor a los niveles de emisiones de 2009 y 138 por ciento mayor a 1990 (Figura 8). Este aumento también corresponde a una disminución de la intensidad de carbono global del 26 por ciento (calculado como emisiones por dólar de PIB) entre 2009 y 2050. El sector del transporte, como uno de los principales emisores, será responsable de 13

Mt/año	2010		2020		2030		2050	
	* MoMo	BAU	* MoMo	BAU	* MoMo	BAU	* MoMo	BAU
Emisiones totales	6,221	6,989	7,573	8,387	9,308	10,175	12,709	12,991
Autos	2,826	3,084	3,557	3,945	4,494	5,129	6,652	6,923
Autobuses	424	485	443	511	453	518	470	505
Otro transporte de pasajeros por carretera	157	185	180	220	209	248	291	314
Camiones	1,211	1,375	1,364	1,513	1,603	1,750	2,143	2,157
Ferrovial de pasajeros	29	32	34	39	41	44	57	60
Ferrovial de mercancías	127	138	137	155	143	157	152	168
Aéreo	721	972	1,030	1,229	1,451	1,507	1,864	1,995
Agua	727	718	827	776	915	822	1,080	868

Tabla 3: Emisiones desglosadas por medio de transporte en los escenarios BAU del GER y la AIE

*Fuente: Modelo de Transporte MoMo de la AIE (IEA, 2009)

Gt de emisiones de CO₂ al año en el 2050, duplicando el nivel actual (ver el Cuadro 3 para las emisiones del transporte en el escenario BAU y las proyecciones correspondientes de la AIE). Con este nivel de emisiones, la concentración a largo plazo de los GEI en la atmósfera se aproximará a 1,000 ppm para 2010, y es probable que permanezca en el rango de 855 ppm a 1,130 ppm de CO₂ eq, según las proyecciones del IPCC para los escenarios A1B y A2. Además, en los próximos 40 años, la huella ecológica alcanzará los 25,000 millones de hectáreas, consumiendo más del doble de la biocapacidad del planeta (es decir, el suministro natural sostenible). De hecho, la proporción entre la huella ecológica y la

biocapacidad se elevará a 2.1 para el 2050 de 0.81 en 1970 y 1.5 en 2009 (Figura 9).

Además de los impactos estimados en este estudio, de acuerdo con investigaciones actuales más avanzadas, las tendencias proyectadas en el escenario base (BAU) para las emisiones y la huella ecológica no son sostenibles y provocarán consecuencias negativas para la sociedad, la economía y el medio ambiente.

Una concentración a largo plazo de GEI en la atmósfera de alrededor de 1,000 ppm CO₂-eq tendría una probabilidad extremadamente baja (menos del cinco por

		2011	2015					2020				
	Unidad		BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2
Inversiones adicionales	Miles de millones de dólares/año	0	763	1,535	0	760	1,524	885	1,798	0	883	1,789
PIB real	Miles de millones de dólares/año	69,334	78,651	79,306	77,694	78,384	78,690	91,028	92,583	88,738	90,915	92,244
PIB per cápita	Dólares/persona/año	9,992	10,868	10,959	10,737	10,832	10,874	12,000	12,205	11,698	11,983	12,156
Tasa anual de crecimiento del PIB per cápita	%/año	1.8%	2.1%	2.3%	1.8%	2.1%	2.2%	1.9%	2.1%	1.7%	2.0%	2.2%
Consumo per cápita	Dólares/persona/año	7,691	8,366	8,435	8,264	8,338	8,370	9,236	9,394	9,004	9,224	9,357
Población por debajo de dos dólares/día	%	19.5%	18.1%	17.9%	18.3%	18.1%	18.1%	16.4%	16.2%	16.9%	16.5%	16%
Empleo total	Miles de millones de personas	3.2	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7
Intensidad energética	Mtep/Miles de millones de dólares	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.17	0.16	0.21
Emisiones de CO ₂ de combustibles fósiles	Gt/año	30.6	33.3	33.6	32.9	32.0	30.7	36.6	37.1	35.6	33.2	30.3
Huella ecológica/ biocapacidad	Proporción	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4
Continúa		2011	2030					2050				
Inversiones adicionales	Miles de millones de dólares/año	0	1,137	2,334	0	1,150	2,388	1,616	3,377	0	1,719	3,889
PIB real	Miles de millones de dólares/año	69,334	116,100	119,307	110,642	117,739	122,582	164,484	172,049	151,322	174,890	199,141
Tasa anual de crecimiento del PIB per cápita	Dólares/persona/año	9,992	14,182	14,577	13,512	14,358	14,926	18,594	19,476	17,068	19,626	22,193
PIB per cápita	%/año	1.8%	1.5%	1.6%	1.3%	1.7%	2.0%	1.6%	1.7%	1.4%	1.5%	2.2%
Consumo per cápita	Dólares/persona/año	7,691	10,916	11,220	10,401	11,052	11,488	14,312	14,991	13,138	15,106	17,082
Población por debajo de dos dólares/día	%	19.5%	13.9%	13.5%	14.6%	13.7%	13.2%	10.4%	9.8%	11.4%	9.8%	8.4%
Empleo total	Miles de millones de personas	3.2	4.1	4.2	4.1	4.1	4.1	4.7	4.8	4.6	4.8	4.9
Intensidad energética	Mtep/Miles de millones de dólares	0.18	0.15	0.15	0.15	0.13	0.12	0.13	0.13	0.13	0.08	0.07
Emisiones de CO ₂ de combustibles fósiles	Gt/año	30.6	42.7	43.8	40.8	35.6	30.0	53.7	55.7	49.7	29.9	20.0
Huella ecológica/ biocapacidad	Proporción	1.5	1.8	1.8	1.8	1.6	1.4	2.2	2.2	2.1	1.4	1.2

Tabla 4: Principales indicadores, escenarios de inversión verde y BAU

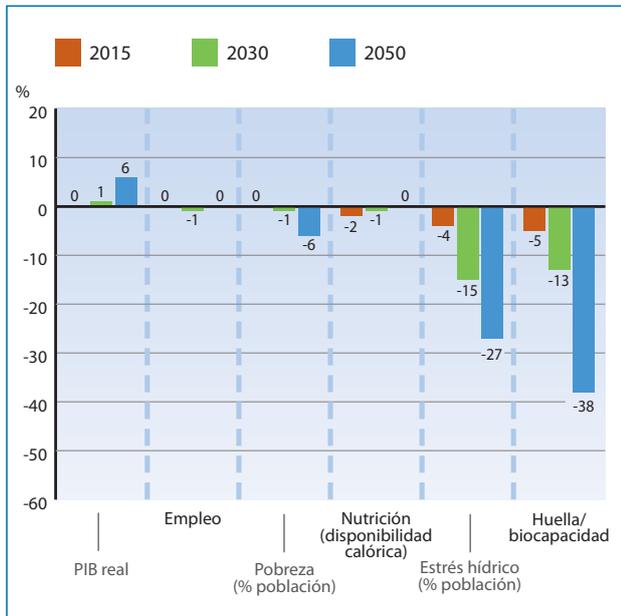


Figura 10: Resultados del escenario G1 en relación con el caso BAU1 en 2015, 2030 y 2050 (porcentaje)

* Relación huella ecológica-biocapacidad (o razón de biocapacidad): la relación de la huella ecológica sobre la capacidad biológica. La capacidad biológica (o biocapacidad) es la capacidad de un ecosistema para producir los recursos que consume y para absorber los desechos generados por los humanos (GFN, 2010).

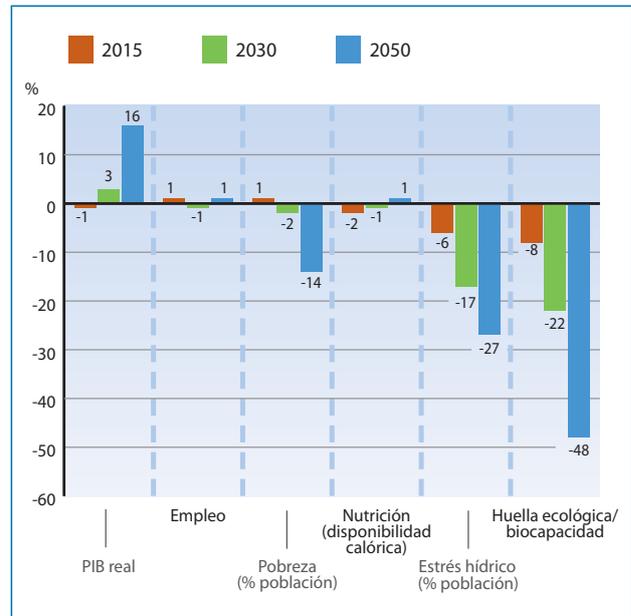


Figura 11: Resultados del escenario G2 en 2015, 2030 y 2050, en relación con el caso BAU2 (porcentaje)

ciento) de limitar el calentamiento global a 2°C. Es más probable que el aumento de la temperatura se aproxime a los 4°C, oscilando entre los 1.7°C y los 5.5°C (ver los escenarios A1B y A2 del IPCC (2007) AR4). En dicho escenario, serían muchos y variados los impactos negativos, incluyendo según el IPCC, consecuencias para el suministro del agua, la producción de alimentos, la salud humana, la disponibilidad de tierras y los ecosistemas. En particular, para 2050, cientos de millones de personas se enfrentarían a un creciente estrés hídrico, el aumento del nivel del mar acelerará el surgimiento de tempestades costeras, llevando a la erosión y pérdida de tierras, y la intrusión de aguas saladas en aguas superficiales y subterráneas. Con un calentamiento de 2°C, entre el 15 y el 40 por ciento de las especies se enfrentarían a la extinción; los rendimientos de los cultivos, especialmente en África, disminuirán probablemente dejando a cientos de millones de personas sin la capacidad de producir o adquirir alimentos suficientes. Los países en vías de desarrollo son los más vulnerables a los impactos del cambio climático. Como muchos de sus efectos dependen del grado de adaptación, que en sí son determinados por los niveles de renta y estructura de mercado, esos países disponen de menos recursos para su adaptación social, tecnológica y financiera. En el informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático (2006) se estima que, para mediados de este siglo, el cambio climático supondrá un costo total equivalente del 0.5 al uno por ciento del PIB mundial al año si no se realizan medidas de mitigación de las emisiones a corto y medio plazo. Además, el informe indica que si se empiezan a adoptar acciones contundentes para alcanzar una estabilización de entre 710 ppm y 445 ppm CO₂-eq

para 2050, el costo macroeconómico global promedio de mitigación de los GEI se encontrará entre el -1 y el 5.5 por ciento del PIB mundial, lo que equivale a la desaceleración del crecimiento medio anual del PIB en alrededor de 0.12 por ciento anual.

En el escenario base (BAU) del GER, los efectos de retroalimentación del agotamiento de los recursos naturales son lo suficientemente importantes como para que la tasa de crecimiento anual del PIB mundial caiga gradualmente desde un 2.7 por ciento en el periodo 2010-2020 hasta un 2.2 por ciento en el periodo 2020-2030; y más adelante, un 1.6 por ciento para el periodo 2030-2050.

5.2 Las proyecciones de una economía verde

Invertir diversas proporciones adicionales del PIB en la economía verde o continuar con el escenario base (BAU) tiene diversas repercusiones para la sociedad, la economía y el medio ambiente. Pese a las dificultades de estimar los impactos globales de las inversiones, se han calculado las repercusiones generales del PIB y se ha estimado el empleo, los costos evitados y el estado de los recursos naturales para la mayoría de los sectores analizados en el GER. Los principales impactos de la simulación de inversiones verdes y de la actividad normal (escenario base) adicionales en varios escenarios se destacan en la Tabla 4, Figura 10 y 11.

Generalmente, los escenarios de economía verde muestran el inicio de la disociación notable entre el uso

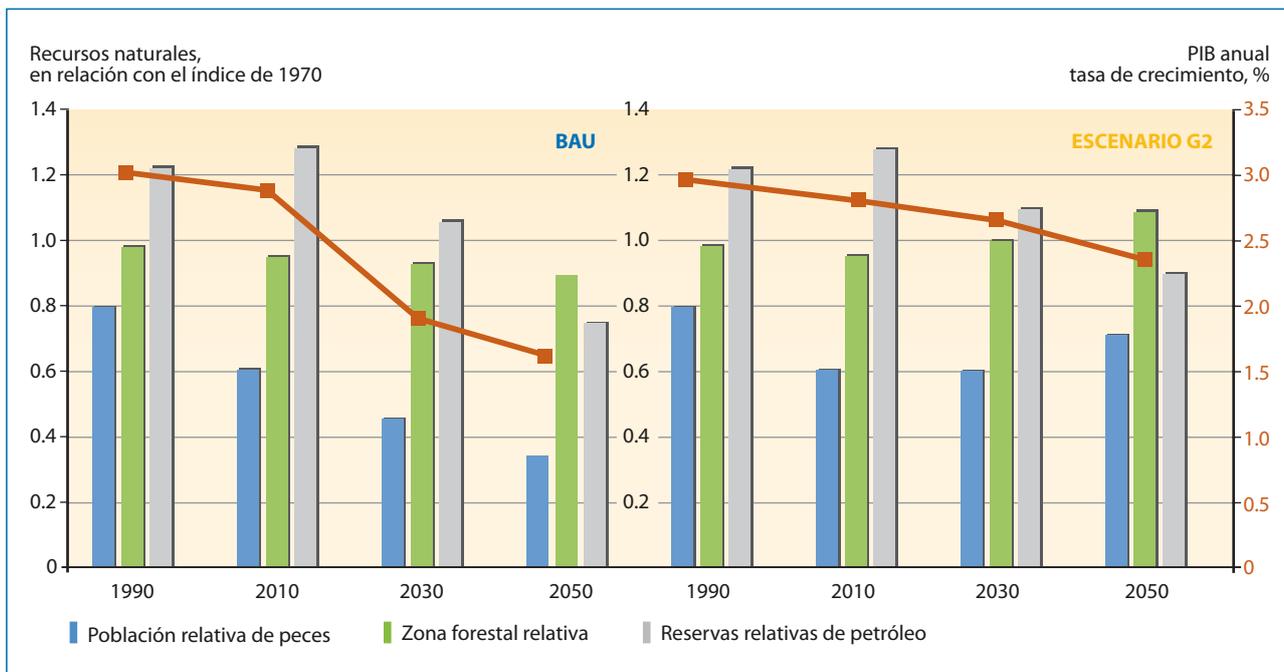


Figura 12: Evolución de la tasa de crecimiento del PIB (eje derecho) y las dotaciones de recursos naturales (eje de la izquierda: las reservas de petróleo descubiertas, reservas de peces y dotaciones forestales, en relación con los niveles de 1970), en los escenarios BAU y G2.

Los acervos estarán mejor administrados y conservados para las generaciones futuras en G2, al mismo tiempo sostendrán el crecimiento del PIB en el mediano y largo plazo.

de los recursos naturales y el crecimiento económico (ver Figura 12). De hecho, la diferencia clave entre una inversión verde y una inversión adicional BAU se crea con las proyecciones futuras de los acervos de recursos naturales (ver el Cuadro 1, basado en el apartado VI del Material de Antecedentes Técnicos, que presenta los cambios en los acervos de recursos naturales con más detalle, incluyendo las estimaciones de los cambios en el valor de los activos de capital natural y el Producto Interno Neto ajustado, PIN). Los escenarios base (BAU) impulsan el consumo, estimulando el crecimiento económico a corto y medio plazo, y, por lo tanto, exacerbando las tendencias históricas conocidas de agotamiento de los recursos naturales. Consecuentemente, a largo plazo, el descenso de los recursos naturales (como stocks de peces, áreas forestales y combustibles fósiles) tendrá un impacto negativo en el PIB (por ejemplo, debido a una capacidad de producción reducida, precios de energía más altos y cada vez más emisiones), así como un bajo nivel de empleo. Otras consecuencias pueden incluir migraciones a gran escala impulsadas por la escasez de recursos (por ejemplo, el agua), una aceleración del calentamiento global y pérdidas considerables en términos de biodiversidad.

Los escenarios verdes, al promover inversiones en los servicios clave de los ecosistemas y en el desarrollo bajo en carbono, muestra un crecimiento económico ligeramente más lento a corto y medio plazo, pero más rápido y sostenible a largo plazo. En este sentido, los

escenarios verdes muestran una mayor resiliencia, lo que reduce las emisiones, la dependencia de los combustibles volátiles y hace uso de los recursos naturales de manera más eficiente y sostenible. En otras palabras, los escenarios de inversión en economía verde rescatan al planeta de su actual camino de colisión repleto de restricciones biofísicas. A continuación se presenta un resumen más detallado de los resultados clave de todos los sectores.

Es importante señalar que si bien las inversiones en un escenario base (BAU) muestran un retorno de la inversión (ROI) mayor a corto y medio plazo, las inversiones verdes indican un ROI superior a largo plazo, superando las inversiones en el escenario base (BAU), en más de un 25 por ciento en 2050, es decir, en promedio, más de tres dólares por cada dólar invertido. Además, ambas inversiones producen rendimientos económicos positivos después de nueve a 11 años en el escenario verde, y de siete a nueve años en los escenarios base (BAU). Específicamente, se puede observar que las inversiones bajo este escenario impulsarán el crecimiento económico más rápido (en términos de PIB total y per cápita¹⁴) que las alternativas verdes a corto plazo, con apenas una diferencia marginal en los indicadores sociales (reducción de la pobreza, empleo, nutrición).

¹⁴ Incluso con esta medida convencional y limitada, que no representa ni el progreso ni la riqueza (ver el Cuadro 1).

Cuadro 1: Cambios en las dotaciones de capital natural

Los indicadores económicos convencionales, como el PIB, ofrecen una visión distorsionada sobre el desarrollo económico, en particular, porque estas medidas no reflejan el grado en que las actividades de producción y consumo pueden disminuir el capital natural. La actividad económica se basa en la depreciación del capital natural, ya sea por el agotamiento de los recursos naturales o la degradación de la capacidad de los ecosistemas para proporcionar beneficios económicos, en términos de provisión, regulación y servicios culturales. Se están perfeccionando y discutiendo a escala internacional (por ejemplo, el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada- SCAEI*) diversos enfoques alternativos para ajustar el sistema de cuentas nacionales y los indicadores económicos agregados.

El modelo T21 lleva el seguimiento de la evolución de los diversos acervos de recursos naturales en el tiempo, como se destaca en la figura 12 y, con más detalle, en la sección VI del Material de Antecedentes Técnicos. Los escenarios de economía verde se caracterizan por la inversión y la recuperación de estos acervos, proporcionando una base para el aumento sostenido de los ingresos en el mediano y largo plazo.

Es esclarecedor realizar algunos cálculos adicionales, utilizando supuestos relativamente simples, para generar una idea de la potencial magnitud económica de la mejora en el manejo del capital natural. La siguiente tabla presenta los cambios en el valor de tres acervos de combustibles fósiles, bosques y pesquerías a corto y medio plazo, tanto en términos absolutos como con relación al PIB. El cambio en los valores físicos de los combustibles fósiles y la pesca se valora utilizando estimaciones del valor económico (precio unitario o *unit rent*), y para los bosques, utilizando estimaciones de TEEB. Siguiendo la metodología empleada por el Banco Mundial (2006), estas estimaciones de la depreciación (o apreciación donde los cambios son positivos), estas cantidades pueden ser vistas como un reflejo de los componentes adicionales de una medida de ahorro neto negativo en la riqueza mundial (como podría ser representado en las cuentas de activos siguiendo el sistema de cuentas nacionales).

De acuerdo con estos cálculos, disminuir los acervos de combustibles fósiles anualmente equivale al 1.8 por ciento del PIB actual. Bajo el escenario base (BAU), este sigue siendo práctica-

mente el mismo a corto plazo, aunque luego aumenta a medio y largo plazo. Los escenarios G1 y G2 revierten esta tendencia con la depreciación, como proporción del PIB, disminuyendo a lo largo del período 2010-2050, hasta alcanzar el 0.5 por ciento del PIB en 2050 bajo el escenario G2, reflejando de este modo una marcada reducción de la dependencia de la economía mundial de los combustibles fósiles en este escenario.

Se presentan las cotas inferiores y superiores ligadas al valor de la depreciación del capital natural en forma de tierras forestales debido a la amplia gama de incertidumbre sobre los valores globales de referencia (ver la sección VI, Material de Antecedentes Técnicos, que hace uso de los resultados de la investigación de TEEB). Por lo tanto, la depreciación actual de los terrenos forestales se estima entre 2,800 millones de dólares y 2.6 billones de dólares (abarcando tres órdenes de magnitud), lo que equivale entre 0.01 y 5.4 por ciento como proporción del PIB. Hay que tener en cuenta que las estimaciones más altas son comparables y están por muy encima de las de los combustibles fósiles. Los escenarios verdes reducen considerablemente esta pérdida a corto plazo y lo convierten en un modesto crecimiento positivo (o apreciación en lugar de depreciación) para 2050.

Se pueden ver mejoras similares en las reservas pesqueras. La estimación actual de agotamiento de este recurso natural tiene un valor de 116,000 millones de dólares al año, que equivale al -0.24 por ciento, cuando se expresa como proporción del PIB. Los escenarios verdes consiguen reducir esta pérdida y, a medio y largo plazo, lo estabilizan o los convierten en una apreciación neta.

A pesar de que la serie de resultados solo se presenta para los recursos forestales debido a la amplia gama de medidas existentes, también podrían desarrollarse rangos de estimaciones de los combustibles fósiles y las pesquerías. Sin embargo, estos no tendrían, probablemente, el mismo grado de variabilidad que en el caso de los bosques.

A pesar de que los resultados se presentan de tal manera que la depreciación estimada de los diferentes activos sea comparable, esto se debe realizar e interpretar con cuidado. En particular, los tres activos no se sustituyen entre sí. Primero, los combustibles fósiles son una fuente de energía. Segundo, los bosques, incluyendo la forma en que

A medio y largo plazo, sin embargo, se espera que el desarrollo económico y social en una economía verde supere el de los escenarios BAU. Por otra parte, en los escenarios verdes siempre se observan menos impactos negativos sobre el medio ambiente (por ejemplo, la intensidad energética, emisiones y huella ecológica), lo que contribuirá con un crecimiento económico más rápido en el mediano y largo plazo observado en los escenarios verdes en relación con los escenarios BAU.

Los resultados de los escenarios verdes y escenarios base (BAU) indican que el PIB real global alcanzará los

175 y 199 billones de dólares en los escenarios G1 y G2, respectivamente, superando los 164 y 172 billones en el BAU1 y el BAU2, respectivamente, en un seis y un 16 por ciento. La tasa media de crecimiento anual alcanza, en promedio, entre 2.3 y 2.4 por ciento entre 2010 y 2050 en el escenario verde, aunque la comparación relevante es con los escenarios BAU1 y BAU2. En estos últimos escenarios, se puede observar un desarrollo económico más rápido en el corto y mediano plazo, con una tasa de crecimiento anual entre el 2.3 por ciento y el 2.4 por ciento entre 2010 y 2050. Sin embargo, el PIB en los escenarios BAU1 y BAU2 en 2050 es menor al de los esce-

se valoran aquí, proporcionan una serie de servicios de aprovisionamiento y regulación en un ámbito local, pero también a un nivel mucho más extenso, incluso mundial. Tercero, las pesquerías proveen de una fuente importante de proteínas y de empleo a una proporción considerable de la población mundial. Sin embargo, muchas de estas personas no podrían sustituir los bosques por pesquerías como fuente de alimentos y de sustento, o viceversa.

En general, los resultados subrayan la importancia económica sobre cómo el mundo está administrando su capital natural, así como los beneficios potenciales que se pueden obtener al seguir una estrategia de economía verde. Esto permite a la economía global invertir en el capital natural que es esencial para un bienestar sostenido, a la vez que se reduce la dependencia de los combustibles fósiles.

		2011			2015			2020				
Unidad		BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	
PIB real		69,334	78,651	79,306	77,694	78,384	78,690	91,028	92,583	88,738	90,915	92,244
PIN	Miles de millones de dólares/año	59,310	69,082	69,625	68,244	68,898	69,174	79,700	80,981	77,705	79,766	81,007
Cambio en las reservas de combustibles fósiles		-1,212	-1,447	-1,471	-1,413	-1,309	-1,221	-1,730	-1,788	-1,645	-1,392	-1,163
	Proporción del PIB	-1.8%	-1.8%	-1.9%	-1.8%	-1.7%	-1.6%	-1.9%	-1.9%	-1.9%	-1.5%	-1.3%
Cambio en las reservas de peces	Miles de millones de dólares/año	-160	-151	-151	-149	-77	-36	-141	-141	-134	-46	1
	Proporción del PIB	-0.24%	-0.19%	-0.19%	-0.19%	-0.10%	-0.05%	-0.16%	-0.15%	-0.15%	-0.05%	<0.01%
PIN ajustado	Miles de millones de dólares/año	57,992	67,533	68,052	66,733	67,515	67,878	77,875	79,097	75,973	78,305	79,771

		2011			2030			2050				
Unit		BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	
PIB real		69,334	116,100	119,307	110,642	117,739	122,582	164,484	172,049	151,322	174,890	199,141
PIN	Miles de millones de dólares/año	59,310	100,686	103,215	96,006	102,638	107,133	139,621	145,483	128,599	149,887	172,198
Cambio en las reservas de combustibles fósiles		-1,212	-2,616	-2,787	-2,373	-1,692	-1,127	-4,705	-4,972	-4,312	-2,306	-979
	Proporción del PIB	-1.8%	-2.3%	-2.3%	-2.1%	-1.4%	-0.9%	-2.9%	-2.9%	-2.8%	-1.3%	-0.5%
Cambio en las reservas de peces	Miles de millones de dólares/año	-160	-122	-122	-116	-9	52	-91	-91	-88	40	142
	Proporción del PIB	-0.24%	-0.11%	-0.10%	-0.10%	-0.01%	0.04%	-0.06%	-0.05%	-0.06%	0.02%	0.07%
PIN ajustado	Miles de millones de dólares/año	57,992	97,988	100,345	93,558	100,939	105,930	134,855	140,450	124,231	147,509	171,129

Notas: Estos resultados, basados en los cálculos que se presentan en la sección VI del Material de Antecedentes Técnicos, consisten en gran parte en cálculos suplementarios que utilizan los resultados del Modelo T21 sobre la evolución de los acervos físicos de recursos naturales a través del tiempo y se complementa con datos de otros estudios. El Producto Interno Neto (PIN) ajustado deduce las variaciones en el valor de los combustibles fósiles y la pesca con respecto al PIB¹⁵.

* Ver <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea.asp>

narios G1 y G2, debido al agotamiento de los recursos naturales y a mayores costos de la energía (Figura 13). En parte, esto se puede observar en los cálculos del PIN ajustado respecto a la depreciación de los combustibles fósiles y las reservas pesqueras (ver Cuadro 1). El desarrollo económico en una economía verde impulsa el empleo total hasta 4,800-4,900 millones en los escenarios G1 y G2 (del tres al cinco por ciento por encima del escenario BAU) (ver la Tabla 4). Dependiendo de la inversión simulada y del momento en que se realiza, el empleo total directo neto puede disminuir a corto plazo en los sectores verdes (debido, principalmente, a la

disminución del empleo en el sector forestal y pesquero¹⁵), para luego converger o aumentar por encima del empleo del escenario base (BAU) a medio y largo plazo. Se prevé que para los escenarios G1 y G2 el aumento

15 El empleo en el sector pesquero, al adoptar el segundo enfoque propuesto en el capítulo 'Pesquerías' -es decir, la reducción de la capacidad pesquera afecta principalmente a los buques grandes y a la producción industrial- se reducirá únicamente en 1-1.2 millones de personas a corto plazo, en contraste con una pérdida de, aproximadamente, diez millones de empleos directos. En este caso, el empleo en el sector pesquero en el largo plazo estará muy por encima de los escenarios BAU.

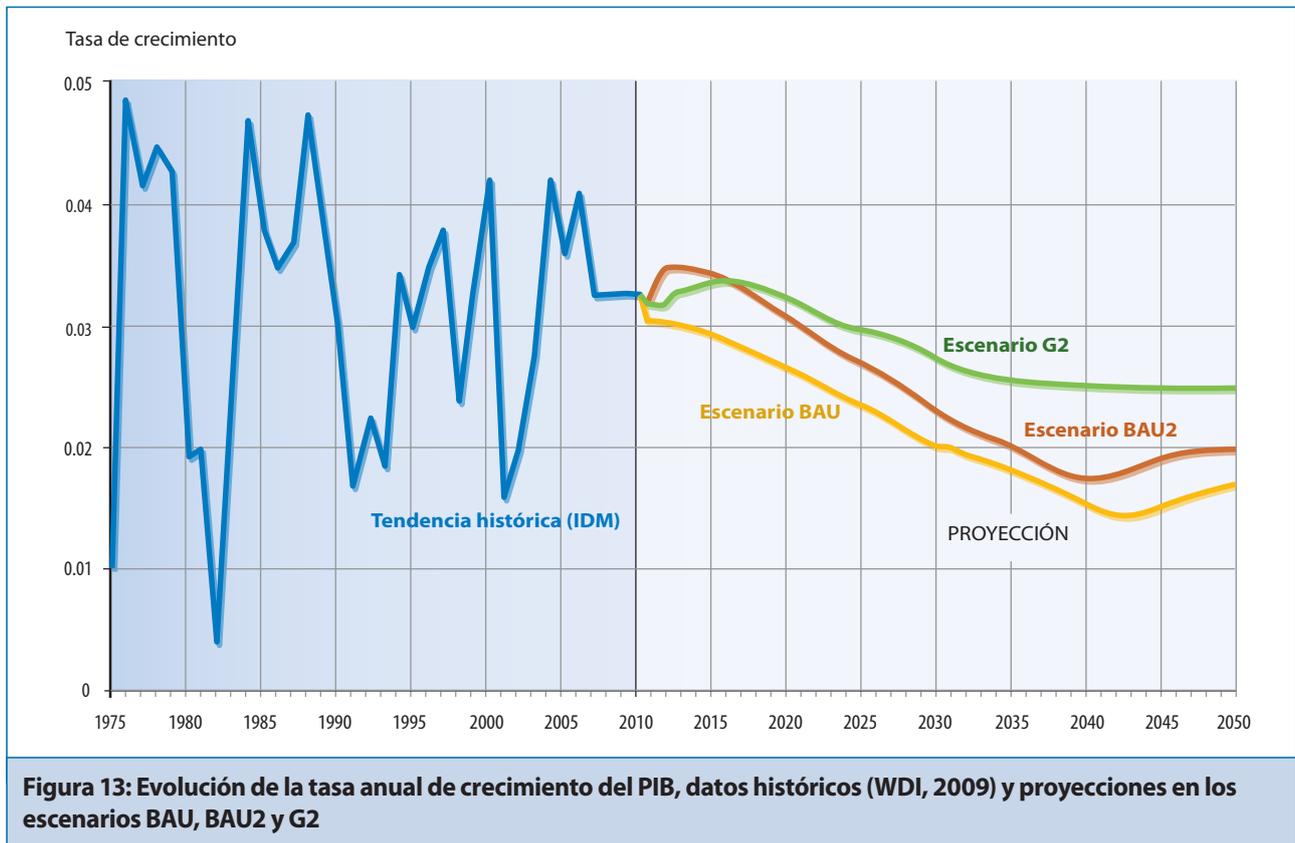


Figura 13: Evolución de la tasa anual de crecimiento del PIB, datos históricos (WDI, 2009) y proyecciones en los escenarios BAU, BAU2 y G2

en el empleo se encuentre dentro del rango de los 134 millones a 238 millones, dependiendo del crecimiento esperado en los sectores que dependen de los recursos naturales.¹⁶ En los escenarios base (BAU) adicionales, se espera que el empleo se sitúe entre los 97 millones y los 176 millones por encima del estimado en el escenario base en 2050; lo que significa, desde una perspectiva optimista, que la tendencia del agotamiento de los recursos naturales no inhibe la producción ni el crecimiento de empleo. Por otro lado, cuando también se contabiliza el efecto del empleo indirecto a través de la economía (los puestos de trabajo creados o perdidos en los sectores, en función de los que se analizan de forma más detallada en este estudio, por ejemplo, la distribución de los peces), se observa un crecimiento en el rango entre 149 y 251 millones de empleos en los escenarios verdes, y de entre 126 y 223 millones para los escenarios BAU1 y BAU2, respectivamente, en 2050. Los resultados resaltan la necesidad de enfrentar los costos del enverdecimiento, en particular en lo que se refiere a la readaptación profesional y la recolocación laboral de un futuro con menos emisiones de carbono.

En los impactos a corto plazo, y de forma más específica, el PIB mundial será ligeramente más alto (menos del

uno por ciento en 2015 y 2020) en los escenarios BAU adicionales, respecto de los escenarios verdes. En 2020, el PIB total en ambos escenarios alcanzará los 91-92 billones de dólares, lo que equivale al 2.5 por ciento y el cuatro por ciento más que el estimado en el escenario base (BAU). Conforme a esto, el empleo total será de entre ocho y 21 millones (0.2-0.6 por ciento) más bajo en una economía verde que en los casos de BAU1 y BAU2, con respecto a 2020; mientras que será de dos a un tres por ciento mayor en los escenarios G1 y G2, cuando se considere el empleo directo neto en los sectores verdes.

Tanto en BAU1 como en BAU2, la presión sobre los recursos naturales aumenta a medida que crece el PIB, y la tasa de crecimiento del PIB tiende a disminuir. Una menor calidad del suelo, un mayor estrés hídrico y los precios de los combustibles fósiles impactan negativamente al PIB, lo que impacta a su vez indicadores como el IDH. En el escenario BAU2, los recursos naturales tienen varios impactos sobre la huella ecológica, lo que impulsa el uso de recursos 2.2 veces lo que el planeta puede generar de forma sostenible para 2050; 1.5 veces para 2010 y 1.7 veces en 2020. En los escenarios G1 y G2, a la vez que las inversiones apoyan la transición hacia una economía baja en carbono y más eficiente en el uso de los recursos, estas generan un PIB más alto, así como una mayor demanda de energía y agua que producida de no haberse realizado las inversiones. Como consecuencia, el impacto de las inversiones verdes en la conservación de los recursos será parcialmente compensado por el PIB adicional y el consumo asociado a este. Como se

¹⁶ Como se ha señalado anteriormente, el Modelo Mundial T21 no supone el pleno empleo. Además de los detalles sobre el empleo por sector que se presentan a continuación, se puede encontrar un análisis adicional de los efectos en el empleo basado en las contribuciones de la OIT en esta dirección: www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/ed_emp/@/emp_ent/documents/publication/wcms_152065.pdf

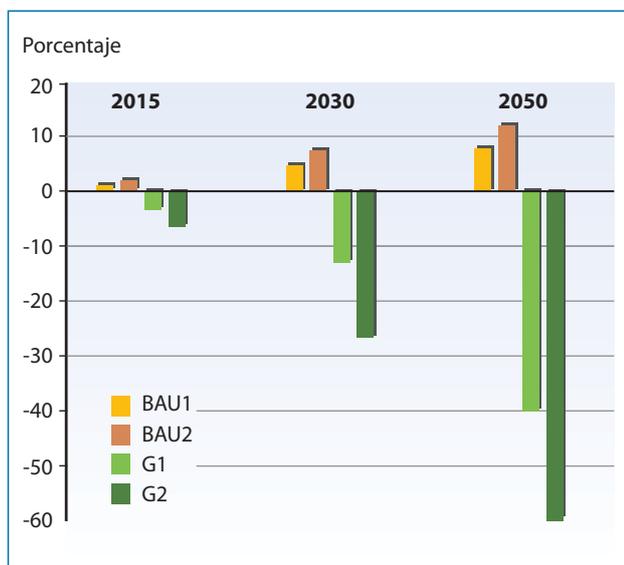


Figura 14: Emisiones de CO₂ de los combustibles fósiles en los escenarios BAU adicionales y en los escenarios verdes en relación con el caso BAU (años seleccionados)

explica más adelante, se pueden encontrar sinergias en las inversiones en eficiencia energética y energía renovable, entre otras, puesto que generan una reducción neta en la demanda de combustibles fósiles, lo que a su vez empuja a los precios por debajo de la proyección del escenario base (BAU) y genera ahorros considerables (o costos evitados) con el tiempo, a pesar del impacto del efecto rebote.

Como resultado de las inversiones verdes, para el año 2050 la demanda global de energía y las emisiones de CO₂ serán mitigadas considerablemente con relación al escenario base (BAU) (Figura 14). Incluso sin modelar o analizar explícitamente los impactos positivos sobre las emisiones como resultado de una transición hacia una agricultura de conservación,¹⁷ se espera una concentración en el rango de 500-600 ppm en los escenarios verdes.¹⁸ Esto indica una probabilidad moderada, y hasta mínima, de que el calentamiento global se limite a los 2°C, como se indica en el informe AR4 del IPCC (IPCC, 2007). De manera específica, las proyecciones muestran una reducción del 36 por ciento en relación a la intensidad energética mundial para 2020, en el caso del G2, con una disminución del volumen anual de emisiones de CO₂ relacionadas con la energía de entre un 30 y un 20 Gt en 2050 respecto a las 30.6 Gt de 2010; asimismo, se muestra una reducción del 40 por ciento y del 60 por

17 Debido a la falta de estimaciones globales sobre la absorción de carbono en el suelo bajo prácticas agrícolas de conservación.

18 La concentración de emisiones se podría reducir a 450 ppm si se contabiliza la captura potencial de carbono orgánico y de la agricultura de conservación. Las estimaciones conservadoras para el potencial de captura global anual de la OA alcanzan las 2.4-2 Gt CO₂ eq, mientras que otras estimaciones apuntan a un potencial de 6.5-11.7 o incluso más (ver Müller & Davis (2009); Nelson et al. (2009)).

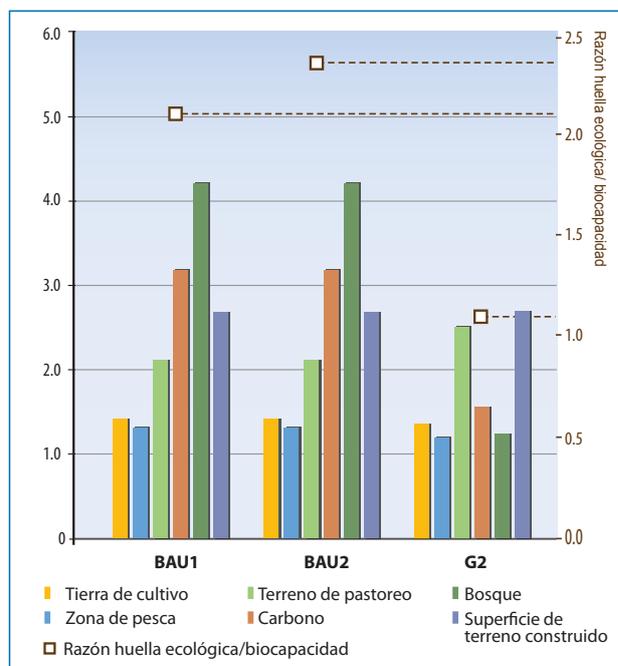


Figura 15: Composición de la huella ecológica en 2050 en varios escenarios, con relación al valor de 1970, y a la proyección de la razón huella-biocapacidad en 2050

ciento por debajo del escenario base (BAU) en 2050 en los escenarios de G1 y G2, respectivamente, lo que es más significativo que la mitigación a corto plazo (por debajo del escenario base BAU de un tres a un seis por ciento en 2015, y del siete al 15 por ciento en 2020). Las emisiones no relacionadas con la energía, como el uso de fertilizantes, la deforestación y la tierra cosechada, serán más bajas que en el escenario BAU entre un 16 y un 25 por ciento, y un 33 por ciento y un uno por ciento en 2015; y entre un 45 y un 68 por ciento; y un 55 por ciento y un cuatro por ciento en 2050, respectivamente. Cabe señalar, que cuando se considera la promulgación de un mecanismo de comercio de emisiones, con los precios del carbono alineados con la reciente propuesta doméstica de EE.UU. (que alcanza los 77 dólares por tonelada de CO₂ para el año 2030, y 221 dólares para 2050, en dólares constantes a precios del 2010), que la reducción de emisiones procedentes de la inversión en una economía verde representaría un ahorro por los costos de permisos evitados de entre uno y 1.65 billones de dólares al año, en promedio, entre 2012 y 2050.

Finalmente, bajo los escenarios de economía verde, la huella ecológica mejorará a medio y largo plazo después de aumentar ligeramente a corto plazo, con una razón de biocapacidad que llegará a 1.5 (o de cuatro a seis por ciento por debajo del escenario base BAU) en 2015, con una posterior estabilización de entre 1.4 y 1.2 en 2050, muy por debajo del 2.0 en el base (BAU), y entre 2.21-2.4 en los escenarios BAU1 y BAU2 (ver la Figura 15); mientras que los años de esperanza de vida perdidos por las emisiones se verán reducidos en un

3.6 por ciento y un siete por ciento, de media, para el caso G1 y G2, respectivamente.

Como las inversiones verdes tienen impactos económicos (por ejemplo, en el PIB) e impactos sociales (empleo y pobreza) y ambientales (consumo de energía, emisiones y gestión de la tierra y el agua), el contexto en el que son aplicadas son particularmente relevantes para el análisis. Los países en vías de desarrollo, como los países del África Subsahariana, que se enfrentan a la pobreza extrema y a considerables retos en el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) (World Bank, 2007), son altamente dependientes de la agricultura y vulnerables al cambio climático. La mejoría de las condiciones socioeconómicas, a través de un mayor acceso al agua y la energía así como una mejor nutrición y el uso eficiente de los recursos naturales son objetivos clave de las estrategias de la economía verde en estos países. Los países en vías de desarrollo se esfuerzan por mejorar su productividad y aumentar su fortaleza económica para apoyar el fuerte crecimiento económico. En este sentido, la eficiencia en términos de energía y de los recursos es fundamental para el desarrollo a largo plazo. Las naciones ecuatoriales, a menudo dotadas de petróleo y otros recursos naturales, son un buen ejemplo. Como exportadores netos de recursos, estos países pueden beneficiarse de la reducción de la demanda interna, y el preservar los bosques y otros recursos naturales, posiblemente a través de el pago por servicios ambientales, podrá mantener los acervos de biodiversidad de la Tierra. Por último, los países desarrollados pueden contribuir de forma más activa en el desarrollo de tecnologías y convertirse en un sólido ejemplo sobre cómo las economías maduras pueden volverse eficientes en términos de recursos y reducir su trayectoria de carbono, mientras que crean puestos de trabajo.

Agricultura

En el caso de los escenarios de inversión verde, la inversión adicional en el sector agrícola (de 118,000 y 198,000 millones de dólares, en promedio, durante el periodo 2011-2050 en los escenarios G1 y G2, respectivamente) se asigna a un uso más extensivo de fertilizantes orgánicos, a la investigación y desarrollo agrícola; al control de plagas y al procesamiento de alimentos. En estos escenarios, el volumen de producción agrícola (cultivos, excluyendo la ganadería, silvicultura y pesca), se espera que aumente entre un siete y un 11 por ciento en 2030, y un 11 y un 17 por ciento en 2050, comparado con el escenario base (BAU).¹⁹ En relación

¹⁹ Al suponer que un precio más elevado podrá aplicarse a los productos certificados, o aquellos bienes que se originan a partir de prácticas agrícolas sustentables, el valor total del PIB agrícola en los escenarios G1 y G2 sería, en promedio, 28 por ciento más alto que en BAU1 y BAU 2; y un 40 por ciento mayor que el del BAU. Este cálculo supone, entre otras cosas, que los productores tienen acceso a los mercados que demandan (o recompensan) las prácticas sostenibles.

con BAU1 y BAU2, el valor agregado en los escenarios verdes estará entre el tres y el cinco por ciento en 2030, y entre el cinco y el nueve por ciento en 2050. Este desarrollo se debe principalmente a un mayor rendimiento por hectárea (del 15 al 22 por ciento mayor que en el escenario base (BAU), y del seis al diez por ciento mayor con relación a los escenarios adicionales BAU para 2050, donde BAU1 y BAU2 tienen rendimientos más altos que los escenarios verdes a corto y medio plazo solamente), impulsado por una mejora en la calidad de la tierra (gracias al extenso uso de fertilizantes orgánicos), los esfuerzos de I+D, así como el control eficaz de las plagas. Como se presenta en la Figura 16, el rendimiento natural del cultivo por hectárea depende de un número de factores primarios, siendo el rendimiento efectivo actual el más afectado por las pérdidas previas a la cosecha (además, las pérdidas después de la cosecha reducen la oferta final de alimentos).²⁰

Los mayores rendimientos permiten un menor uso de tierras para el cultivo, un cuatro por ciento menos que en el escenario base (BAU); y un 6.2 por ciento menos que en los casos de escenarios base adicionales para 2050. Como resultado, en los escenarios verdes, la cantidad de calorías per cápita será más elevada que en los escenarios de inversión BAU y BAU adicionales, del cuatro al siete por ciento; y del uno a 1.4 por ciento para 2030, respectivamente, especialmente a largo plazo, alcanzando casi las 3,100 Kcal/persona/día. Para 2050, se prevé que la calidad en general de la nutrición aumente del nueve al 13 por ciento respecto al escenario BAU, con 3,250 y 3,380 Kcal/persona/día. En línea con el aumento de la producción agrícola en los escenarios verdes, el trabajo en el sector agrícola alcanzará 1,620 millones y 1,700 millones de puestos en 2050 en los casos G1 y G2, respectivamente, muy por encima del escenario BAU1 (1,600 millones), BAU2 (1,660 millones) y BAU (1,500 millones).

En consonancia con las mejoras a medio y largo plazo, se observan las mismas tendencias a corto plazo, aunque en menor medida, con la producción de cultivos y una nutrición más alta, de 3.3 a 5.1 por ciento, y del uno al dos por ciento que en el escenario base (BAU), en 2015. En particular, la calidad de la tierra aumentará solo del uno al dos por ciento en cinco años, comparado con el 10-14 por ciento y el 21-27 por ciento en 20 y 40 años, respectivamente, debido al efecto del retraso de prácticas agrícolas más sostenibles.

Se podría argumentar que las inversiones verdes deberían asignarse predominantemente a la agricultura,

²⁰ Los diagramas de circuitos casuales (CLD, por sus siglas en inglés) para cada sector modelado, y analizado en el GER, se presentan en la sección VII, Material Técnico de Apoyo.

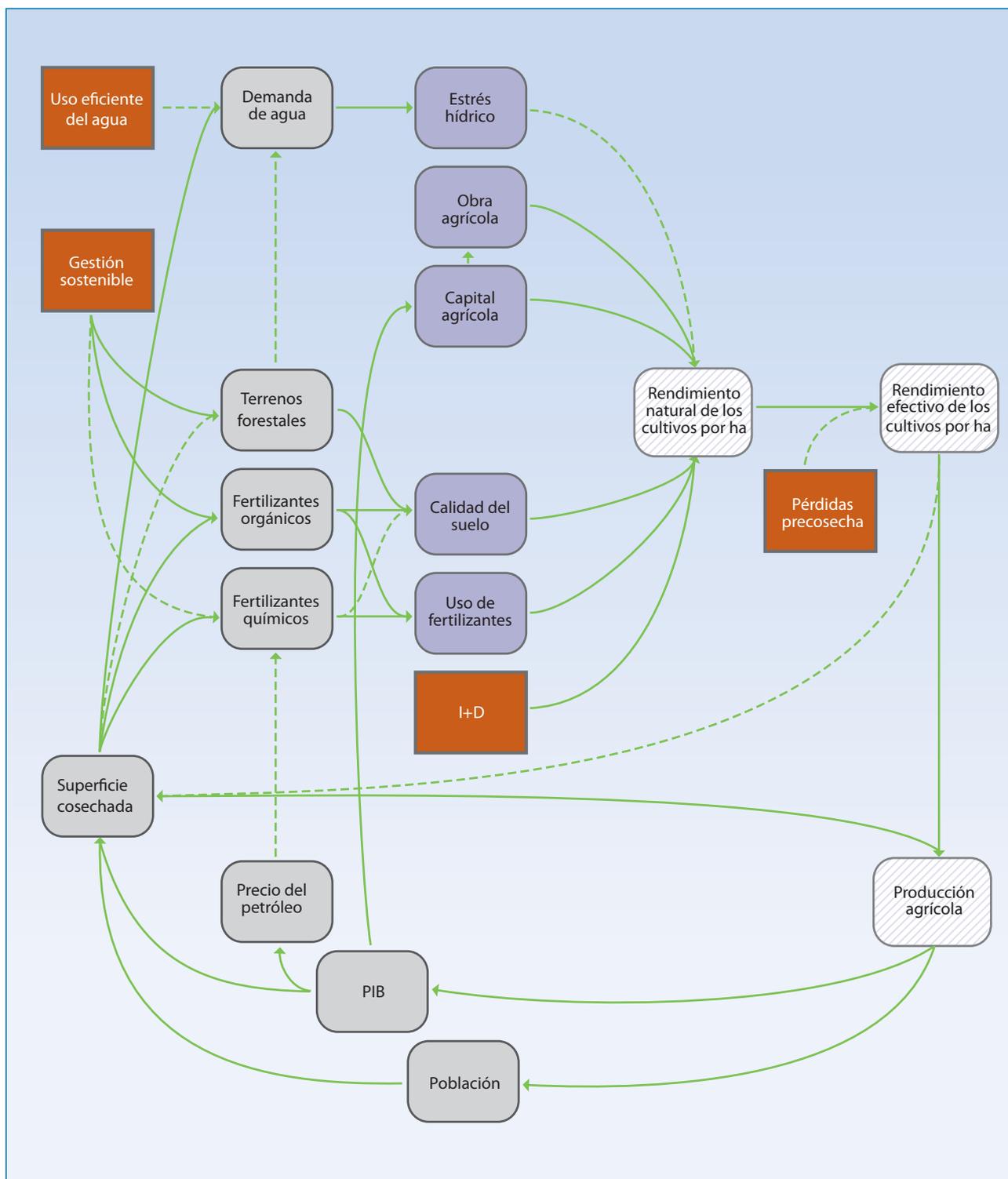


Figura 16: Diagrama de Ciclo Causal (CLD, por sus siglas en inglés) representando los principales factores que afectan el rendimiento de los cultivos en modelo del sector agricultura

El rendimiento de los cultivos eficaz se define como la diferencia entre el rendimiento natural y las pérdidas por enfermedades de las plantas. El rendimiento del cultivo natural en cambio está influenciado por el capital y el trabajo, así como por la I+D (por ejemplo, mejoras de semillas), calidad del suelo, el uso de fertilizantes y la disponibilidad de agua. La calidad del suelo se ve influenciada por el uso de fertilizantes y por los bosques.

puesto que este sector es un importante impulsor del desarrollo económico y social. Este es el caso de los países subsaharianos, entre los que se encuentran los países menos desarrollados del mundo, y en donde las inversiones para la promoción de una agricultura más

sostenibles podrían aumentar los rendimientos y la producción, además de mejorar la nutrición y la seguridad alimentaria. A manera de ejercicio, si todas las inversiones simuladas en el sector primario (incluyendo agricultura, pesca y bosques) se destinaran a los países

agrícolas, el valor agregado per cápita de la población rural crecería, en promedio, alrededor de 600 dólares al año; o 1,450 dólares si solo se considera la población rural en condiciones de pobreza.²¹ Incluso si solamente el 20 por ciento de estas inversiones llegaran a los países básicamente agrícolas, el aumento del PIB per cápita aumentaría en 118 dólares y 290 dólares por persona al año, para la población rural y la población rural pobre, respectivamente, sería un aumento importante si se considera que el PIB per cápita en los países agrícolas en 2005 fue, en promedio, de 524 dólares al año. Un análisis desglosado del sector agrícola, por ejemplo, entre los pequeños agricultores de los países en desarrollo y la agricultura de altos insumos externos característica de los países industrializados, proporcionaría una imagen más clara de los beneficios potenciales de capital de dichas inversiones.²²

Bosques

En los escenarios de economía verde, la inversión verde en el sector forestal, representando un total de 40,000 millones de dólares al año, en promedio, entre el año 2010 y 2050, se asigna tanto a la reducción de la deforestación como a la reforestación. Se proyecta que la deforestación promedio anual de los bosques

naturales, en los escenarios verdes, sea 50 por ciento menor que en BAU durante el periodo de 2010 a 2030 (ver la Figura 17 y la Figura 18). En los escenarios verdes, con el nivel de deforestación disminuyendo a

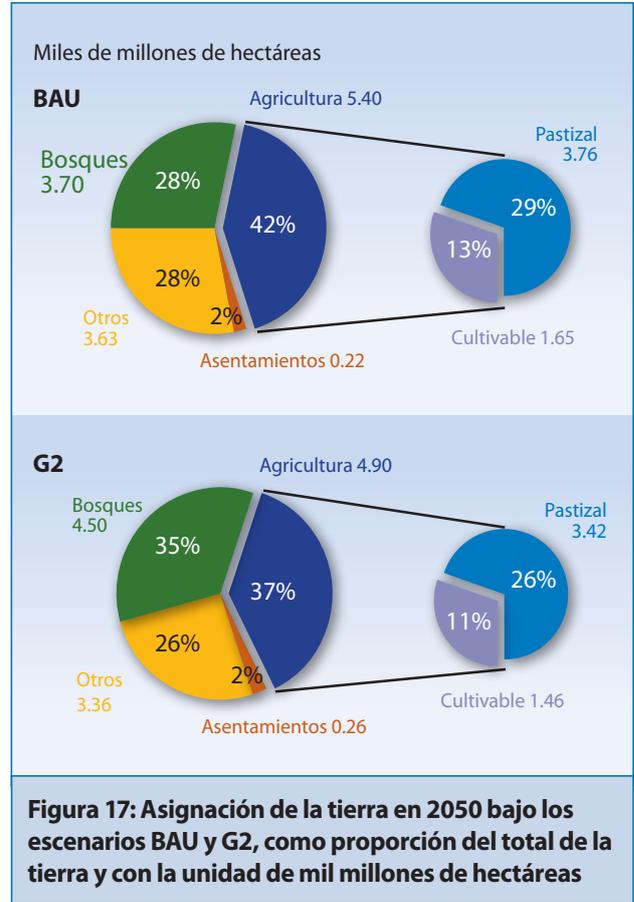


Figura 17: Asignación de la tierra en 2050 bajo los escenarios BAU y G2, como proporción del total de la tierra y con la unidad de mil millones de hectáreas

21 Las estimaciones y tendencias demográficas se calcularon a partir de datos publicados en el Informe sobre el Desarrollo Mundial 2008 (World Bank, 2008).
 22 La viabilidad depende principalmente de la disponibilidad de datos adecuados. Esto se está explorando en nuevas versiones de los modelos.

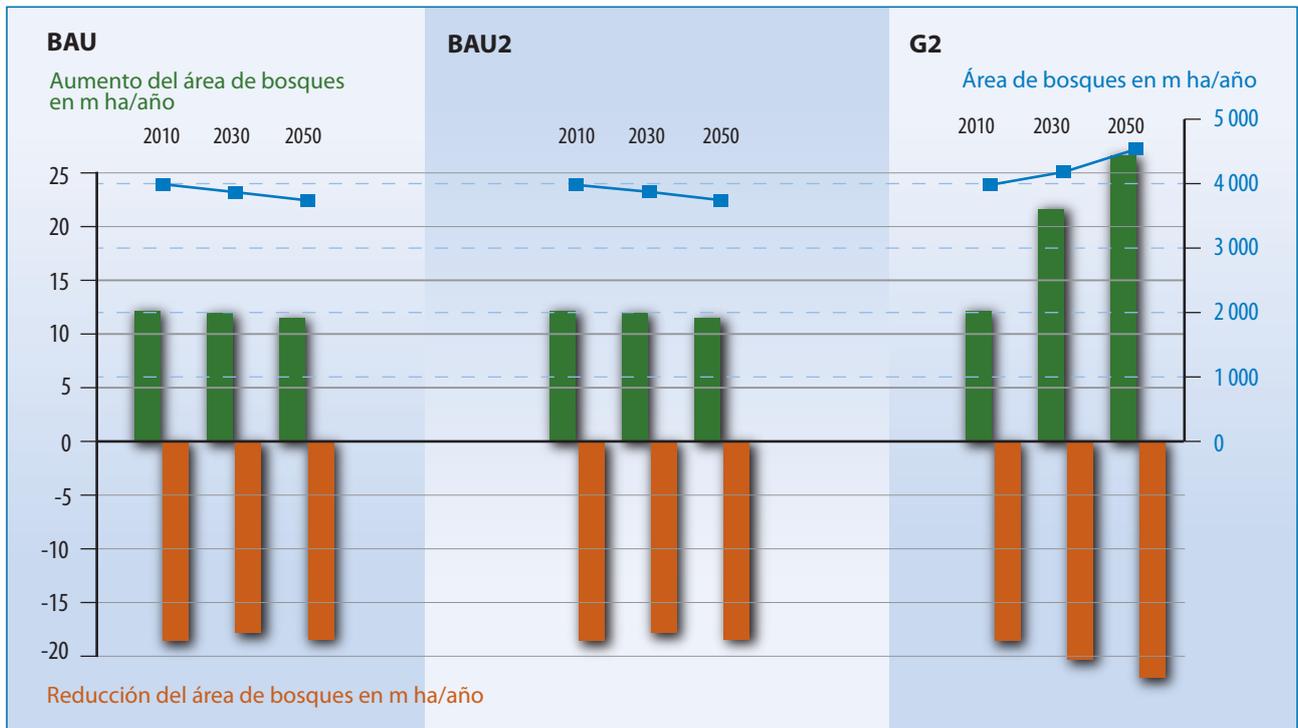


Figura 18: Dotaciones forestales totales (eje derecho) y flujos de deforestación y reforestación (eje izquierdo) en los escenarios BAU, BAU2 y G2

6.7 millones de hectáreas al año a partir de 2030, se estima que se salvarán 283 millones de hectáreas (un ocho por ciento) de bosques naturales. Las inversiones verdes adicionales aumentarán considerablemente la reforestación (bosques plantados) a 19 millones de hectáreas al año para 2050. Así, habrá 497 millones de hectáreas (o un 143 por ciento) de bosques plantados más que en el escenario base (BAU) para entonces, proporcionando suficientes recursos naturales para que la producción forestal supere las proyecciones de referencia a largo plazo (después de 2015). De acuerdo con el crecimiento de la producción forestal en los escenarios verdes, el empleo en este sector alcanzará los 30 millones de personas en 2050, un 20 por ciento por encima del escenario base (BAU). Como resultado de los esfuerzos en la reforestación y un esfuerzo por evitar la deforestación, se espera que las tierras forestales totales alcancen las 4,500 millones de hectáreas en un periodo de 40 años, superando el escenario base (BAU) en un 21 por ciento. Esto permitirá que 502Gt de carbono permanezcan en los ecosistemas forestales en 2050, lo que está 71Gt por encima del escenario base (BAU) el escenario base (BAU) y 21Gt por encima del nivel actual. Además, una mayor extensión de la tierra forestal mejora la calidad del suelo y, a menudo, mejora la disponibilidad del agua, dos factores que impactan de forma positiva la producción agrícola (Pretty et al., 2006). Sin embargo, a corto plazo los esfuerzos de reforestación (entre 2.5 y tres veces mayores al escenario base (BAU)) y la deforestación evitada (60 por ciento y 46 por ciento por encima del escenario base (BAU), como resultado de la inversión verde, no traen beneficios inmediatos al medio ambiente, dado el tiempo que se tarda en aumentar la superficie de los bosques plantados. Se espera que el área forestal total (alrededor de 4,000 millones de hectáreas) sea un uno y un tres por ciento mayor que el escenario base BAU en 2015 y 2020, respectivamente. La producción forestal empezará a ver beneficios alrededor de 2020, alcanzando los 840,000 millones de dólares en valor agregado en ese año, lo que es un 12.5 por ciento mayor al punto de referencia, y creando alrededor de tres millones de empleos adicionales.

Los bosques son muy importantes para muchos países, donde tanto su aprovechamiento como su preservación son grandes impulsores de la economía. En algunos casos, los terrenos baldíos podrían convertirse en bosques con el tiempo sin crear impactos negativos en la agricultura o en los asentamientos humanos. De forma simultánea, mejores medidas de control podrían reducir la tasa de deforestación, al limitar el rápido agotamiento de los bosques y recursos naturales.

Pesquerías

La inversión verde en las pesquerías (118,000-198,000 millones de dólares al año en los próximos 40 años) se

distribuye en tres áreas: 1) los programas de recompra de flotas para evitar el exceso de capacidad de la pesca; 2) reconversión profesional o laboral y reubicación de empleo de empleo en las pesquerías; y 3) gestión de las pesquerías para contribuir a la regeneración de las reservas de peces. En estos escenarios verdes, el sector pesquero también se desplazará hacia la sostenibilidad a través de una reducción de la capacidad de los buques e inversiones en la gestión de los recursos pesqueros.²³

Con la retirada de las flotas entre 2011 y 2020, la capacidad de pesca será un 26 por ciento más baja que la estimada en el escenario base (BAU) en 2020. Esto hará que la pesca a escala global decrezca a 50 millones de toneladas en 2017, un número considerablemente bajo en comparación con los niveles actuales, y un 25 por ciento menor que en el escenario base (BAU), pero es un paso necesario para restaurar las poblaciones de peces, detener su declive y la estabilización hasta alrededor de 2020. Mientras que la disminución de las poblaciones de peces se ha frenado y se han liberado inversiones para promover una mejor gestión de la industria, la pesca podría crecer mucho más de los 50-63 millones de toneladas proyectadas para los casos G1 y G2 en 2050, con un promedio de un dos por ciento y un cuatro por ciento más de pescado capturado por año que en el escenario base (BAU) entre 2010 y 2050.

Mientras que a corto plazo, una menor capacidad de pesca reducirá el empleo directo (entre 19 y 20 millones de personas en 2020, bajo los escenarios G1 y G2 respectivamente, con respecto a los 24 millones del escenario base BAU y los 29 millones en 2011), se proyecta que, en los escenarios verdes, mayores niveles en los acervos y un mejor manejo del sector llevarán a un nivel de empleo mayor, entre un 27 por ciento y un 59 por ciento, en relación con el punto de referencia de 2050.²⁴ Por otro lado, se espera que las inversiones adicionales en el escenario base (BAU), que se suponen sean distribuidas según las prácticas empresariales actuales, agoten aún más el acervo de peces; es decir, se espera una amplia explotación para 2050 (se estima

23 La población de peces representa el número total de peces. Modelado como una variable de reserva, su valor cambia cada año por la acumulación de nacimientos de especies y la reducción por muertes, y depende de los valores de los años anteriores. Del mismo modo, los conjuntos de tierras forestales y agrícolas representan el área de tierra dedicada a los bosques y a la producción agrícola, que cambia por la conversión anual de usos de suelo. Otros acervos incluyen los recursos hídricos y de combustibles fósiles.

24 El empleo en el sector pesquero, al adoptar las diversas soluciones propuestas en el capítulo de 'Pesquerías' (por ejemplo, la reducción de la capacidad pesquera afectará principalmente a los grandes buques y a la producción industrial), se reducirá en solo 1-1.2 millones de personas en el corto plazo, frente a una pérdida de unos diez millones de empleos directos. En este caso, el empleo en el sector pesquero, a largo plazo, estará muy por encima de los escenarios BAU.

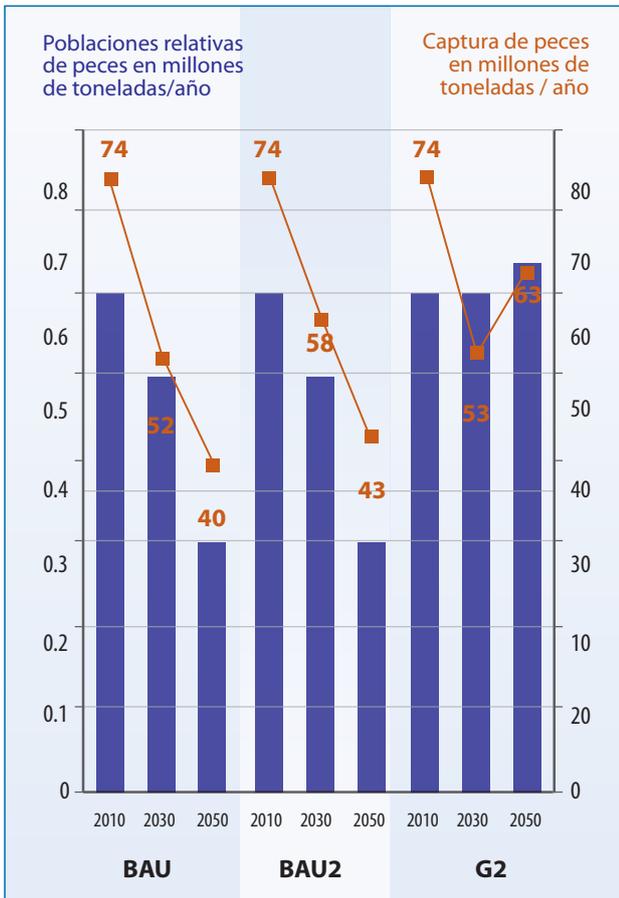


Figura 19: Reserva de peces, en relación con el nivel de 1970, y captura de peces en los escenarios BAU, BAU2 y G2

que solo el 56 por ciento y el 33 por ciento del pescado disponible en 1970 seguirá disponible para 2015 y 2050, respectivamente), dejando pocos recursos para lo que actualmente es considerada una captura de peces rentable (Figura 19). De nuevo, los resultados indican la necesidad de compensar a corto plazo los costos de la transición para alcanzar mayores niveles de productividad y de empleo en el futuro, bajo un escenario de economía verde.

Para evaluar cuidadosamente la eficacia de las inversiones en el sector pesquero, se simularon varios escenarios en donde el costo (beneficio) de inversiones en la gestión de las poblaciones de peces varía de 354 dólares a 1,180 dólares por tonelada (en el escenario base, BAU, es de 736 dólares o una proporción de costo beneficio de 1:4), siguiendo una distribución uniforme aleatoria. Los resultados de los cambios correspondientes en los conjuntos de peces y peces capturados son presentados en la Figura 20.

En los dos escenarios extremos, la población global de peces en 2050 regresará al nivel de 1970 (en el caso del menor costo), y al nivel actual (en el caso del costo más alto) alrededor de la mitad del volumen de 1970. En el escenario G2, cerca del 70 por ciento de la cantidad de recursos pesqueros de 1970 estaría disponible para 2050, pero esta se reduce a solo un 30 por ciento en el escenario base (BAU), donde se asume que no se realiza ninguna actividad de gestión de recursos adicional.

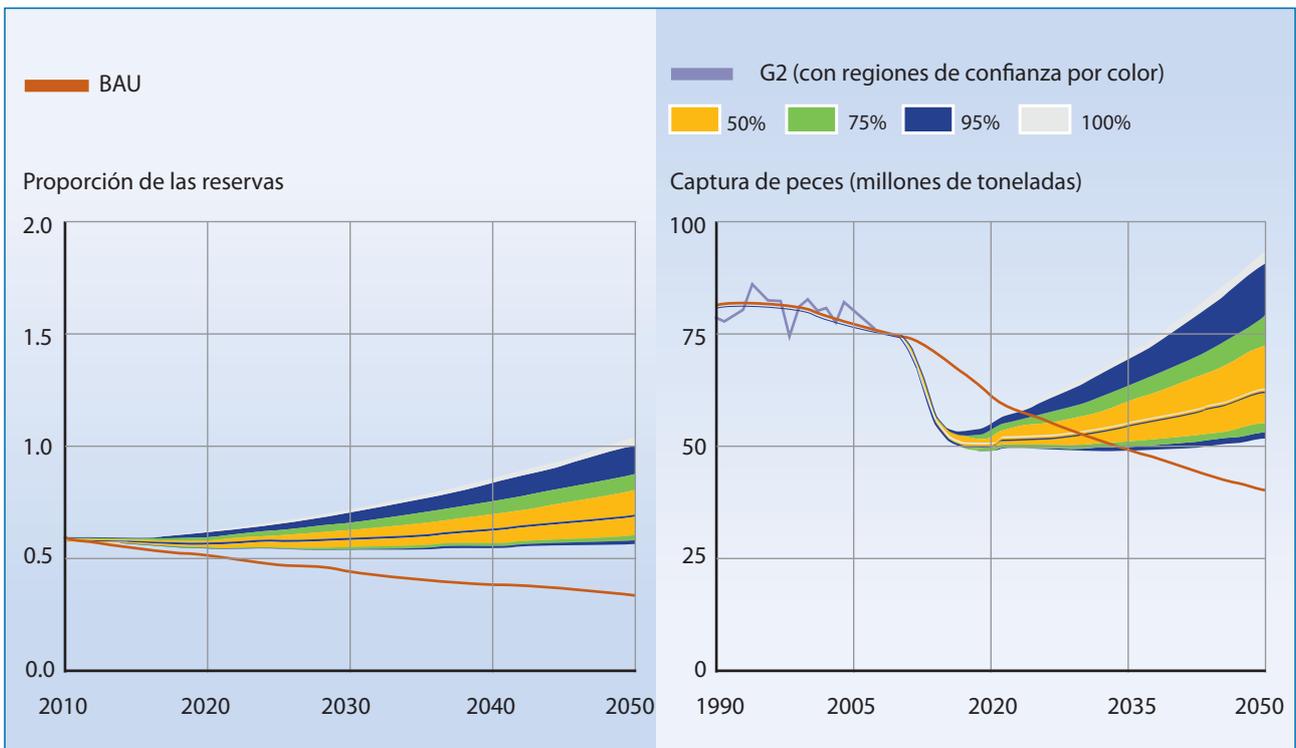


Figura 20: Resultados del análisis de sensibilidad para a) la reserva de peces, en relación con el nivel de 1970, y b) la captura de peces en toneladas/año (derecha)*

* Área en amarillo: 50 por ciento de la gama de escenarios en el análisis de sensibilidad, verde, el 75 por ciento; azul, el 95 por ciento; y el gris, 100 por ciento.

Como resultado, las capturas globales se recuperarán, después de un ligero declive a corto plazo, a un rango relativamente amplio, entre 50 y 90 millones de toneladas al año en 2050, excediendo el volumen de referencia a principios de la década de 2020 y en 2035, en el caso de ambos escenarios.

Energía

La inversión verde en energía contribuirá tanto a la oferta (expansión de la generación de energía baja en carbono y producción de biocombustibles) como a la demanda (mejoras en la eficiencia energética de la demanda de energía de uso final; incluyendo la industria, el transporte y la construcción). Cabe resaltar que las sinergias se encuentran bajo un escenario que indica un punto máximo del petróleo anticipado (ver también Bassi et al., 2010), donde las inversiones verdes impulsarán el aumento en la eficiencia y una rápida transición más allá de los combustibles fósiles que, consecuentemente, reducirán los precios de la energía por debajo del escenario base (BAU) durante el periodo de simulación, haciendo a la economía más resiliente y apoyando el crecimiento económico. Se simularon varios escenarios para estudiar y evaluar los impactos en el tiempo de diversas tendencias en la producción de petróleo convencional. La cantidad total de recursos y reservas se cambió para la producción endógena mundial de petróleo. Un análisis más detallado está disponible en Bassi et al. (2010) y la muestra de escenarios analizados se muestra en la Figura 21.

Suministro de energía

En los escenarios de economía verde, el sector de suministro de energía recibirá inversiones verdes, entre 174,000 y 656,000 millones de dólares al año durante el periodo 2010-2050 para expandir la producción de biocombustibles y la generación de energía utilizando fuentes renovables, así como tecnologías más avanzadas (como de captura y almacenamiento de carbono, CAC).

La sustitución de las inversiones adicionales del escenario base (BAU), en fuentes de energía intensivas en carbono por inversiones verdes en energía limpia incrementará la tasa de penetración de las energías renovables del 19 al 27 por ciento de la demanda total de energía primaria para 2050, en comparación con un 13 por ciento en el escenario base (BAU) y un 12 por ciento en el escenario BAU2.

En el sector de la electricidad, la capacidad de generación de electricidad por fuentes de energía verde alcanzará: 1.7 TW (hidroeléctrica); 204 GW (residuos); entre 955 y 1515 GW (eólica); entre 38 y 54 GW (geotérmica); entre 655 y 1,304 GW (solar); entre ocho y 21 (maremotriz); y entre tres y 16 GW (olas) en 2050, respectivamente. Como resultado, estas fuentes renovables de energía representarán del 29 al 45 por ciento de la generación total de electricidad en 2050, significativamente por encima del 24 por ciento en el escenario base (BAU) y el 23 por ciento en BAU2. La

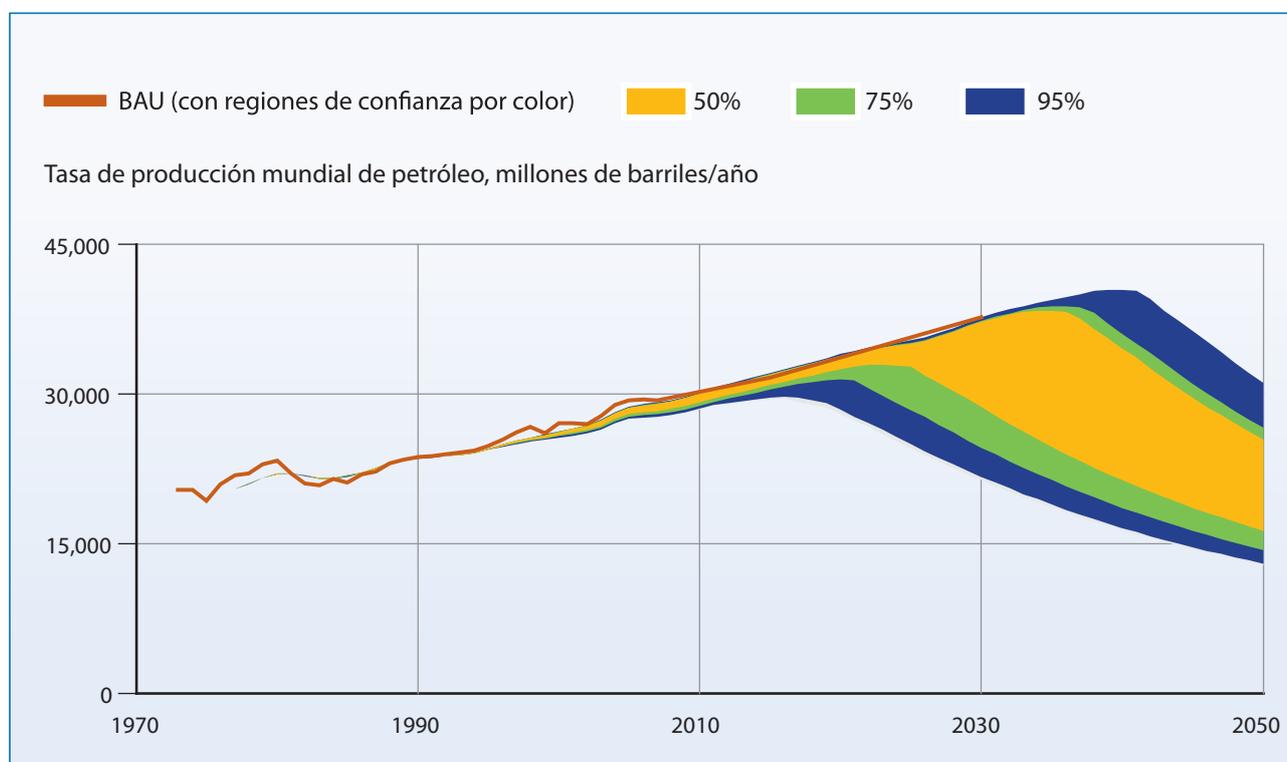


Figura 21: Escenarios de la producción de petróleo convencional global considerados en el GER

Tasa de producción mundial de petróleo: Producción convencional anual de petróleo del mundo, en millones de barriles/año

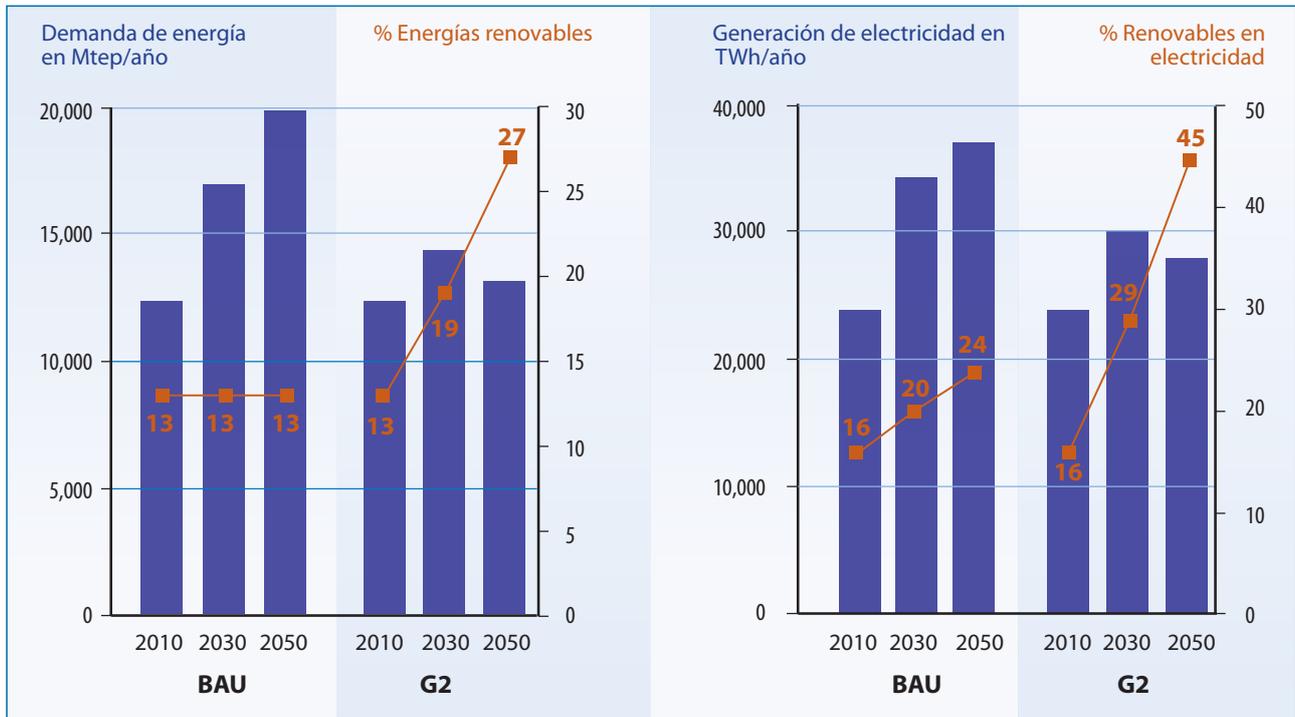


Figura 22: Tendencias en los escenarios BAU y G2 a) del consumo total de energía (eje izquierdo) y la tasa de penetración de las energías renovables (eje derecho); b) de la generación de electricidad (eje izquierdo) y de la penetración de las energías renovables en el sector eléctrico (eje derecho)

%	2030				2050	
	*WEO	GER	*WEO	GER	*ETP	GER
Escenarios	Referencia	BAU	450	G2	BLUE Map	G2
Carbón	29	31	19	25	15	15
Petróleo	30	28	27	24	19	21
Gas	21	23	21	23	21	25
Nuclear	6	6	10	8	17	12
Hidroeléctrica	2	2	3	3		4
Biomasa y residuos	10	8	14	12	29	16
Otras energías renovables	2	3	5	5		8
Total	100	100	100	100	100	100

Tabla 5: Comparación de la matriz energética en 2030 y 2050 en diversos escenarios del GER y la AIE

Fuente: WEO 2010 (AIE, 2010); PTE 2010 (AIE 2010)

proporción de los combustibles fósiles, en particular el carbón, disminuirá de manera similar al 34% en 2050, comparado con el 64% en el escenario base (BAU), debido principalmente a la expansión de las energías renovables (véase la Figura 22 y la Tabla 5).

Se espera que los escenarios verdes supongan la introducción y gran expansión de los combustibles de segunda generación. Entre 2025 y 2050, se proyecta que la producción de biocombustibles de segunda generación alcance entre los 151,000-490,000 millones de litros equivalentes de gasolina (Lge) y los 254,000-844.000 millones de Lge, contribuyendo entre el 4,2

por ciento y el 16 por ciento de la producción mundial de combustible líquido en 2050 (un 8,4 por ciento y un 21,6 por ciento cuando son considerados los biocombustibles de primera generación). Entre el 12 por ciento y el 37 por ciento de los residuos agrícolas y forestales serían necesarios en los escenarios de G1 y G2, respectivamente. Si los residuos por encima del 25 por ciento no están disponibles o utilizables (como indica por la AIE en 2010), se supone que se utilizarán tierras marginales. Se crearían entre 330.000 y un millón de puestos de trabajo para biocombustibles y residuos agrícolas, y este número se incrementará a tres millones en el caso de utilizar una mezcla de residuos

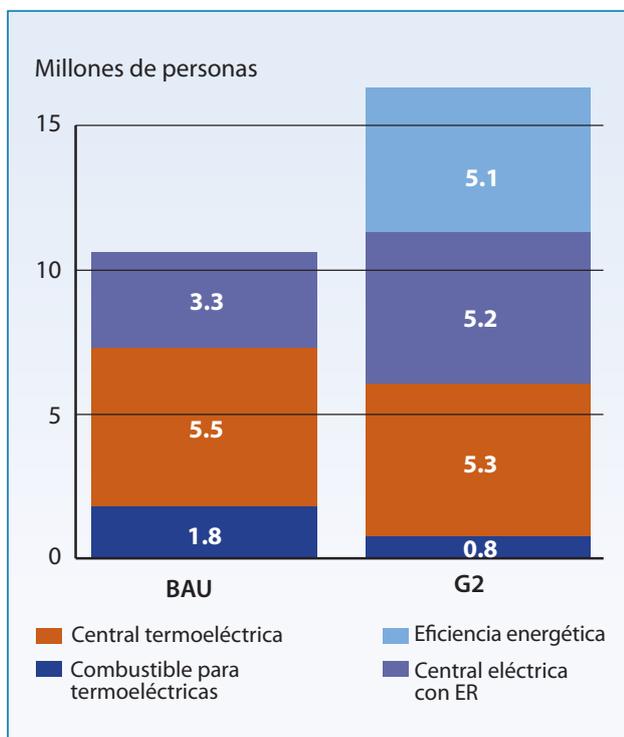


Figura 23: Composición del empleo por el suministro de electricidad en centrales eléctricas (en manufactura, construcción, instalación, y operación y mantenimiento en 2050 en varios escenarios), combustibles para el suministro de energía, eficiencia energética

agrícolas y materiales convencionales. Se simularon escenarios adicionales para poner a prueba los efectos de las variaciones en la intensidad de mano de obra para los combustibles de segunda generación, por los cuales se encontraron pocas estimaciones (por ejemplo, Bio-era, 2009). Los valores considerados varían entre 1/6 y 1/3 del empleo en los biocombustibles de primera generación. También fue considerado un escenario en donde los biocombustibles de segunda generación comparten la misma intensidad de mano de obra que los combustibles de primera generación. En el primer caso, el rango considerado daría lugar a proyecciones de crecimiento del empleo rápido para los biocombustibles, casi llegando a los tres y cuatro millones en 2050, frente a los 3,1 millones en G2 y dos millones en el escenario base (BAU). Por otro lado, en el supuesto de que la intensidad de mano de obra de los biocombustibles no cambie con la introducción de los biocombustibles de segunda generación, el empleo alcanzaría los 7,7 millones en 2050.

En el escenario BAU, se espera que el empleo total en el sector energético disminuya ligeramente con el tiempo, alcanzando los 18.6 millones en 2050 a comparación con los 19 millones en 2010, debido al aumento de la productividad del trabajo en la extracción y procesamiento de los combustibles fósiles. En los escenarios verdes, se observa una creación neta de empleo a corto plazo, princi-

palmente debido a una intensidad de la mano de obra más elevada en las energías renovables frente a la generación de energía térmica. A largo plazo, el caso G1 muestra menores niveles de empleo en relación con el escenario base (BAU) (cuatro por ciento por debajo del escenario base en 2050), mientras que en el caso G2 (23.3 millones) el empleo será mayor al escenario BAU1 (19.5 millones), y en gran medida superará al escenario BAU (18.6 millones) por casi el 26 por ciento, cuando se consideran los empleos relacionados con la eficiencia energética (Figura 23).

Considerando los impactos a corto plazo de la inversión verde, el sector energético experimentará la expansión de la energía renovable con mejoras menos significativas en comparación a largo plazo: la tasa de penetración de la energía renovable aumentará del 19 al 22 por ciento para el suministro de electricidad, y del 14 al 17 por ciento para la oferta de energía total para 2020, mientras que en el escenario base (BAU) disminuirá del 18 al 13 por ciento. Para entonces, las inversiones verdes impulsarán la producción de los biocombustibles de segunda generación hasta los 133,000-424,000 millones de Lge, creando entre 1.5 y 1.9 millones de empleos en la producción de biocombustibles (entre un 12 y un 40 por ciento por encima del escenario BAU). Como resultado, el empleo total en el sector energético será 5.5 por ciento superior en el escenario G2 (21 millones) que el del punto de referencia (20 millones), pero en el escenario G1 (19 millones) será un dos por ciento menor que en el escenario base (BAU). Estas cifras incluyen los 0.25-0.62 millones de trabajos creados en 2020 a partir de las mejoras en la eficiencia energética.

Demanda de energía

Durante los próximos 40 años se asignarán inversiones verdes, por un total de 277,000-651,000 millones de dólares al año, para mejorar la eficiencia de la demanda de energía de uso final; especialmente en el uso de la energía eléctrica (en todos los sectores), en el uso de combustibles en la industria (ver también HRS-MI 2009) y en el transporte (en una sección aparte, se analizan las inversiones en este sector comparando la expansión de la red de transporte público con el aumento en la eficiencia).

Se espera que estos esfuerzos para el ahorro de energía frenen la demanda de energía primaria del cuatro al seis por ciento, del diez al 15 por ciento, y del 26 al 34 por ciento para el 2020, 2030 y 2050, respectivamente; en comparación con el escenario base (BAU), alcanzando los 14,120-13,709 Mtep en 2020; 15,107-14,269 Mtep en 2030; y 14,562-13,051 Mtep en 2050.²⁵ La demanda total de combustibles fósiles disminuirá del seis al 12 por ciento en 2020, con relación al escenario base (BAU); y, en

²⁵ Como punto de comparación, la eficiencia energética de los países de la OCDE ha reducido el crecimiento proyectado del consumo de energía en un 56 por ciento a lo largo de un periodo de 30 años, 1973-2004 (IEA 2008).

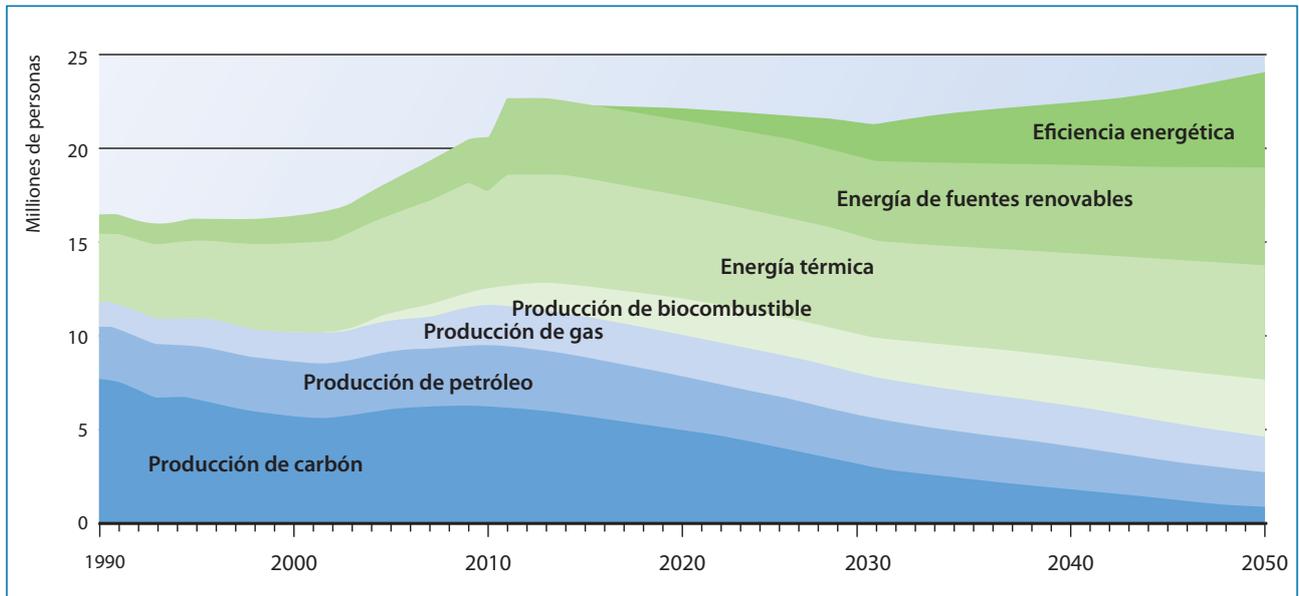


Figura 24: Empleo total en el sector energía y su desagregación en combustibles y electricidad, y eficiencia energética

Mtoe/año	2020		2030		2050	
Escenario	* Escenario WEO/450	G2	* Escenario WEO/450	G2	* Escenarios BLUE de la AIE	G2
Consumo total de energía en el sector transporte	2,710	3,155	3,182	3,139	2,100-3,200	2,163
Petróleo	2,483	2,699	2,891	2,526		
Biocombustibles	193	427	245	580	400-800	874

Tabla 6: Consumo de energía del sector transporte en los escenarios verdes del GER y la AIE, para ciertos años

Fuente: * Escenario WEO/450 : WEO 2010 (AIE,2010); Escenario Blue de la AIE: Energía en transporte y CO₂ (AIE, 2009)

2050, del 22 al 41 por ciento con relación al escenario BAU y hasta un rango entre el 28 y el 48 por ciento respecto a los escenarios BAU1 y BAU2. Esta disminución estará impulsada por la expansión de la red de transporte público (tren y autobús) y por mejoras en la eficiencia energética (por ejemplo, en el sector industrial o de la construcción), así como un aumento en el uso de energías renovables y residuos, como se mencionó anteriormente (AIE, 2008).

Un menor consumo de energía generará ahorros considerables en el gasto en energía (por ejemplo, evitar costos de capital y de combustible en el sector eléctrico se traduciría en un ahorro promedio de 415,000 a 760,000 millones de dólares al año entre 2010 y 2050).

Además, se espera que las inversiones verdes asignadas a la eficiencia energética generen entre 2.9 y 5.1 millones de empleos adicionales hasta 2050, haciendo que el empleo total en energía en el escenario G2 llegue a los 23.4 millones en 2050, o sea, un 26 por ciento por encima del punto de referencia (ver la Figura 23 para el empleo en el sector de la energía y la Figura 24 para un desglose detallado del empleo en este sector).

Transporte

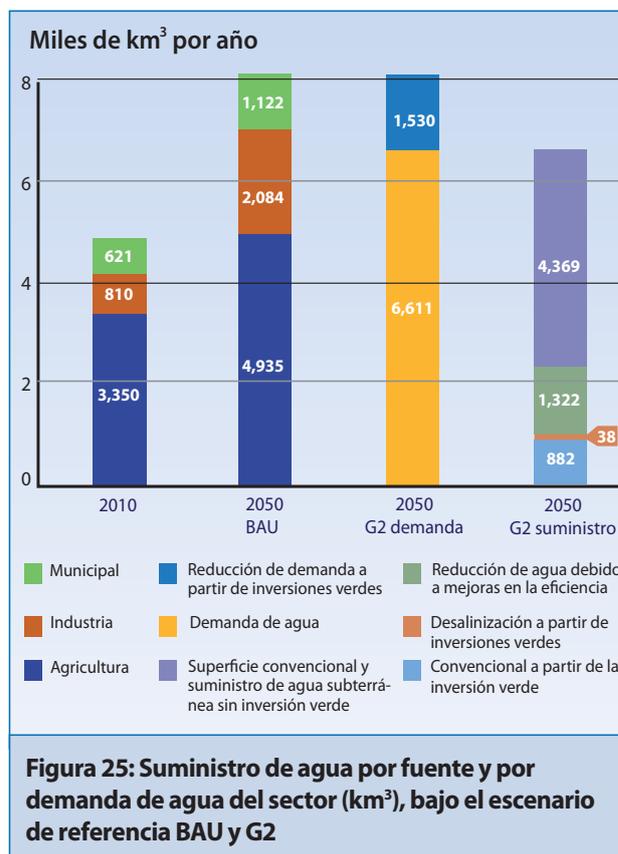
Las inversiones verdes en el sector del transporte, sumando un total de 187,000 a 419,000 millones de dólares al año durante un periodo de 40 años, se destinarán tanto para mejorar la eficiencia energética de todos los medios de transporte, como se mencionó anteriormente, así como para apoyar la transición del transporte privado al público o al transporte no motorizado (por ejemplo, a pie o en bicicleta). En 2050, los automóviles privados representarán solo una tercera parte del total de los viajes de pasajeros (en términos de kilómetros/pasajero/año) cortando el porcentaje del punto de referencia casi por la mitad, lo que resulta en una reducción en el número de automóviles en un 34 por ciento con respecto al escenario base (BAU). En consecuencia, la proporción de pasajeros transportados en trenes y autobuses aumentará drásticamente un 18 y un 35 por ciento, respectivamente, para el 2050, en un escenario G2. Se espera que la combinación entre esta transición en los medios de transporte, las mejoras en la eficiencia energética y los cambios esperados en el volumen total de viajes, conduzca a un ahorro de energía en casi todos los medios de transporte: entre el 57

y 75 por ciento para los automóviles, y entre el 40 y 65 por ciento en general en los escenarios de economía verde, en relación con el escenario BAU. Esto compensa el ligero aumento en el consumo de energía de los trenes y autobuses (Tabla 6). Por lo tanto, se espera que las emisiones totales de CO₂ provenientes del uso de la energía para el transporte disminuyan a 7.8-4.6 Gt al año, comparado con las 13 Gt al año en los escenarios verdes, aproximadamente, en el punto de referencia. Para entonces, los automóviles representarán una proporción cada vez menor de las emisiones: del 53 por ciento en el escenario base (BAU) al 38 por ciento en los escenarios verdes. Principalmente, como resultado de los aumentos del empleo en la expansión del transporte público, el empleo total en los escenarios verdes aumentará de 124 millones a 130 millones en 2050 (es decir, un cinco por ciento y un diez por ciento por encima de la línea de base).

A corto plazo, los automóviles privados serán responsables del 41 por ciento de los viajes de pasajeros en 2020 debido a las inversiones verdes, en comparación con el 50 por ciento del escenario base (BAU), haciendo que la proporción de transporte ferroviario aumente un 11 por ciento del siete por ciento estimado en el escenario base (BAU). Por consiguiente, el consumo total de energía de los automóviles se reducirá en un 28 por ciento en relación con el escenario base (BAU), lo que resulta en una reducción del 20 por ciento en el consumo total de energía y emisiones de todos los vehículos en 2020. En un ámbito nacional, se encuentran sinergias en la asignación de las inversiones para aumentar el rendimiento de los combustibles, y para expandir y electrificar la red ferroviaria. Si se adoptan fuentes de energía no térmicas, esto llevará a la reducción de la demanda de combustibles líquidos, una mayor eficiencia y una menor intensidad de carbono. Al mismo tiempo, la economía y el empleo se beneficiarán de la construcción de infraestructura y la reducción de la congestión vial; sin embargo, es posible que a corto plazo haya aumentos en las emisiones debido a una mayor demanda de hierro y acero, entre otras razones.

Agua

En los escenarios de economía verde, entre 2010 y 2050, se invertirán 118,000-198,000 millones de dólares al año, en promedio, en el sector agua para extender el acceso al agua potable y a los servicios, con el fin de mejorar su eficiencia; y aumentar el suministro a través de la desalinización y medidas de gestión de la oferta. Con estas inversiones, la demanda de agua disminuirá entre un dos y un 19 por ciento en el escenario G1 y G2 para el año 2050, respecto al escenario base (BAU) (tres por ciento en 2015, y de 13 a 12 por ciento en 2030). Esta reducción es, principalmente, el resultado de una mayor eficiencia en el uso del agua en el sector agrícola, así como a las inversiones en los secto-



res industriales y municipales. Además, las inversiones mejorar el acceso al agua y para manejar y aumentar la oferta apoyarán la preservación de las aguas subterráneas y superficiales, contribuyendo con alrededor del diez por ciento de la demanda global de agua, tanto a corto (2015) como a largo plazo (2050) (ver Figura 25). De acuerdo con una mayor disponibilidad de recursos de agua dulce, en los escenarios de economía verde, la fracción de la población bajo estrés hídrico aumentará a un 60 por ciento en 2020, y se estabilizará a largo plazo en un 62 por ciento, aproximadamente, en 2050, comparado con el 67 por ciento en el punto de referencia. El empleo en el sector agua alcanzará entre los 40 y 43 millones de puestos de trabajo en 2050, es decir, del 24 al 19 por ciento por debajo del escenario base (BAU), debido a la reducción en el consumo total de agua, pero aun así es del 30 al 38 por ciento mayor que el nivel de 2010. A corto plazo, el empleo se mantendrá casi igual: 34 millones en escenarios verdes y base (BAU), en 2015. Cabe resaltar que las inversiones en el sector del agua pueden tener impactos considerables en los países en vías de desarrollo, donde las intervenciones para mejorar el saneamiento aumentarán considerablemente el acceso al agua potable; y un mayor gasto en infraestructura, lo que podrá generar un uso más eficiente del agua y aumentar los rendimientos agrícolas, contribuyendo a la reducción de la pobreza, especialmente en áreas rurales. Bajo el supuesto de que habrá menores precipitaciones en las próximas décadas, se proyecta que el estrés hídrico será mayor y tendrá impactos más graves en la producción agrícola,

entre otros. Más concretamente, con precipitaciones un diez por ciento menores que en el escenario actual en el año 2050, se espera que la escasez de agua afecte a casi el 70 por ciento de la población en 2050. En este contexto, las inversiones verdes reducirían la escasez de agua en aproximadamente un seis por ciento, fijando la cifra en un 64 por ciento.

Residuos

El escenario de la economía verde, alrededor de 118,00-198,000 millones de dólares de promedio anual, se invertirán en el sector de los residuos para aumentar la tasa de eliminación y promover prácticas de reciclaje y compostaje. Con una mayor tasa de recogida de residuos (cerca del 82 por ciento o un 83% entre 2010 y 2050), así como las proyecciones económicas de los escenarios verdes, se espera que el volumen total de residuos uti-

lizables aumente en los escenarios base (BAU) y verde entre el dos y tres por ciento en 2020, y del nueve al 12 por ciento en 2050. Sin embargo, debido a las mejoras significativas en la recolección de residuos (por ejemplo, la tasa de reciclaje en los escenarios verdes es del siete por ciento, de un 2.2 por ciento en el escenario BAU y en los casos adicionales de BAU en 2050), la cantidad anual de residuos dirigida a los vertederos en los escenarios verdes será mucho menor a la del escenario base (BAU), en 2050. Gracias a las mejoras en el tratamiento de residuos en su fase inicial, el empleo alcanzará entre 25 y 26 millones en 2050, entre dos y tres millones más que en el escenario base (BAU) (la ganancia en empleos, en 2020, es de 450,000-54,000 millones). Cabe señalar que la contribución del reciclaje para disminuir la demanda de energía, las emisiones y los costos de producción afectará positivamente al PIB industrial.

6 Conclusiones

La simulación de escenarios futuros con un modelo integrado entre sectores destaca las características del enfoque de una economía verde y ofrece una evaluación de los impactos globales de las inversiones verdes, con respecto al escenario base (BAU). Esos impactos se resumen a continuación.

Conducido globalmente, ese análisis no refleja necesariamente las diferentes circunstancias nacionales o regionales, que deben componer un área de trabajo adicional. Entre otros aspectos, los análisis futuros deben poner atención a los medios y capacidades de los gobiernos para invertir directamente a la escala prevista, incluyendo los flujos financieros internacionales necesarios.²⁶

Se proyectan incrementos en cuanto al PIB y al empleo en los escenarios de inversiones BAU adicionales (BAU1 y BAU2), pero acompañados de un creciente agotamiento de los recursos naturales. Más específicamente, problemas como la escasez de agua empeorarán, afectando al crecimiento de la población, a la agricultura y la producción industrial. Un mayor número de buques en el sector pesquero permitirá que la captura de peces aumente a corto plazo, pero disminuirá a medio y largo plazo, ya que la pesca estará limitada por la considerable caída de los recursos en los próximos 40 años. Por otra parte, se proyecta que el aumento en el uso de fertilizantes químicos aumente los rendimientos del sector agrícola, a corto plazo, a expensas del descenso de la calidad del suelo a largo plazo. Esto requerirá de más tierras para alimentar a la creciente población, por lo que las superficies forestales se convertirán en tierras agrícolas. Por otra parte, el aumento en el uso de combustibles fósiles, en los escenarios BAU adicionales, pondrá en peligro aún más la seguridad energética y tenderá a frenar el crecimiento económico, a través de precios energéticos más altos (especialmente para el caso del petróleo). Como consecuencia de la alta dependencia de los combustibles fósiles y la deforestación, se estima que las emisiones de CO₂ aumenten más allá del escenario BAU durante los próximos 40 años. Consecuentemente, a pesar de que el PIB seguirá creciendo, su presión sobre los recursos naturales seguirá aumentando, empujando la huella ecológica a dos veces la biocapacidad disponible para 2050, al tiempo que la concentración de emisiones de carbono en la atmósfera será de más de 1,000 ppm en 2100.

En los escenarios de economía verde, se observan mejoras significativas en la eficiencia, en la conservación de recursos y en la mitigación del carbono, lo que contribuye a un crecimiento económico más fuerte y resiliente, al medio y largo plazo. Una gestión sostenible de los recursos naturales, resultante de la reducción de la capacidad pesquera, la disminución de la deforestación, la promoción de fertilizantes orgánicos y la disminución del uso de combustibles fósiles, permitirá la restauración de las reservas de los principales recursos naturales o mitigará, en gran medida, su agotamiento. Por ejemplo, se estima aumentarán de un 64 a un 106 por ciento la población de peces; un 21 por ciento la superficie forestal y entre un 21 y un 27 por ciento la calidad del suelo, respecto al escenario base (BAU) en 2050, con beneficios claros para la productividad de estos sectores. Además, la mejora relacionada con la eficiencia en el uso del agua y la energía disminuirá considerablemente el consumo de estos recursos en varios sectores (por debajo del escenario base (BAU) entre un 34 y un 50 por ciento para el uso de combustibles fósiles, y entre un 24 y un 19 por ciento para el agua en 2050), y evitará las consecuencias negativas derivadas de su agotamiento. Con un mayor secuestro de carbono en los bosques, así como el potencial de secuestro de la agricultura de conservación (que no ha sido estimado en detalle) y la sustitución de las fuentes de energía tradicionales por alternativas de bajo carbono, las emisiones de CO₂ y de GEI serán considerablemente menores que en el escenario base (BAU) en los próximos 40 años.

Cada vez más desacoplado del consumo de los recursos naturales, se espera que el crecimiento del PIB en un escenario verde supere el crecimiento del PIB en un escenario base (BAU) a medio y largo plazo. Tomando en consideración la mejora del mantenimiento de capital natural en los escenarios G1 y G2, una medida ajustada del PIB, probablemente, se desempeñaría más favorablemente respecto a los escenarios BAU (ver Cuadro 1). Estimulado principalmente por las inversiones verdes y el subsecuente impulso hacia el desarrollo económico, se prevé que el empleo total directo en los sectores analizados en este capítulo sea menor que en los casos adicionales de BAU a corto plazo, y que posteriormente aumente por encima de todos los escenarios base (BAU) a medio y largo plazo (entre un dos y un tres por ciento por encima de los escenarios BAU1 y BAU2, respectivamente; y del ocho al 14 por ciento por encima de BAU en 2050). Cuando se considera el empleo total, se estima que este indicador en los escenarios verdes converja hacia los casos

²⁶ Estas cuestiones se discuten más a detalle en los capítulos 'Condiciones favorables' y 'Finanzas'.

previstos en el escenario base (BAU) correspondientes a largo plazo, y que supere al escenario base (BAU) de un tres a un cinco por ciento en 40 años. Finalmente, estos resultados resaltan la necesidad de diseñar políticas que

reconozcan y gestionen los costos asociados a la transición hacia una economía verde, con un enfoque en la distribución equitativa de los costos y los beneficios que surjan de nuevas oportunidades.

	Unidad	2011	2015					2020				
		BAU	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2
Sector económico												
PIB real	Miles de millones de dólares/año	69,334	78,651	79,306	77,694	78,384	78,690	91,028	92,583	88,738	90,915	92,244
PIB per cápita		9,992	10,868	10,959	10,737	10,832	10,874	12,000	12,205	11,698	11,983	12,156
Producción agrícola*		1,921	1,965	1,967	1,945	1,963	1,976	2,066	2,071	2,035	2,146	2,167
Cultivos		629	674	677	657	679	691	713	718	690	726	744
Pesquerías		106	101	101	99	73	75	95	95	88	69	72
Bosques		748	718	718	718	740	740	747	747	747	840	840
Ganado		439	471	471	471	471	471	511	511	511	511	511
Producción industrial		17,168	19,304	19,457	19,146	19,363	19,439	22,091	22,444	21,727	22,330	22,642
Producción de servicios		50,245	57,382	57,882	56,604	57,058	57,275	66,871	68,068	64,975	66,439	67,434
Consumo		53,368	60,539	61,044	59,803	60,334	60,569	70,066	71,263	68,303	69,979	71,002
Inversión		15,966	18,874	19,798	17,892	18,240	18,502	21,847	23,118	20,435	21,157	21,689
Inversión adicional		0	763	1,535	0	760	1,524	885	1,798	0	883	1,788
Sector social												
Población total	Miles de millones de personas	6.9	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
Calorías per cápita	Kcal/P/D	2,787	2,829	2,857	2,791	2,834	2,865	2,887	2,946	2,802	2,897	2,955
Población por debajo de 2 dólares/día	%	19.5%	18.1%	17.9%	18.3%	18.1%	18.1%	16.4%	16.2%	16.9%	16.5%	16.2%
IDH	Índice	0.594	0.600	0.601	0.600	0.600	0.601	0.610	0.611	0.608	0.611	0.613
Empleo total	Millones de personas	3,187	3,407	3,419	3,392	3,420	3,441	3,685	3,722	3,641	3,676	3,701
Agricultura		1,075	1,119	1,123	1,113	1,147	1,167	1,185	1,200	1,167	1,215	1,244
Industria		662	725	728	723	722	721	803	810	796	793	790
Servicios		1,260	1,366	1,371	1,361	1,357	1,357	1,491	1,506	1,476	1,465	1,461
Pesca		29	28	28	28	21	21	27	27	24	19	20
Bosques		21	20	20	20	21	21	21	21	21	24	24
Transporte		70	75	75	74	79	79	79	80	78	85	85
Energía		19	20	20	20	20	21	20	20	20	19	21
Residuos		20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21
Agua		31	34	34	34	33	33	37	37	37	35	35
Sector ambiental												
Terrenos forestales	Miles de millones de hectáreas	3.9	3.9	3.9	3.9	4.0	4.0	3.9	3.9	3.9	4.0	4.0
Tierra arable		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Superficie cosechada		1.20	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	Unidad	BAU	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2
Demanda de agua	km³/año	4,864	5,264	5,275	5,251	5,079	5,081	5,767	5,792	5,737	5,357	5,375
Generación de residuos	Mton/año	11,238	11,514	11,527	11,475	11,607	11,660	11,836	11,864	11,775	12,002	12,084
Total de vertederos	Miles de millones de toneladas	7.9	8.4	8.4	8.4	8.0	8.0	9.0	9.0	9.0	7.6	7.7
Emisiones de CO ₂ de combustibles fósiles	Mton/año	30,641	33,269	33,557	32,867	31,966	30,746	36,556	37,069	35,645	33,231	30,323
Huella ecológica/biocapacidad	Razón	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4
Demanda de energía primaria	Mtep/año	12,549	13,589	13,674	13,470	13,315	13,245	14,926	15,086	14,651	14,120	13,709
Producción de carbón		3,620	4,098	4,150	4,026	3,975	3,858	4,592	4,671	4,435	4,202	3,907
Producción de petróleo		3,838	4,059	4,079	4,028	3,847	3,704	4,344	4,398	4,264	3,907	3,591
Producción de gas natural		2,715	2,886	2,897	2,869	2,840	2,804	3,233	3,259	3,195	3,107	2,980
Energía nuclear		755	807	807	807	820	848	869	869	869	897	956
Energía hidroeléctrica		257	279	279	279	280	280	309	309	309	310	311
Biomasa y residuos		1,077	1,132	1,132	1,132	1,208	1,372	1,202	1,203	1,201	1,289	1,484
Otras renovables		286	328	328	328	344	378	377	377	377	410	481
Porcentaje de las ER en la demanda primaria		%	13%	13%	13%	13%	14%	15%	13%	13%	13%	14%

Tabla 7: Principales indicadores en los escenarios de inversión verde y BAU (continúa) →

* La producción agrícola incluye la producción de cultivos, ganadería, pesquerías y productos forestales. Todos los valores monetarios se presentan en dólares constantes de 2010.

	Unidad	2011	2030					2050				
		BAU	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2
Sector económico												
PIB real	Miles de millones de dólares/año	69,334	116,100	119,307	110,642	117,739	122,582	164,484	172,049	151,322	174,890	199,141
PIB per cápita		9,992	14,182	14,577	13,512	14,358	14,926	18,594	19,476	17,068	19,626	22,193
Producción agrícola*		1,921	2,259	2,268	2,219	2,383	2,421	2,545	2,559	2,494	2,773	2,852
<i>Cultivos</i>		629	786	795	752	806	836	898	913	849	941	996
<i>Pesquerías</i>		106	83	83	75	69	76	61	61	57	72	91
<i>Bosques</i>		748	803	803	803	918	918	870	870	870	1,038	1,039
<i>Ganado</i>		439	588	588	588	589	590	716	715	718	721	726
Producción industrial		17,168	27,629	28,311	26,831	28,614	29,692	37,738	39,218	35,571	41,455	46,588
Producción de servicios		50,245	86,212	88,727	81,592	86,742	90,469	124,201	130,272	113,258	130,661	149,701
Consumo		53,368	89,364	91,833	85,163	90,626	94,354	126,606	132,429	116,476	134,616	153,282
Inversión		15,966	27,872	29,808	25,479	27,401	28,825	39,493	42,996	34,847	40,704	46,831
Inversión adicional		0	1,137	2,334	0	1,150	2,388	1,616	3,377	0	1,719	3,889
Sector social												
Población total	Miles de millones de personas	2,787	2,973	3,050	2,840	3,001	3,093	3,178	3,273	2,981	3,238	3,382
Calorías per cápita	Kcal/P/D	19.5%	14%	14%	15%	14%	13%	10%	10%	11%	10%	8%
Población por debajo de 2 dólares /día	%	0.594	0.630	0.633	0.626	0.635	0.643	0.671	0.680	0.663	0.688	0.714
IDH	Índice	0.594	0.630	0.633	0.626	0.635	0.643	0.671	0.680	0.663	0.688	0.714
Empleo total	Millones de personas	3,187	4,137	4,204	4,057	4,108	4,143	4,739	4,836	4,613	4,762	4,864
<i>Agricultura</i>		1,075	1,331	1,371	1,284	1,351	1,393	1,580	1,656	1,489	1,618	1,703
<i>Industria</i>		662	923	931	915	907	900	1,064	1,067	1,059	1,051	1,042
<i>Servicios</i>		1,260	1,663	1,680	1,643	1,629	1,622	1,837	1,851	1,813	1,836	1,843
<i>Pesca</i>		29	23	23	21	19	21	17	17	16	20	25
<i>Bosques</i>		21	23	23	23	26	26	25	25	25	30	30
<i>Transporte</i>		70	89	90	87	100	98	99	120	122	117	130
<i>Energía</i>		19	19	19	19	18	20	19	19	19	18	23
<i>Residuos</i>		20	22	22	22	22	23	24	24	23	25	26
<i>Agua</i>		31	43	44	43	37	38	43	44	43	43	44
Sector ambiental												
Terrenos forestales	Miles de millones de hectáreas	3.9	3.8	3.8	3.8	4.1	4.1	3.7	3.7	3.7	4.5	4.5
Tierra arable		1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5
Superficie cosechada		1.27	1.27	1.27	1.27	1.25	1.25	1.31	1.31	1.31	1.26	1.26
Demanda de agua	km ³ /año	4,864	6,735	6,784	6,668	5,810	5,889	8,320	8,434	8,141	6,220	6,611
Generación de residuos	Mton/año	11,238	12,445	12,499	12,342	12,785	12,946	13,400	13,505	13,201	14,305	14,783
Total de vertederos	Miles de millones de toneladas	8	10	10	10	6	6	12	12	12	1	2
Emisiones de CO ₂ de combustibles fósiles	Mton/año	30,641	42,669	43,785	40,835	35,635	29,967	53,703	55,684	49,679	29,943	20,039
Huella ecológica/ biocapacidad	Razón	1.5	1.8	1.8	1.8	1.6	1.4	2.2	2.2	2.1	1.4	1.2
Demanda de energía primaria	Mtep/año	12,549	17,407	17,755	16,832	15,107	14,269	21,044	21,687	19,733	14,562	13,051
Producción de carbón		3,620	5,447	5,636	5,143	4,126	3,660	7,512	7,930	6,602	2,677	2,049
Producción de petróleo		3,838	4,910	5,019	4,726	4,026	3,478	4,968	5,102	4,727	3,770	2,724
Producción de gas natural		2,715	3,901	3,951	3,816	3,578	3,218	4,906	5,000	4,744	4,114	3,239
Energía nuclear		Mtep/año	968	968	968	1,024	1,151	1,089	1,089	1,089	1,179	1,500
Energía hidroeléctrica		257	373	373	373	374	377	459	459	459	461	467
Biomasa y residuos		1,077	1,341	1,342	1,339	1,447	1,709	1,525	1,524	1,528	1,687	2,079
Otras renovables		286	467	467	467	532	676	584	584	584	673	992
Porcentaje de las ER de la demanda primaria		%	13%	13%	12%	13%	16%	19%	12%	12%	13%	19%

Tabla 7: Principales indicadores en los escenarios de inversión verde y base (BAU)

* La producción agrícola incluye la producción de cultivos, ganadería, pesquerías y productos forestales. Todos los valores monetarios se presentan en dólares constantes de 2010.

	2015		2020		2030		2050	
	1% de casos	2% de casos	1% de casos	2% de casos	1% de casos	2% de casos	1% de casos	2% de casos
Sector económico								
PIB real	-0.3	-0.8	-0.1	-0.4	1.4	2.7	6.3	15.7
PIB per cápita	-0.3	-0.8	-0.1	-0.4	1.2	2.4	5.6	13.9
Producción agrícola*	-0.1	0.5	3.9	4.7	5.5	6.7	9.0	11.4
<i>Cultivos</i>	0.6	2.1	1.7	3.6	2.6	5.2	4.9	9.0
<i>Pesquerías</i>	-27.6	-26.1	-27.1	-23.9	-15.9	-7.6	17.8	47.5
<i>Bosques</i>	3.0	3.0	12.5	12.5	14.4	14.4	19.4	19.5
<i>Ganado</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.7	1.6
Producción industrial	0.3	-0.1	1.1	0.9	3.6	4.9	9.9	18.8
Producción de servicios	-0.6	-1.0	-0.6	-0.9	0.6	2.0	5.2	14.9
Sector social								
Población total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.7	1.6
Calorías per cápita	0.2	0.3	0.3	0.3	0.9	1.4	1.9	3.4
Población por debajo 2 dólares /día	0.3	0.7	0.1	0.4	-1.3	-2.4	-6.0	-14.3
IDH	0.0	0.0	0.2	0.3	0.9	1.5	2.5	5.1
Empleo total	0.4	0.6	-0.2	-0.6	-0.7	-1.5	0.5	0.6
<i>Agricultura</i>	2.5	3.9	2.5	3.7	1.5	1.6	2.4	2.8
<i>Industria</i>	-0.4	-0.9	-1.3	-2.5	-1.8	-3.3	-1.2	-2.4
<i>Servicios</i>	-0.6	-1.0	-1.7	-2.9	-2.1	-3.5	0.0	-0.4
<i>Pesca</i>	-27.6	-26.1	-27.1	-23.9	-15.9	-7.6	17.8	47.5
<i>Bosques</i>	3.2	3.2	12.7	12.7	14.6	14.6	19.8	19.9
<i>Transporte</i>	6.0	5.5	7.5	6.7	10.1	10.0	3.0	6.4
<i>Energía</i>	0.1	6.8	-3.1	3.2	-5.9	4.8	-6.3	21.0
<i>Residuos</i>	0.8	1.2	1.4	1.9	2.7	3.6	6.8	9.5
<i>Agua</i>	-3.5	-3.7	-7.1	-7.2	-13.7	-13.2	-25.2	-21.6
Sector ambiental								
Terrenos forestales	1.3	1.4	3.2	3.3	7.9	8.1	21.1	21.2
Tierra arable	-1.1	-1.1	-2.6	-2.6	-5.8	-5.8	-11.4	-11.4
Superficie cosechada	-0.3	-0.3	-0.7	-0.7	-1.7	-1.6	-3.8	-3.7
Demanda de agua	-3.5	-3.7	-7.1	-7.2	-13.7	-13.2	-25.2	-21.6
Generación de residuos	0.8	1.2	1.4	1.9	2.7	3.6	6.8	9.5
Total de vertederos	-5.3	-4.9	-15.6	-15.1	-39.0	-38.3	-87.6	-87.2
Emisiones de CO ₂ de combustibles fósiles	-3.9	-8.4	-9.1	-18.2	-16.5	-31.6	-44.2	-64.0
Huella ecológica/biocapacidad	-5.0	-7.5	-7.1	-12.5	-12.8	-21.5	-37.8	-47.9
Demanda de energía primaria	-2.0	-3.1	-5.4	-9.1	-13.2	-19.6	-30.8	-39.8
Producción de carbón	-3.0	-7.0	-8.5	-16.4	-24.3	-35.1	-64.4	-74.2
Producción de petróleo	-5.2	-9.2	-10.1	-18.4	-18.0	-30.7	-24.1	-46.6
Producción de gas natural	-1.6	-3.2	-3.9	-8.5	-8.3	-18.6	-16.1	-35.2
Energía nuclear	1.6	5.0	3.2	10.0	5.9	19.0	8.3	37.8
Energía hidroeléctrica	0.1	0.3	0.2	0.6	0.3	1.0	0.4	1.8
Biomasa y residuos	6.7	21.2	7.2	23.4	7.9	27.4	10.6	36.4
Otras renovables	4.9	15.2	8.7	27.3	13.8	44.7	15.2	69.9
Porcentaje de las ER de la demanda primaria	7.5	20.5	12.4	32.5	24.3	57.5	58.7	129.1

Tabla 8: Comparación (porcentaje) de los principales indicadores en el escenario G1 en relación con el escenario BAU1 (casos 1%), y el escenario G2 con relación al escenario BAU2 (casos 2%)

* La producción agrícola incluye la producción de cultivos, la ganadería, la pesca y los productos forestales.

Anexo 1. Especificaciones técnicas del Modelo Mundial T21

Como los modelos actuales de planeación nacional y global disponibles son muy detallados o tienen un enfoque muy limitado, y tal vez están demasiado orientados a la toma de decisiones y son preceptivos, este estudio propone un enfoque que: a) extienda y avance el análisis de la política realizada con las herramientas existentes tomando en consideración la complejidad dinámica asociada a los sistemas estudiados; y b) facilita la investigación y comprensión de las relaciones existentes entre energía y sociedad, y economía y medio ambiente. Esto es crucial, ya que la comprensión de las características de los sistemas reales, la retroalimentación, los retrasos, y la no linealidad son fundamentales para la correcta representación de las estructuras, cuyo comportamiento está fuera de su rango de operación normal (Sterman, 2000; ver también la Figura 1). La inclusión de las relaciones intersectoriales (sociales, económicas y ambientales) permite un análisis más amplio de las implicaciones de las políticas al identificar efectos secundarios o *cuellos de botella*, a largo plazo, para el desarrollo. En otras palabras, una política puede tener impactos muy positivos para ciertos sectores y crear problemas para otros. Asimismo, las políticas exitosas a largo plazo pueden tener impactos negativos a corto plazo, por lo que se deben diseñar e implementar medidas de mitigación.

Como se mencionó anteriormente, el enfoque propuesto utiliza como base los Sistemas Dinámicos (SD) e incorpora varias metodologías, como la optimización (en el sector energía) y la econometría (en los sectores económicos). El modelo integral global se usa para: (1) proporcionar un análisis integral y evaluar las opciones de inversión; (2) generar proyecciones para el desarrollo futuro (reconociendo que no se pueden producir fácilmente proyecciones exactas a largo plazo, incluso cuando se simula un gran número de variables endógenas clave (Sarewitz, 2000)); (3) aumentar la comprensión de las relaciones subyacentes al sistema analizado, y (4) dar consistencia a los modelos.

El Modelo Mundial T21 está estructurado para analizar el desarrollo a medio y largo plazo. El modelo integra en un único marco los aspectos económicos, sociales y ambientales de la planificación para el desarrollo. La estructura de la modelación del Modelo Mundial T21 incluye tanto indicadores monetarios como físicos para analizar a fondo los impactos de las inversiones en los recursos naturales, el desarrollo de bajo carbono,

el crecimiento económico y la creación de empleos. Las características clave de este modelo se desglosan a continuación.

Límites: Las variables consideradas como parte esencial de los mecanismos de desarrollo (objeto de la investigación) se calculan de manera endógena. Por ejemplo, el PIB y la población con sus respectivos determinantes principales, así como la demanda y oferta de recursos naturales, son determinados endógenamente. Las variables que tienen una influencia importante en las cuestiones son analizadas, pero las que están solo débilmente influenciadas por los temas analizados o que no pueden estimarse de manera endógena, se representan exógenamente.

Nivel de detalle: El Modelo Mundial T21 presentado en este capítulo es un modelo global, sin desagregaciones regionales o nacionales. No obstante, el modelo es comúnmente desarrollado para países específicos y es aplicable en otras escalas, como las comunidades.²⁷ Sin embargo, las principales variables sociales, económicas y ambientales del Modelo Mundial T21 se desglosan detalladamente. Por ejemplo, la población está dividida en 82 cohortes de edad y dos géneros, y la distinción de género y edad es la más usada en los indicadores sociales. La producción se divide en industria, servicios y agricultura, y esta última está dividida en cultivos, pesca, ganadería y bosques. La tierra se divide en bosques, tierra de cultivo, desierto, no explotada y urbana. Por último, dado su nivel de agregación, el modelo se basa generalmente en valores medios globales para variables como los costos unitarios y los precios.

Horizonte temporal: el Modelo Mundial T21 está diseñado para analizar cuestiones del desarrollo a medio y largo plazo. El horizonte temporal para la simulación empieza en 1970 y se extiende hasta 2050. Comenzar la simulación en 1970 asegura, en la mayoría de los casos, que los patrones históricos de comportamiento que caracterizan los temas que se investigan pueden ser reproducidos por el modelo.

²⁷ Como se destaca más adelante en el texto, aunque es posible entender el mecanismo interno de un módulo específico de forma aislada del resto del modelo, la comprensión de su funcionamiento y la pertinencia requiere del estudio de su papel en la estructura de todo el modelo.

Módulos, sectores y esferas: el Modelo Mundial T21 es un modelo relativamente grande, que incluye más de 200 variables de acervos y varios miles de ciclos de retroalimentación. Debido a su tamaño y a su nivel de complejidad, la estructura del modelo ha sido reorganizada en unidades lógicas más pequeñas, llamadas módulos. Un módulo es una estructura, cuyo mecanismo interno puede ser entendido de forma aislada del resto del modelo.²⁸ Los 80 módulos que comprenden el Modelo Mundial T21 se agrupan en 18 sectores: seis sociales, seis económicos y seis ambientales, como se indica en la Tabla 9. Los sectores son grupos de uno o más módulos con un alcance funcional similar. Por ejemplo, el sector del agua agrupa los módulos de demanda de agua y oferta de agua. Por último, para una mayor comodidad a la hora de resumir y comunicar los resultados, se reconoce a la sociedad, la economía y el medio ambiente como las tres esferas del Modelo Mundial T21. Todos los sectores del Modelo T21 pertenecen a una de las tres esferas,²⁹ dependiendo del tipo de problema para el cual estén diseñados. Los módulos están contruidos para estar en una continua interacción con otros módulos del mismo sector, entre los sectores, y entre las esferas.³⁰ En la Tabla A1 se enumeran las esferas, los sectores y los módulos del Modelo Mundial T21.

La esfera social del Modelo Mundial T21 contiene la dinámica poblacional organizada por género y grupos de edad. La fertilidad es una función del nivel de ingresos y de educación, y las tasas de mortalidad están determinadas por el nivel de ingresos y el nivel de acceso a la atención básica en salud. El acceso a los servicios de educación y salud, la nutrición, el empleo y la infraestructura básica también se representan en esta esfera. Se usa el acceso a los servicios básicos (además de los ingresos) para determinar los niveles de pobreza en un sentido más amplio. El desarrollo social está altamente relacionado con el desarrollo económico en el Modelo Mundial T21. A medida que las condiciones económicas mejoran, una mayor proporción de gastos se destina a los servicios de educación y de salud, entre otros, aumentando la productividad del trabajo y, por lo tanto, un crecimiento económico más rápido.

La esfera económica del modelo contiene varios sectores importantes de producción (agricultura, pesca, bos-

Sociedad	Economía	Medioambiente
Población	Agricultura	Tierras
Nutrición	Pesquerías	Agua
Educación	Bosques	Energía
Empleo	Industria	Residuos
Pobreza	Servicios	Emisiones
Infraestructura pública	Cuentas económicas	Huella ecológica

Tabla A1: Esferas y sectores del Modelo Mundial Umbral 21 (T21)

ques, industria y servicios). La producción se caracteriza generalmente por funciones de producción de Cobb-Douglas (ver Cuadro A1) con insumos de mano de obra, capital y tecnología, con las especificaciones que varían de un sector a otro. La producción agrícola, pesquera y forestal es altamente influenciada por la disponibilidad y calidad de los recursos naturales. Mientras que el capital y el trabajo contribuyen a la producción, las reservas de peces, los bosques y la calidad del suelo (junto con la disponibilidad de agua para la agricultura) son determinantes importantes de la producción en estos sectores.

Por esta razón, el Modelo Mundial T21 monitoriza el flujo físico de los principales recursos naturales, calculando el agotamiento y sus impactos en la producción de manera endógena.³¹ Además, la producción en los tres grandes sectores de la economía se ve influenciadas por factores sociales, como la esperanza de vida y el nivel de educación, incluidos en los cálculos de la productividad total de los factores (PTF), junto con el impacto de la disponibilidad de los recursos naturales y la energía. Estos efectos de retroalimentación son lo suficientemente importantes como para que en un escenario base (BAU), la tasa de crecimiento anual del PIB mundial caiga gradualmente al 2.7 por ciento en el periodo 2010-2020; al 2.2 por ciento en el periodo 2020-2030; y, más adelante, al 1.6 por ciento, en el período 2030-2050.

La esfera ambiental monitoriza la asignación de tierras, agua, desechos y la oferta y demanda de energía. El Modelo Mundial T21 también calcula las emisiones (CO₂, CH₄, N₂O, SO_x y el gas de efecto invernadero) y la huella ecológica. Las actividades económicas y el crecimiento demográfico crean una presión cada vez mayor sobre los recursos naturales, al tiempo que permiten el desarrollo de mejores tecnologías y más eficientes. En el caso de la energía, los acervos de recursos y reservas de combustibles fósiles se modelan explícita y endógenamente. Estos

28 Para obtener más información sobre este tema, consulte Bassi & Baer (2009); Bassi & Yudken (2009); Bassi & Shilling (2010); Bassi et al. (2009a, 2009b, 2010); Magnoni & Bassi (2009); Pedercini & Barney (in Press), y Yudken & Bassi (2009)

29 En las adaptaciones para ciertos países, donde la energía es un área clave del análisis y utiliza una variedad de módulos, se representa como la cuarta esfera del T21.

30 En la sección VII, Material de Antecedentes Técnicos, se presentan los Diagramas de Circuitos Casuales (CLD, por sus siglas en inglés) que destacan los componentes estructurales principales de cada sector modelado y analizado en el GER.

31 No se impone ningún otro requisito para que los acervos lleguen a su estado de equilibrio, incluso en los escenarios de inversión verde.

Cuadro A1: la función de producción Cobb-Douglas en el Modelo T21 para los macrosectores de la agricultura, industria y servicios

The La forma clásica de la función de producción CD se expresa de la siguiente manera:

$$Y = A \times K^{\alpha} \times L^{(1-\alpha)}$$

Donde el término tradicional de tecnología, A , se usa para representar una serie de factores que afectan a la productividad total de los factores (PTF; como en un enfoque de contabilidad del crecimiento), K representa el acervo de capital y L representa la mano de obra. La constante α representa la elasticidad de la producción con respecto al capital: la relación que hay entre el cambio porcentual del producto y el cambio porcentual del insumo. La elasticidad de la producción con respecto a la mano de obra se representa con $1-\alpha$, suponiendo que hay rendimientos constantes a escala (por lo tanto la función de producción es homogénea de primer grado). En el Modelo T21 la función de producción CD estándar se transforma en una forma algebraica más clara, y la PTF se expande para incluir varios elementos diferentes.

La ecuación utilizada para estimar la producción de la industria se muestra a continuación:

$$y_t = y_{i_0} \times ric_t^{\alpha} \times ril_t^{\beta} \times fpi_t$$

Donde y_t es la producción actual de la industria, y_{i_0} es la producción industrial inicial, ric_t es el capital relativo de la industria (con relación a 1970), ric_t es la mano de obra relativa de la industria y fpi_t es la productividad total de los factores de la industria. Además, α es la elasticidad del capital y β es la elasticidad de la mano de obra. El Modelo T21 tiene un enfoque en el que la productividad total de los factores se compone de una serie de componentes relacionados con el capital humano y natural. Por lo tanto, la productividad total de los factores de la industria fpi_t está determinada por una serie de componentes relacionados con el capital humano y natural, incluyendo la salud (esperanza de vida relativa rle_t), educación (años relativos de escolaridad rys_t), energía (precio relativo del petróleo rop_t), tasa relativa de reciclaje de residuos rwr_t , y estrés hídrico relativo rws_t . La productividad total de los factores de la industria se calcula de la siguiente manera: con el precio relativo del petróleo y con el estrés hídrico causando un impacto negativo en la productividad, lo que refleja los efectos negativos que la escasez de éstos tiene sobre la producción industrial, ya sea a través de precios más altos o por otros gastos en que tienen que incurrir para compensar:

$$fpi_t = rys_t^{\alpha} / rop_t^{\epsilon} \times rle_t^{\beta} \times rwr_t^{\delta} \times rws_t^{\epsilon}$$

La ecuación utilizada para estimar la producción agrícola se define en términos de rendimiento, aun siendo determinada por una función de producción Cobb-Douglas transformada, utiliza diferentes insumos para la PTF. La siguiente ecuación se utiliza para calcular los rendimientos naturales por hectárea. El rendimiento efectivo de los cultivos es el rendimiento por hectárea de los cultivos naturales menos el rendimiento perdido por enfermedades parasitarias. El rendimiento total de la cosecha se determina multiplicando la superficie cultivada por el rendimiento del cultivo efectivo por hectárea. El rendimiento total de cultivo multiplicado por el valor agregado de los cultivos resulta en la producción de la agricultura (procesamiento de alimentos), o el valor agregado total.

$$y_t = y_{i_{t-1}} \times rc_t^{\alpha} \times rl_t^{\beta} \times f(I+D, sq, f_v, 1/ws)$$

Donde y_t es el rendimiento actual de cultivos naturales por hectárea, $y_{i_{t-1}}$ es el rendimiento inicial de cultivos naturales por hectárea, rc_t es el capital relativo, y rl_t es la mano de obra relativa. Donde f es el efecto de la $I+D$ (investigación y desarrollo relativo), sq (calidad relativa del suelo), f_v (uso relativo de fertilizantes) y ws (estrés hídrico relativo en el rendimiento de los cultivos). Además, α es la elasticidad del capital y β es la elasticidad de la mano de obra. El trabajo, en la función de producción agrícola, representa el capital humano que repercute en la cantidad y calidad de la mano de obra. La cantidad de trabajo es el empleo agrícola mientras que la calidad de la mano de obra está determinada por la educación (años promedio de escolaridad) de la fuerza de trabajo y las condiciones de salud (esperanza de vida).

acervos se encuentran entre los principales impulsores de los precios de los combustibles fósiles, que se calculan tomando en consideración las tendencias a corto y largo plazo. Los precios de los combustibles fósiles, a su vez, influyen en la exploración y descubrimiento del petróleo, así como en la demanda de energía y, como consecuencia, en la extracción del petróleo, creando una variedad de cadenas de retroalimentación (ver Bassi, 2009, y la sección III en el Material de Antecedentes Técnicos para más detalles).

Con el fin de validar el modelo, se realizaron tanto pruebas estructurales como de comportamiento. En la validación estructural, el Modelo Mundial T21 y sus sectores fueron diseñados basándose en modelos sectoriales de última generación con datos actualizados existentes con datos actualizados. El conocimiento adquirido con la revisión de esos modelos fue después traducido al Modelo Mundial T21 y las entradas exógenas fueron sustituidas por endógenas; y las relaciones causales estuvieron representadas explícitamente de forma desagregada. La nueva estructura de cada sector se verificó y validó comparando el comportamiento del modelo con datos históricos (normalmente desde 1970 hasta 2008). Se realizaron análisis más detallados para identificar y analizar las relaciones causales incluidas en el modelo y la pertinencia de los supuestos exógenos (o vectores), a través de la simulación de análisis de sensibilidad para las variables seleccionadas (por ejemplo, disponibilidad de acervos y recursos, o la elasticidad entre el PIB y los precios del petróleo). Además, se realizaron test en condiciones extremas, análisis de ciclo de retroalimentación, así como pruebas unitarias de coherencia en todos los modelos. Adicionalmente, los test de límites, estructurales (por ejemplo, relaciones causales y ecuaciones) y de la consistencia de los parámetros fueron normalmente verificados por especialistas en el campo analizado. En general, la estructura de los modelos presentados en los cinco estudios presenta una desagregación menos detallada pero de mayor complejidad dinámica (relaciones intersectoriales y ciclos de retroalimentación) en comparación con otros modelos existentes (por ejemplo MARKAL, en el sector de la energía). En otras palabras, cada sector desarrollado para los estudios es relativamente simple cuando se toma de forma aislada y la complejidad surge de los ciclos de retroalimentación construidos en el modelo a través de los módulos y sectores.

En cuanto a la validación del comportamiento, más de 450 variables sociales, económicas y ambientales fueron simuladas contra los datos históricos. Las proyecciones históricas generalmente coinciden bien con los datos, como se ilustra en las figuras 5, 6, 8 y 9, y como se mues-

tra en la sección III en el Material de Antecedentes Técnicos. Durante el proceso de modelación se prestó especial atención al análisis de la evolución de los indicadores agregados, y se añadieron y abordaron los detalles, más cuidadosamente, en los modelos de los sectores analizados en el GER (donde el nivel de detalle fue útil para proporcionar información sobre el impacto en ciertas inversiones). Además, las proyecciones futuras se compararon con las proyecciones de otras organizaciones, como se muestra en la sección III del material técnico, incluyendo entre otros, la AIE, la FAO, el Banco Mundial, ONUDI, la División de Población de las Naciones Unidas, la División de Estadística de las Naciones Unidas y McKinsey & Company.

Finalmente, cabe mencionar que el modelo tiene varias limitaciones en lo que respecta al alcance del GER. El Modelo Mundial T21 es un modelo global (sin desagregación regional o nacional, y sin una representación explícita de comercio) que se centra en las tendencias a medio y largo plazo. Además, el Modelo Mundial T21 incluye solo una cantidad limitada de retroalimentación que vincule las emisiones de gases de efecto invernadero con la salud y la actividad económica, y apenas considera un número limitado de los recursos naturales (por ejemplo, no están incluidos datos sobre los recursos minerales no combustibles). Asimismo, el modelo no cuantifica la biodiversidad y no capta plenamente una serie de características importantes del mercado de trabajo (mientras que la fuerza laboral, las cifras de empleo y el ingreso se calculan endógenamente, no se estiman los salarios reales desglosados por sector y la calidad del trabajo (o 'trabajo decente') no se pudo determinar con certeza). Por último, los mercados de capital y financieros no están específicamente modelados y el Modelo Mundial T21 utiliza un enfoque de oferta cuando se analiza la producción, aunque en muchos casos la demanda y la oferta se calculan a nivel sectorial.^{32 33}

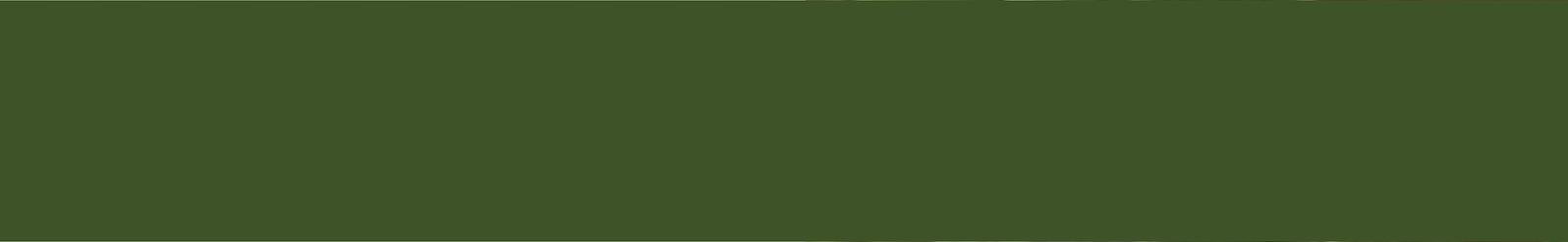
32 Otros modelos existentes que se utilizan para apoyar los ejercicios de planificación (a medio y largo plazo), y análisis se enfrentan a problemas similares, y con frecuencia tienen límites muy estrechos en comparación con el Modelo Mundial T21. Los modelos de la OCDE empleados para posibles proyectos que se presentan en sus perspectivas de medio ambiente no toman en cuenta expresamente el mercado laboral y el desempleo; asimismo, los marcos presupuestales del Banco Mundial a menudo no destacan los mercados de capital y financieros. Los modelos sectoriales se basan generalmente en estudios del caso, pero hay poca convergencia en relación con su grado de relación con otros sectores y por lo general faltan proyecciones dinámicas de las tendencias futuras. En varias secciones del Material de Antecedentes Técnicos se presentan más detalles sobre las especificaciones del modelo.

33 Se puede encontrar más información sobre el modelo T21 y varias adaptaciones y aplicaciones por país en www.millennium-institute.org. Algunas publicaciones seleccionadas incluyen: Bassi (2010a, 2011), Bassi y Baer (2009); Bassi y Yudken, (2009, de próxima publicación); Bassi y Shilling (2010); Bassi et al. (2009a, 2009b, 2010); Cimren et al. (2010); Magnoniand Bassi (2009), y Yudken y Bassi (2009).

Referencias

- Association for the Study of Peak Oil and Gas ASPO-USA. *Peak oil basics*. Retrieved from <http://www.aspousa.org/index.php/peakoil/peak-oil-202/>
- Badiou, A. (2000). *Ethics: An essay on the understanding of evil*. (P. Hallward, Trans.). New York: Verso.
- Barlas, Y. (1996). Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review*.
- Bassi, A. M. (2010a). Evaluating the use of an integrated approach to support energy and climate policy formulation and evaluation. *Energies* 3(9), 1604-1621. doi:10.3390/en3091604
- Bassi, A. M. (2011). A context-inclusive approach to support energy policy formulation and evaluation. *Regional Environmental Change*, 11(2), 285-295. doi:10.1007/s10113-010-0139-z
- Bassi, A. M. (2009). *An integrated approach to support energy policy formulation and evaluation*. (PhD Dissertation, System Dynamics Group, Department of Geography. 2009. ISBILLION: 978-82-308-0908-2). Norway: University of Bergen.
- Bassi, A. M. (2010b). *Reflections on the validity of System Dynamics Integrated Simulation Models: the case of T21 and MCM*. (Currently submitted to Sustainability).
- Bassi, A. M. & Baer, A. E. (2009). Quantifying cross-sectoral impacts of investments in climate change mitigation in Ecuador. *Energy for Sustainable Development*, 13(2009), 116-123.
- Bassi, A. M. & Yudken, J. S. (Forthcoming). Climate policy and energy-intensive manufacturing: a comprehensive analysis of the effectiveness of cost mitigation provisions in the American Energy and Security Act of 2009. *Energy Policy*. doi:10.1016/j.enpol.2011.06.023
- Bassi, A. M., & Yudken, J. S. (2009). Potential challenges faced by the U. S. chemicals industry under a carbon policy. *Sustainability*, 1(2009), 592-611. (Special issue on Energy Policy and Sustainability).
- Bassi, A. M., & Shilling, J. D. (2010). Informing the US energy policy debate with Threshold 21. *Technological Forecasting & Social Change*, 77(2010), 396-410.
- Bassi, A. M., Harrison J. & Mistry, R. (2009a). Using an integrated participatory modelling approach to assess water management options and support community conversations on Maui. *Sustainability*, 1(4), 1331-1348. (Special issue on Sustainable Water Management).
- Bassi, A. M., Schoenberg, W. & Powers, R. (2010). An integrated approach to energy prospects for North America and the rest of the world. *Energy Economics*, 32(2010), 30-42.
- Bassi, A. M., Tan, Z. & Goss, S. (2010). An integrated assessment of investments to improve global water sustainability. *Water*, 2(4), 726-741. doi:10.3390/w2040726
- Bassi, A. M., Yudken, J. S. & Ruth, M. (2009b). Climate policy impacts on the competitiveness of energy-intensive manufacturing sectors. *Energy Policy*, 37(2009), 3052-3060.
- Bio Economic Research Associates BIO-ERA. (February 2009). *U.S. economic impact of advanced biofuels production: Perspectives to 2030*.
- Brown, S. P. A. & Huntington, H. G. (2008). Energy Security and Climate Change Protection: Complementarity or Tradeoff? *Energy Policy*, 36(9).
- Bussolo, M. & Medvedev, D. (2007). *Challenges to MDG achievement in low income countries: lessons from Ghana and Honduras*. (World Bank Policy Research Working Paper 4383). Washington, DC.
- Cimren, E., Bassi, A. M. & Fiksel, J. (2010). T21-Ohio, a system dynamics approach to policy assessment for sustainable development: A waste to profit case study. *Sustainability* 2(9), 2814-2832. doi:10.3390/su2092814.
- CNA Corporation (2007). *National security and the threat of climate change*. Alexandria, VA.
- DeGeus, A. P. (1992). Modelling to predict or to learn? *European Journal of Operational Research*, 59(1), 1-5.
- Dreyfus, H. (2001). *On the Internet: Thinking in action*. Routledge.
- Evaert, L., Garcia-Pinto, F., & Venutre, J. (1990). *A RMSM-X model for Turkey*, Volume 1. (Policy, Research, and External Affairs working paper no. WPS 486). World Bank.
- Fair, R. C. (1993). Testing macroeconomic models. *The American Economic Review*, 83(2), 287-293.
- Fishbone, L. G., Giesen, G., Goldstein, G., Hymmen, H. A., Stocks, K. J., Vos, H., ...Abilock, H. (1983). *User's guide for MARKAL*. Upton, NY: IEA Energy Technology Systems Analysis Programme.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2008). *The state of world fisheries and aquaculture, 2008*. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009). *The state of world's forests, 2009*. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009). *World agriculture: Towards 2030/2050*. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010). *FA-OSTAT*. Rome: FAO.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial dynamics*. Cambridge, MA: Productivity Press.
- Forrester, J. W. (2002). *Road maps: A guide to learning system dynamics*. Cambridge, MA: System Dynamics Group, Sloan School of Management, MIT.
- Forrester, J. W. (2008). *System dynamics: The next fifty years*. System Dynamics Review.
- Global Footprint Network (GFN). Retrieved from <http://www.footprint-network.org/en/index.php/GFN>
- High Road Strategies & Millennium Institute HRS-MI (2009). *Climate policy and energy: Intensive manufacturing: The competitiveness impacts of the American Energy and Security Act of 2009*. Arlington, VA.
- Howarth, R. B. & Monahan, P. A. (1996). Economics, ethics and climate policy: Framing the debate. *Global and Planetary Change*, 11(4), 187-199.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Fourth assessment report (AR4)*. Geneva: IPCC.
- International Energy Agency. (2004). *World energy outlook 2004*. Annex C – World Energy Model. Paris: IEA.
- International Energy Agency. (2008). *Energy technology perspectives (ETP) 2008*. Paris: IEA.
- International Energy Agency. (2009). *Transport, energy and CO₂: Moving toward sustainability*. Paris: IEA.
- International Energy Agency. (2009). *World energy outlook 2009*. Paris: IEA.
- International Energy Agency. (2010). *Energy technology perspectives (ETP) 2010*. Paris: IEA.
- International Energy Agency. (2010). *World energy outlook 2010*. Paris: IEA.
- International Energy Agency IEA, & OECD. (2010). *Sustainable production of second-generation biofuels*. Paris: IEA.
- International Labour Organization. (January 2009). *Global employment trends report 2009*. Geneva: ILO.
- International Institute for Applied Systems Analysis. (2001). *Model MESSAGE: Command line user manual, version 0.18*. IIASA.
- International Institute for Applied Systems Analysis. (2002). *Achieving a sustainable energy system*. IIASA.
- Haque, N. U., Khan, M. S., & Montiel, P. (1990). Adjustment with growth: Relating the analytical approaches of the IMF and the World Bank. *Journal of Development Economics*, 32, 155-79.
- Lewis, W. A. (2003). *Development planning: The essentials of economic policy*. New York: Routledge.
- Goldstein, G., Loulou, R., & Noble, K. (2004). *Documentation for the MARKAL family of models*. IEA Energy Technology Systems Analysis Programme.
- Magnoni, S., & Bassi, A. M. (2009). Creating synergies from renewable energy investments: A community success story on Lolland, Denmark. *Energies* 2009 (Special issue on Energy Economics), 2(4), 1151-1169.
- McKinsey & Company & 2030 Water Resources Group. (2009). *Charting our water future*. Washington, DC.
- Meadows, D. (1980). The unavoidable a priori. Excerpt from Randers. *Elements of the System Dynamics Method*.
- Millennium Institute. (2005). *Threshold 21 (T21) overview*. Arlington, VA.
- Morecroft, J. D. W. (1992). Executive knowledge, models and learning. *European Journal of Operational Research*, 59(1), 70-74.
- Müller, A. & Davis, J. S. (2009) *Reducing global warming: The potential of organic agriculture*. (Policy Brief, no.31.5.2009). Rodale Institute.
- Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T.,

- ...Lee, D. (2009). *Climate change: Impact on agriculture and costs of adaptation 2009*. Food Policy Report 21. Washington, DC: IFPRI.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (2008). *Environment outlook to 2030*. Paris: OECD.
- Pedercini, M. (2009). *Modelling resource-based growth for development policy analysis*. (PhD Thesis). Norway: University of Bergen.
- Pedercini, M. & Barney, G. O. (2010). Dynamic analysis of interventions designed to achieve Millennium Development Goals (MDG): The case of Ghana. *Socio-Economic Planning Sciences*, 44(2), 89-99.
- Pretty, J. N., Noble, A. D., Bossio, D., Dixon, J., Hine, R. E., Penning de Vries, F. W. T., & Moriso, J. I. L. (2006). Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environmental Science and Technology*, 40(4).
- Roberts, N., Andersen, D. F., Choate, J., Deal, R. M., Garet, M. S. & Shaffer, W.A. (1983). Introduction to computer simulation (p. 16). Reading, MA: Addison-Wesley.
- Robinson, S., Yunes-Naude, A., et al. (1999). From stylized to applied models: Building multisector CGE models for policy analysis. *The North American Journal of Economics and Finance*, 10(1), 5-38.
- Saeed, K. (1998). *Towards sustainable development: Essays on system analysis of national policy*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Sarewitz, D. (2000). *Science and environmental policy: An excess of objectivity*. Columbia University, Center for Science, Policy, and Outcomes.
- Also, in R. Frodemen (Ed.). (2000). *Earth Matters: The Earth sciences, philosophy, and the claims of community* (pp. 79-98). New Jersey: Prentice Hall.
- Sterman, J. D. (1988). A Skeptic's Guide to Computer Models. In G. O. Barney, et al. (Eds.), *Managing a nation: The microcomputer software catalog* (pp. 209- 229). Boulder, CO: Westview Press.
- Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modelling for a complex world*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Stern, N. H. & Great Britain Treasury. (2007). *The economics of climate change: The Stern review*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- United Nations Development Programme, UNDESA & World Energy Council. (2000). *World energy assessment 2000*. New York.
- United Nations Environment Programme. (2009). *Global green new deal policy brief*. Retrieved from <http://www.unep.ch/etb>.
- United Nations Population Division. (2009). *World population prospects: The 2008 revision*. New York: UNPD.
- US Department of Energy, Energy Information Administration EIA. (2009). International Energy Statistics. Retrieved on October, 2009, from <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm>
- World Bank. (2009). *World development indicators database (WDI)*.
- Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C. Halpern, B.S., ...Watson, R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314, 787-790.
- Yudken, J. S., & Bassi, A. M. (2009). Climate change and US competitiveness. *Issues in Science and Technology*, Fall Issue, 2009.





Condiciones favorables

Apoiando la transición hacia una economía verde global



Agradecimientos

Coordinador del capítulo: **Peter Wooders**, economista senior para el Cambio Climático, Energía y Comercio, Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD).

Benjamin Simmons y Anna Autio, del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), coordinaron la realización del capítulo, incluyendo las revisiones por pares, la interacción con el autor coordinador durante las revisiones, la realización de la investigación suplementaria, y llevar el capítulo a su versión final.

Las siguientes personas del IISD contribuyeron a este capítulo bajo la supervisión de Mark Halle, director de Comercio e Inversión y representante europeo en el IISD; y los autores-coordinadores del capítulo: Christopher Beaton, Nathalie Bernasconi-Osterwalder, Aaron Cosbey, Heather Creech, Tara Laan, Kerryn Lang, Don MacClean, Oshani Perera and David Sawyer. Además se recibieron contribuciones de Yasser Sherif, de Environments Consulting Firm.

En el desarrollo del capítulo, el autor-coordinador del capítulo recibió recomendaciones invaluable de los siguientes expertos en su área: Edward B. Barbier, profesor del departamento de Economía de la Universidad de Wyoming (EE.UU.); Alex Bowen, investigador principal honorario en Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, en la London School of Economics (LSE, por sus siglas en inglés); Simon Buckle, director de Políticas en Grantham Institute for Climate Change, en Imperial College (Reino Unido); Paul Ekins, profesor de Políticas de Energía y Medio Ambiente en el University College de Londres (Reino Unido); Oliver Greenfield, director de Negocios y Economía Sostenibles (WWF-UK); Sylviane Guillaumont, profesor en el Centre d'Études et de Recherches sur le Développement International; Hazel Henderson, presidente de Ethical Markets Media LLC; Chris Hewett, asociado en Green Alliance; Raghendra Jha, profesor y director ejecutivo en Australia South Asia Research Centre, Australian National University; Peter May, presidente electo en The

International Society for Ecological Economics; Daniel von Moltk, de Wegelin Responsible Investment en Wegelin & Co. Privatbankiers; László Pintér, investigador y asociado senior en IISD; Nick Robins director de Climate Change Centre of Excellence en HSBC; Kenneth Ruffing, anteriormente director adjunto y economista líder en OCDE; Dorothea Seebode, director senior de Sostenibilidad en Philips Research; Vicky Sharpe, presidente y director general en Sustainable Development Technology (Canadá); Mike Young, director del Environment Institute en University of Adelaide (Australia); Soogil Young, presidente de Korea National Strategy Institute; y Simon Zadek, director general en AccountAbility.

Queremos agradecer a todas las personas que hicieron comentarios en varios borradores, incluyendo a Laura Altinger (UNECE); Charles Arden-Clarke (PNUMA); Jamie Attard (PNUMA); Mario Berrios (OIT); Christian Blondin (OMM); Nils Axel Braathen (OCDE); Graeme Buckley (OIT); Karin Buhren (ONU-Hábitat), Munyaradzi Chenje (PNUMA); Ezra Clark (PNUMA); Garrette Clark (PNUMA); David O'Connor (UN DESA); Jan Corfee-Morlot (OCDE); James Curlin (PNUMA); Sabrina De Gobbi (OIT); Thierry De Oliveira (PNUMA); Mercedes Durán (OIT); Jane Gibbs (PNUMA); Carlos Andrés Enmanuel Ortiz (PNUMA); Nathalie Girouard (OCDE); Etienne Gonin (PNUMA); Elliot Harris (FMI); Ulrich Hoffmann (CNUCYD); Christine Hofmann (OIT), Gulelat Kebede (ONU-Hábitat); Elianna Konialis (OCDE); Ralf Krüger (CNUCYD), Vesile Kulaçoğlu (OMC); Vivien Liu (OMC); Cornis van der Lugt (PNUMA); Angela Lusigi (PNUMA); Nara Luvsan (PNUMA); Synnøve Lyssand Sandberg (PNUMA); Robert McGowan y Helen Mountford (OCDE); Hans d'Orville (UNESCO); Martina Otto (PNUMA); Romain Perez (DESA); Peter Poschen (OIT); Alexandria Rantino (PNUMA); Anabella Rosemberg (International Trade Union Confederation); Nadia Scialabba (FAO); Rajendra Shende (PNUMA); Anne Marie Sloth Carlsen (PNUD); Luc Soete (UN-MERIT); Olga Strietska-Illina (OIT); Elisa Tonda (PNUMA); Carlien van Empel (OIT); Jaap van Woerden (PNUMA); Geneviève Verbrugge (PNUMA); Farid Yaker (PNUMA) y Wanhua Yang (PNUMA).

Índice

Lista de acrónimos	613
Mensajes clave.....	614
1 Introducción.....	616
2 Instrumentos de política clave	618
2.1 Promoción de la inversión y el gasto en zonas que estimulen una economía verde.....	618
2.2 Haciendo frente a las externalidades ambientales y las fallas de mercado.....	623
2.3 Limitación del gasto público en áreas que agotan el capital natural.....	627
2.4 Establecimiento de marcos regulatorios sólidos	630
2.5 Fortalecimiento de la gobernanza internacional	632
3 Acciones de apoyo	638
3.1 Apoyo a la construcción de capacidades y fortalecimiento de las instituciones.....	638
3.2 Inversión en capacitación y educación	640
4 Conclusiones	642
Anexo 1 - Condiciones favorables: Una visión general por sector	643
Referencias.....	646

Lista de figuras

Figura 1: Valor económico de los subsidios al consumo de los de combustibles fósiles por tipo	628
---	-----

Lista de cuadros

Cuadro 1: Inversión en infraestructura verde	620
Cuadro 2: El Grupo de Trabajo Marrakech para la Contratación Pública Sostenible	621
Cuadro 3: Iniciativas de financiamiento privado	622
Cuadro 4: Tarifas de alimentación a la red eléctrica	623
Cuadro 5: Fijación de precios pico	624
Cuadro 6: Impuestos ambientales e innovación	625
Cuadro 7: Modificaciones fiscales verdes: Un beneficio doble para el empleo y el medio ambiente.....	625
Cuadro 8: Reforma al subsidio energético en acción.....	630
Cuadro 9: Acción voluntaria del sector privado y responsabilidad social empresarial.....	633
Cuadro 10: El Protocolo de Montreal.....	634
Cuadro 11: Construcción de capacidades relacionadas con el comercio	635
Cuadro 12: Aprovechamiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)	639

Lista of acrónimos

ADPIC	Acuerdo de la OMC sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio
APEC	Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico
CFP	Consentimiento Fundamentado Previo
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CPS	Consumo y Producción Sostenibles
DAES	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU
EDIC	Estudio de Diagnóstico de Integración Comercial
FSC	Consejo de Administración Forestal
G-20	Grupo de los Veinte
GEI	Gases de efecto invernadero
GRI	Global Reporting Initiative
I+D	Investigación y Desarrollo
IFP	Iniciativa de Financiamiento Privado
ITC	Centro de Comercio Internacional
MEA	Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente
MSC	Marine Stewardship Council
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODM	Objetivo de Desarrollo del Milenio
OMC	Organización Mundial de Comercio
ONG	Organización No Gubernamental
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROCOP	Programa de Control de Contaminación Industrial del Estado de São Paulo (Brasil)
PROPER	Programa para el Control, Evaluación y Calificación de la Contaminación de Indonesia
PSA	Pagos por Servicios Ambientales
PYME	Pequeña y Mediana Empresa
REDD	Programa de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques
RSC	Responsabilidad Social Corporativa
SRO	Sustancias que Reducen el Ozono
TBI	Tratado Bilateral de Inversión
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
US EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

Mensajes clave

1. Favorecer una economía verde significa crear un contexto en el que la actividad económica aumente el bienestar del ser humano y la equidad social, y reduzca significativamente los riesgos ambientales y la escasez ecológica. Realizar un cambio en el escenario económico de esta manera es una labor ambiciosa que requiere un conjunto holístico de políticas para superar una amplia gama de barreras en el escenario en donde se realizará la inversión. Este capítulo identifica seis áreas clave de formulación de políticas en las que la mayor parte de los gobiernos tendrá que concentrarse para poder corregir la estructura de incentivos en los mercados actuales, con el fin de modificar los panoramas de inversión a corto y medio plazo. Asimismo, plantea la cuestión de si las mediciones clásicas de desempeño económico, como el Producto Interno Bruto (PIB), son adecuadas para la evaluación de la creación de riqueza y bienestar humano en la transición hacia una economía verde.

2. La inversión y el gasto cuidadosamente diseñados pueden estimular el enverdecimiento de los sectores económicos. Mientras que el grueso de la inversión en economía verde tendrá que provenir en última instancia del sector privado, el uso efectivo del gasto público y de los incentivos a la inversión pueden ser útiles para impulsar la transición hacia una economía verde. En algunos capítulos sectoriales de este informe se recomiendan inversiones públicas en infraestructura y servicios públicos para fomentar los mercados verdes y garantizar un uso más eficiente de los recursos naturales y ambientales. Los gobiernos también pueden estimular los mercados mediante el uso de prácticas de contratación pública sostenible que genere una demanda a largo plazo y de gran volumen de servicios y bienes verdes. De esta forma, se envían señales que permiten a las empresas realizar inversiones a largo plazo en innovación y procedimientos para el desarrollo de economías de escala, lo cual conduce a su vez a una comercialización más amplia de los bienes y servicios verdes, así como a un consumo más sostenible. La inversión y el gasto dirigidos hacia una economía verde requieren, entretanto, de evaluaciones periódicas para garantizar la equidad, transparencia, responsabilidad y costo-beneficio.

3. Los impuestos y los instrumentos de mercado son herramientas poderosas para promover la inversión verde y la innovación. Existen diferencias significativas de precios que pueden desalentar las inversiones verdes o contribuir a la no inversión en una escala mayor. En algunos sectores económicos, las externalidades negativas como la contaminación, los efectos en la salud o la pérdida de productividad, no se reflejan por lo general en los costos, lo que reduce el incentivo para un cambio hacia bienes y servicios más sostenibles. Una solución a este problema es internalizar el costo de la externalidad en el precio de un bien o servicio a través de impuestos, cargos o gravámenes correctivos más cercanos a la fuente contaminante o, en algunos casos, mediante el uso de otros instrumentos de mercado como los esquemas de permisos negociables. Además, los mercados que establezcan pagos por proveer servicios ambientales, tales como la captación de carbono, la protección de cuencas hidrográficas, los beneficios de biodiversidad y la preservación del paisaje, pueden tener una influencia en las decisiones sobre el uso de la tierra al permitir a los propietarios capturen una mayor parte del valor de estos servicios ambientales de lo que podrían captarían en ausencia de esos planes.

4. El gasto público en áreas que reducen los activos del medio ambiente es contraproducente para la transición hacia una economía verde. Los capítulos sectoriales de este informe destacan cómo una gestión deficiente de los gastos del gobierno puede representar un costo significativo para los países. La disminución artificial de los precios de los bienes a través de los subsidios puede alentar la ineficiencia, el desperdicio y el consumo excesivo, conduciendo a la escasez prematura de recursos limitados valiosos o a la degradación de los recursos renovables y de los ecosistemas. Estos subsidios obsoletos también pueden ser socialmente injustos. Además, pueden reducir la rentabilidad de las inversiones verdes: cuando el subsidio abarata o disminuye el riesgo de forma artificial de una actividad insostenible, sesga al mercado contra la

inversión en alternativas verdes. Por lo tanto, reformar los subsidios ambientalmente perjudiciales y económicamente costosos puede traer beneficios tanto fiscales como ambientales. Sin embargo, pueden ser necesarias medidas de apoyo en el corto plazo que acompañen a la reforma para proteger a la población más pobre.

5. Un marco regulatorio bien diseñado crea incentivos que impulsan la actividad de la economía verde. Los capítulos sectoriales de este informe hacen énfasis en que un marco regulador fuerte a escala nacional, así como la aplicación efectiva de la legislación, pueden ser medios poderosos para impulsar la inversión verde. Dicho marco reduce los riesgos regulatorios y de negocios e incrementa la confianza de los inversionistas y los mercados. El uso de regulaciones es, a menudo, necesario para hacer frente a las formas más perjudiciales de comportamiento no sostenible, ya sea mediante la creación de normas mínimas o a través de la prohibición total de ciertas actividades. En particular, las normas pueden ser efectivas para promover mercados para bienes y servicios sostenibles, y pueden fomentar la eficiencia y estimular la innovación, lo que a su vez puede tener un efecto positivo sobre la competitividad. Sin embargo, las normas pueden plantear un reto para el acceso al mercado para las pequeñas y medianas empresas, en especial de los países en vías de desarrollo. Por lo tanto, es crucial que los países equilibren la protección del medio ambiente mediante el uso de normas y otras regulaciones con medios de protección para el acceso al mercado.

6. Invertir en el desarrollo de capacidades y formación es fundamental para apoyar la transición a una economía verde. La capacidad para aprovechar las oportunidades económicas verdes y poner en práctica políticas de apoyo varía de un país a otro, y las circunstancias nacionales, a menudo, influyen en la disponibilidad y la capacidad de adaptación de una economía y una población a cooperar con el cambio. Una transición hacia una economía verde podría requerir el fortalecimiento de la capacidad del gobierno para analizar los desafíos, identificar las oportunidades, priorizar las intervenciones, movilizar los recursos, implementar las políticas y evaluar los avances. También pueden ser necesarios programas de capacitación y mejoramiento de habilidades para preparar a la mano de obra para la transición hacia una economía verde. Por lo tanto, podrían requerirse medidas de apoyo provisionales para garantizar una transición apropiada para los trabajadores afectados. En algunos sectores se requerirá apoyo para transferir a los trabajadores hacia nuevos empleos. En los países en vías de desarrollo las organizaciones intergubernamentales, las instituciones financieras internacionales, las organizaciones no gubernamentales, el sector privado y la comunidad internacional en conjunto podrían suministrar asistencia técnica y financiera para facilitar la transición hacia una economía verde.

7. Una gobernanza internacional fortalecida puede ayudar a los gobiernos a promover una economía verde. Los acuerdos ambientales multilaterales, que establecen los marcos legales e institucionales para hacer frente a los desafíos ambientales globales, pueden tener un papel importante en la promoción de la actividad económica verde. El Protocolo de Montreal sobre las Sustancias que Reducen la Capa de Ozono, por ejemplo, condujo al desarrollo de una industria entera enfocada en la destrucción y la sustitución de las sustancias que reducen la capa de ozono. El sistema de comercio internacional también puede tener una influencia significativa sobre la actividad económica verde, al facilitar u obstaculizar el flujo de bienes, tecnologías e inversiones verdes. Si los recursos ambientales tuvieran fijado un precio adecuado a escala nacional, entonces el sistema de comercio internacional permitiría a los países explotar de forma sostenible sus ventajas en relación con los recursos naturales que benefician al país de importación y o de exportación. Finalmente, un papel activo por parte de los gobiernos en los procesos internacionales, como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en 2012 (Rio+20) y el trabajo sobre economía verde del Grupo de Gestión Ambiental de las Naciones Unidas, puede promover la coherencia y la colaboración en la transición hacia una economía verde.

1 Introducción

Una economía verde se centra en la mejora del bienestar humano y en la reducción de la desigualdad social a largo plazo, sin exponer a las futuras generaciones a escasez ecológica y riesgos ambientales significativos. El objetivo es hacer esto de dos maneras. En primer lugar, mediante el incremento en la sostenibilidad de los servicios ambientales de los que depende una buena parte de la población mundial en situación pobreza, y que garantiza que el medio ambiente pueda seguir siendo utilizado en beneficio de las generaciones actuales y futuras. En segundo lugar, basando las estrategias para el crecimiento económico en el uso sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente, una economía verde genera empleos a largo plazo y la riqueza necesaria para erradicar la pobreza. Asimismo, una economía verde reconoce que los indicadores económicos convencionales, como el PIB, pueden proporcionar una visión distorsionada del desarrollo económico. Esto se debe a que tales indicadores no reflejan el grado al que las actividades de producción y consumo pueden llevar a la baja el capital natural.

Los diversos capítulos sectoriales de este informe han demostrado que, mientras exista un argumento económico claro para promocionar la economía verde, se hace necesaria la creación y el mantenimiento de ciertas condiciones favorables para que los actores del sector privado tengan un incentivo para invertir en la actividad económica verde. Este capítulo se concentra en estas condiciones favorables y, en particular, explora las medidas que pueden ser empleadas para generarlas.

Las condiciones favorables se definen como condiciones que hacen de los sectores verdes oportunidades atractivas para los inversionistas y las empresas. Si existe una combinación correcta de medidas fiscales, leyes, normas, marcos internacionales, *know-how* e infraestructuras adecuadas, entonces la economía verde debería surgir como resultado de la actividad económica general. Además de estas políticas, la creación de las condiciones correctas en el entorno de la inversión requiere una combinación de capacidad, información, disseminación de las buenas prácticas de las políticas, asistencia social, habilidades, educación general y concientización para asegurarse de que las medidas verdes estén bien diseñadas, implementadas, aplicadas y entendidas, sin causar impactos accidentales o sin causar un impacto accidental o ser obstaculizado por problemas prácticos y políticos.

Las condiciones favorables pueden ser creadas por un amplio rango de actores e instituciones, incluyendo

primero y ante todo a los gobiernos, aunque también a las Organizaciones Intergubernamentales (OIG), foros internacionales como el de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés) o el Grupo de los Veinte (G-20) de Ministros de Finanzas y Gobernadores de Bancos Centrales; acuerdos ambientales multilaterales (MEA, por sus siglas en inglés) como la Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Organizaciones internacionales y nacionales No Gubernamentales (ONG), sindicatos, actores del sector privado de conglomerados internacionales, grandes compañías, y pequeñas y medianas empresas (PYME).

Este capítulo se concentra en los cambios que podrían introducirse de manera factible a corto y medio plazo por los gobiernos en todos los niveles, desde el poder ejecutivo a ministerios específicos (como aquellas responsables del medio ambiente, las finanzas y la economía en general), y las autoridades locales y provinciales. Este capítulo provee un análisis de las principales categorías de herramientas de política disponibles para que los gobiernos promuevan una transición hacia una economía verde. Comienza con una discusión de las cinco áreas clave para el diseño de políticas que se han señalado en capítulos anteriores como creadoras de las condiciones favorables para sostener la transición hacia una economía verde:

1. El uso de la *inversión y el gasto públicos* para impulsar la inversión privada, incluyendo los proyectos de infraestructuras públicas, los subsidios verdes y la contratación pública sostenible;
2. El uso de *instrumentos de mercado, como los impuestos y los permisos negociables* para garantizar condiciones equitativas y proveer incentivos de mercado para promover la transición verde de sectores clave;
3. La implementación de una *reforma a los subsidios* en áreas que agoten y degraden el capital natural;
4. El diseño un *marco regulatorio nacional de legislación, instituciones y aplicación de la ley* para canalizar los esfuerzos económicos hacia actividades ambientales y socialmente valiosas; y
5. El papel de los *marcos internacionales* que regulan la actividad económica, incluyendo el sistema de comercio internacional, para impulsar una economía verde.

El capítulo concluye con una discusión acerca de las medidas de apoyo adicionales que pueden ser necesarias, concretamente, la construcción de capacidades y la inversión en capacitación y educación. En el Anexo 1 se in-

cluye un resumen de las condiciones favorables identificadas en los capítulos sectoriales de este informe. Dada su importancia y su complejidad, las medidas relacionadas con las finanzas se discuten en un capítulo separado.

2 Instrumentos de política clave

Las siguientes secciones describen las principales categorías de instrumentos de política que los gobiernos pueden emplear para promover la transición hacia una economía verde. Como observación introductoria, cabe resaltar que las estrategias de la economía verde y los tiempos variarán de acuerdo con las circunstancias del país. La mezcla de instrumentos de política y los tiempos de su implementación variarán de un país a otro. Por otro lado, una estrategia de transición de un país puede surgir como resultado de las decisiones gubernamentales del más alto nivel o bien podría surgir de forma gradual a partir de iniciativas tomadas a nivel sectorial o subsectorial por los ministerios y las autoridades de los gobiernos locales, así como en respuesta a la innovación proveniente del sector privado y la sociedad civil. Considerando estos factores, no es posible o aconsejable prescribir una sola combinación de políticas de economía verde que sea relevante y aplicable a todos los países. Más bien, para sostener una economía verde, los países en transición probablemente priorizarán su elección de políticas de acuerdo con ciertos factores que incluyen:

■ *Planes de desarrollo y compromisos existentes.* Estos incluyen planes económicos y de desarrollo del estado, estrategias nacionales de desarrollo sostenible, estrategias de reducción de la pobreza, y estrategias para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Para evitar la duplicidad, los instrumentos de política para una economía verde tendrían que complementar y contribuir con estas estrategias existentes;

■ *Condiciones nacionales.* Estas incluyen el costo y la abundancia de la mano de obra y el capital, la dotación de recursos naturales y ambientales, el grado en el que los acervos de capital se encuentran inmovilizados, la disponibilidad de fuentes de energía renovable, la capacidad institucional y las fortalezas y debilidades de la gobernanza, la estabilidad política, el perfil demográfico, y la solidez del sector privado y los agentes sociales;

■ *Diferencias subnacionales.* En diversos casos, el envejecimiento de los sectores clave tendrá impactos diferenciados en las zonas rurales y urbanas, o en diferentes regiones subnacionales. Las regiones con problemas ambientales o sociales pueden ser consideradas objetivo para el desarrollo verde;

■ *Cultura y tradiciones.* Estos factores pueden influenciar las aspiraciones materiales de una comunidad y el comportamiento del consumidor y afectar, por lo tanto, la trayectoria de un país hacia una economía verde. En

un sentido más amplio, la cultura y las tradiciones requerirán en muchos casos una atención a largo plazo para garantizar una transición justa; y

■ *Costos y plazo de ejecución de las diferentes políticas.* En algunos sectores, existen ganancias rápidas que se pueden establecer como objetivo y alcanzar ganancias rápidas en un periodo de tiempo relativamente corto. En otros aspectos puede necesitarse una preparación a largo plazo para superar los retos técnicos y de política económica. En algunas circunstancias, como en el caso del diseño de ciudades o de las inversiones en energía renovable, pueden existir también presiones para actuar de inmediato y prevenir futuras pérdidas, a pesar de los altos costos financieros y políticos a corto plazo.

Un análisis cuidadoso de los factores mencionados anteriormente también orientará a los países en la evaluación de la viabilidad de la implementación de una determinada reforma o herramienta política. Sin importar qué políticas sean priorizadas, la existencia de instituciones robustas, en un ámbito nacional e internacional, es primordial. Una capacidad institucional fuerte proporciona las funciones básicas para el diseño, implementación y operación efectivas de cualquier política dirigida al fomento de una economía verde: la medición, análisis y toma de decisiones consistentes y con una base científica; un proceso de consulta incluyente y planificación estratégica; el monitoreo del desempeño de las políticas y los actores económicos; la adaptación de las políticas siempre que sea necesario; la aplicación de las leyes; la transparencia y accesibilidad con respecto a la información de interés de los ciudadanos; y la existencia de sistemas que garanticen el compromiso de los tomadores de decisiones. La necesidad de una capacidad institucional fuerte reafirma la importancia que debería concederse a la comunidad internacional para proporcionar asesoría técnica y financiera para la creación de dichas capacidades en los países en vías de desarrollo.

2.1 Promoción de la inversión y el gasto en zonas que estimulen una economía verde

Debido a que la mayor parte de la inversión en economía verde tendrá que provenir en última instancia del sector privado, en algunas situaciones el uso cuidadoso del gasto público y de los incentivos a la inversión pueden desempeñar un papel importante para permitir a los mercados que incentiven actividades económicas verdes.

Estas situaciones pueden incluir la necesidad de superar barreras al mercado o la necesidad de actuar con rapidez, debido al temor de contraer los bienes y sistemas no sostenibles, o a la pérdida de capital natural valioso del que depende la población para su subsistencia. Los tres enfoques importantes para el gasto público son: (a) la promoción de la innovación en nuevas tecnologías y comportamientos que son vitales para los mercados verdes; (b) la inversión en infraestructura común que se requiere para que ciertas innovaciones verdes prosperen; y (c) el fomento de industrias verdes nacientes, como parte de una estrategia para construir una ventaja comparativa e impulsar a largo plazo el empleo y el crecimiento.

El gasto público puede aprovecharse de distintas formas para modificar la operación de los mercados. Muchas de estas medidas son empleadas actualmente por los gobiernos para apoyar las inversiones de manera más general en la economía, pero pueden ser específica y estratégicamente en la dinámica de alteración de los mercados para proyectos, sectores o inversores verdes. Sin embargo, es necesario tener un cuidado considerable al tomar en cuenta dichas estrategias: los recursos fiscales son escasos y no es posible o aconsejable que los gobiernos traten de gastarlos en una economía no sostenible. En última instancia, si se desean capacitar los mercados, el uso a corto plazo del gasto público debería aplicarse con prudencia de tal forma que modifique la dinámica del mercado a largo plazo. Por ejemplo, la elección de qué inversiones verdes se deben apoyar, no es una tarea fácil; los gobiernos necesitan tener un registro exacto de la elección de las tecnologías y productos específicos ganadores. Estas decisiones son particularmente difíciles en un contexto de tecnologías inmaduras. Un análisis exhaustivo de las condiciones nacionales y una serie de posibles intervenciones puede ayudar a determinar qué se debe apoyar y de qué manera, desde la inversión en mejoras de infraestructura que permitan a las comunidades rurales adoptar una agricultura de conservación, hasta el establecimiento de alimentación a la red eléctrica que impulsarán a una industria naciente de energías renovables. Aun cuando las condiciones puedan variar, la mayoría de las intervenciones tendría que:

- Alinearse a las prioridades del desarrollo sostenible, considerando los posibles efectos a través de los sectores económicos;
- Alinearse, en la medida de lo posible, con las estrategias que fortalezcan la ventaja comparativa nacional del país;
- No duplicar o apoyar inversiones que probablemente de cualquier forma se iban a realizar;
- Ser neutra en las soluciones, evitando designar empresas o tecnologías específicas como ganadoras, y

permitiendo que las fuerzas del mercado determinen la mejor manera de alcanzar los objetivos;

- Orientarse estratégicamente para lograr impactos a largo plazo en la dinámica del mercado, los cuales continuarán aún después de que se retire el financiamiento; y
- Considerar en su diseño mecanismos para el control de los costos.

En la siguiente sección se discuten con más detalle algunas de las maneras en las que se puede aplicar el gasto público adicional, así como la forma en que el gasto existente pueda aprovecharse para estimular los mercados mediante la contratación pública sostenible.

Medidas de gasto público

Existe una variedad de medidas que los gobiernos pueden emplear para promover la inversión en la economía verde. Muchas de estas medidas pueden ser consideradas como subsidios. Los subsidios no son simplemente transferencias financieras directas, también incluyen ventajas como las exenciones de impuestos o las regulaciones, la depreciación acelerada de activos, o el acceso a los recursos administrados por el gobierno por debajo del nivel de mercado. Varios capítulos sectoriales en este informe recomiendan que los subsidios sean empleados para ayudar a promover la innovación, establecer una infraestructura verde en común e impulsar industrias verdes nacientes (ver el Cuadro 1).

Los subsidios gubernamentales para la innovación pueden ser necesarios si las barreras al mercado desincentivan las inversiones privadas, o cuando la aceleración del desarrollo de la innovación se encuentre claramente dirigida al interés público. La innovación, que en su sentido más amplio se puede definir como las mejoras o transformaciones para la resolución de las necesidades sociales, no solamente incluye el desarrollo y el despliegue de nuevas tecnologías, sino también la adaptación de las tecnologías a nuevos contextos y el desarrollo de nuevos comportamientos. Los gobiernos pueden impulsar la innovación al proveer subsidios para algunos segmentos de la cadena de Investigación y Desarrollo (I+D), desde la investigación básica en las universidades hasta los laboratorios y la industria dedicados a la investigación aplicada, usualmente bajo un esquema de gastos compartidos. Además del subsidio a la I+D, los gobiernos ofrecen cada vez más apoyo para los proyectos que demuestren que tienen costos demasiado altos para atraer a los inversionistas privados. Por otro lado, las políticas pueden diseñarse para 'atraer' la innovación, mediante la creación de demanda efectiva para una cierta tecnología en el mercado, por ejemplo, de tal manera que el sector privado tenga un fuerte incentivo para impulsar el proceso de innovación.

Cuadro 1: Inversión en infraestructura verde

Algunos capítulos sectoriales en este informe recomiendan inversiones públicas específicas en infraestructuras o servicios públicos que posibiliten mercados verdes y el uso más eficiente del medio ambiente y de los recursos naturales. Por ejemplo, la mejora de la infraestructura física y de telecomunicaciones de las comunidades agrícolas puede estimular el crecimiento en los mercados agrícolas sostenibles, y proveer el empleo y las oportunidades de desarrollo en zonas rurales.

Se estima que la gran mayoría de la inversión en infraestructura verde se realizará en países en vías de desarrollo con el fin de abordar cuestiones relacionadas con la calidad y la disponibilidad de bienes y servicios económicos de primera necesidad como son la energía, el agua, el saneamiento y el transporte (UNEP, 2010b). Estas opciones de inversión tendrán un impacto importante en los patrones futuros del desarrollo económico y las condiciones ambientales, y, por lo tanto, pueden tener un impacto considerable en la transición hacia una economía verde.

En todo el mundo se estima que entre 2008 y 2009, aproximadamente, 512,000 millones de dólares de los 3.3 billones de dólares en fondos públicos comprometidos para los paquetes de estímulos gubernamentales fueron reservados para inversiones en infraestructura de bajo carbono y ambiental. (Barbier, 2010b). Por ejemplo, en enero de 2009, en el punto culminante de la recesión mundial, la República de Corea lanzó su plan nacional de Nuevo Pacto Verde. A un costo de alrededor de 36,000 millones de dólares, lo que representa, aproximadamente, el tres por ciento del PIB. La iniciativa pretende crear 960,000 empleos en proyectos de infraestructura verde y servicios públicos. Los proyectos de bajo carbono incluyen el desarrollo de caminos ferroviarios y de transporte colectivo, vehículos eficientes en el consumo de combustible y combustibles limpios, ahorro de energía y ambientalmente sostenible. Los proyectos adicionales pretenden mejorar el manejo del agua y la protección ecológica (Barbier, 2010a).

Las políticas de ‘empuje’ coinciden de manera más general con la política industrial activa verde, es decir: con las políticas dedicadas a la creación o el impulso de mercados verdes. Estas pueden involucrar la creación de infraestructura común requerida para la actividad económica verde como las redes inteligentes o el acceso de bajo costo a conexiones de Internet de banda ancha. También podría involucrar apoyo dirigido a industrias verdes clave. El apoyo a corto plazo proveniente de los gobiernos puede dar a las empresas el tiempo que necesitan para alcanzar la competitividad mediante una serie de factores como la reducción de costos por medio del ‘aprender haciendo’ y la producción de economías a escala; o el establecimiento de una base de clientes a través del reconocimiento del mercado. A menudo, se utilizan paquetes de incentivos a la inversión, para atraer inversión directa extranjera o para retener a los grandes inversionistas nacionales. Esto puede ser particularmente importante para estimular el abastecimiento local y la transferencia de habilidades y de tecnología a las empresas nacionales.

Existe un gran número de mecanismos que los gobiernos emplean regularmente para este fin. Los ingresos previstos por el gobierno son un ejemplo. Turquía, por ejemplo, ofrece reducciones sobre las tasas de licencias para aquellas entidades que soliciten permisos para la construcción de instalaciones con energías renovables y proporciona deducciones para la renta y el derecho de acceso y de uso del terreno durante el periodo de inversión

(Gaupp, 2007). Los incentivos fiscales son otra variante de este tipo de apoyo. Por ejemplo, varios municipios en India han establecido una devolución del impuesto sobre bienes inmuebles para usuarios de calentadores solares de agua. En algunos casos esta devolución es del seis al diez por ciento del impuesto sobre bienes inmuebles (Ministry of New and Renewable Energy of India, 2010). De igual manera, la depreciación acelerada se emplea con frecuencia para incentivar la producción de energía a partir de fuentes renovables. Esta permite al inversionista depreciar el valor de los activos fijos elegibles a una tasa más alta, lo que reduce el ingreso gravable del inversionista. En México, los inversionistas en infraestructuras ambientalmente sostenibles se han beneficiado con la depreciación acelerada desde 2005 y, en Hong Kong, los compradores de vehículos sostenibles se benefician de una reducción en el impuesto del registro vehicular, así como de otros incentivos fiscales (Environmental Protection Department of Hong Kong, n.d.; National Ecology Institute of Mexico, 2007).

El apoyo crediticio también es común, ya sea por medio de condiciones preferentes de préstamo, como el préstamo sin garantía o con condiciones de reembolso menos estrictas. Estos tipos de medidas se han implementado con éxito tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo. En Brasil, por ejemplo, el Programa de Control de Contaminación Industrial del Estado de São Paulo (PROCOP, por sus siglas en inglés), establecido en 1980, proporcionó crédito preferencial y asistencia técnica

Cuadro 2: El Grupo de Trabajo Marrakech para la Contratación Pública Sostenible

El Grupo de Trabajo Marrakech para una Contratación Pública Sostenible, presentado por el Gobierno de Suiza en 2005, es uno de los siete grupos de trabajo en el Proceso de Marrakech para el Consumo y la Producción Sostenible dirigido por el PNUMA y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Organización de las Naciones Unidas (UNDESA). Se trata de una iniciativa internacional para promover la contratación pública sostenible en países desarrollados y en vías de desarrollo. A partir de 2008, su objetivo ha sido dar a conocer un modelo para la implementación de la contratación pública sostenible en 14 países, mediante proyectos piloto desarrollados actualmente

en Mauritania, Túnez, Costa Rica, Colombia, Uruguay, Chile y Líbano. El enfoque consiste en evaluar primero el estado de las compras del país, identificando el marco legislativo para la compra y las posibilidades de integración de criterios sociales y ambientales en las actividades de compra, ejecutando un análisis de la disponibilidad del mercado concentrado en la capacidad de oferta existente de productos y servicios sostenibles; y, finalmente, el desarrollo de una política de compras públicas basada en la sostenibilidad, incluyendo un programa de creación de capacidad para los administradores de compras sostenibles (UNEP 2010c; UNEP 2010d).

a los contaminadores, convirtiendo el proceso en menos costoso. El proyecto fue fundado por el gobierno estatal y el Banco Mundial y administrado por la agencia estatal de control de contaminantes, CETESB (por sus siglas en portugués), y se considera que ha desempeñado un papel importante para estimular las actividades de control de la contaminación ambiental y mejorar la calidad ambiental en São Paulo, Brasil (Benjamin & Weiss, 1997).

Diversos países proporcionan apoyo legislativo a las industrias beneficiarias. El establecimiento de mandatos puede garantizar un mercado para los productores, tal como la Directiva de Energías Renovables de la Comisión Europea, que exige a los países de la UE que el 20 por ciento de su energía provenga de fuentes renovables en 2020. Las tarifas de compensación a la red eléctrica pueden operar de modo similar, al solicitar que los suministradores de energía eléctrica adquieran electricidad de productores que utilizan fuentes renovables a un precio determinado.

No obstante, es importante tener en consideración que ninguna de estas políticas es gratuita, todas ellas utilizan recursos fiscales escasos, y son vulnerables a la captura por la industria. La esencia de la política industrial activa verde debería consistir en que las inversiones gubernamentales se orienten a ayudar a las industrias en crecimiento y que sean supervisadas de cerca y limitadas estrictamente en sus tiempos (para más información, ver Aseguramiento de un gasto público razonable).

Como una alternativa a comprometer fondos adicionales para el estímulo de la industria verde, los gobiernos pueden concentrarse también en la manera en la que se emplea el gasto *existente*, es decir, la contratación pública sostenible. La contratación de bienes y servicios por par-

te de los gobiernos y las empresas estatales representa normalmente una gran proporción del gasto público total. Un análisis realizado en 2001 estimó que los países de la OCDE gastan entre un 13 por ciento y un 20 por ciento de su PIB en la contratación de dichos bienes y servicios, como en el caso de las construcciones, la infraestructura ferroviaria y carretera; la limpieza y otros servicios, y compras de suministros de oficina y energía (IISD, 2008). Aunque existe menos información disponible en relación con la contratación en países en vías de desarrollo, la bibliografía sugiere porcentajes similares y, en ocasiones, más altos: el ocho por ciento del PIB en Kenia y Tanzania; el 30 por ciento en Uganda (Odhiambo & Kamau, 2003); el 35 por ciento en Suráfrica; el 43 por ciento en India; y el 47 por ciento en Brasil (IISD, 2008). Por lo tanto, los gobiernos representan una poderosa fuerza de la demanda de mercado por medio del compromiso de adquirir bienes que cumplan con ciertos criterios para la sostenibilidad.

Al igual que muchos de los mecanismos de subsidio identificados anteriormente, el gobierno puede ser un comprador de alto volumen y de largo plazo para las empresas, dada su demanda de bienes y servicios verdes. Esta señal de mercado permite a las empresas realizar inversiones en innovación a largo plazo, y permite a los productores aprovechar las economías a escala, reduciendo así sus costos. A su vez, esto puede conducir a la comercialización más amplia de bienes y servicios verdes y, por lo tanto, a la promoción del consumo sostenible. Un estudio que examina diez grupos de productos encontró que los programas más avanzados de contratación pública sostenible en Europa redujeron la huella de carbono de las compras, en promedio, un 25 por ciento (Pricewaterhouse Coopers, Significant y Ecofys, 2009). A diferencia de la mayoría de los otros subsidios, esto se

puede alcanzar en gran medida a través de la reorientación del gasto existente. También proporciona a los gobiernos una herramienta valiosa para demostrar su compromiso con el desarrollo sostenible. Casi todos los países desarrollados cuentan con algún tipo de política de contratación pública sostenible, y muchos países en vías de desarrollo, como India, Chile, Suráfrica y Vietnam, están en proceso de establecer sus propias políticas (Pera, Chowdhury & Goswami, 2007) (véase el Cuadro 2).

Garantizando un gasto público razonable

Existen algunos desafíos asociados con la implementación de las medidas de gasto público, y estos pueden ser particularmente importantes en países con una capacidad institucional limitada. En algunos casos, los gobiernos pueden carecer de la capacidad para diseñar incentivos y esquemas de incentivos efectivos, o de implementar y supervisar las medidas. En otros casos, los gobiernos pueden carecer de conocimientos técnicos para garantizar que un bien sea elaborado y operado (o que un servicio sea proporcionado) de la manera más costo-efectiva y sostenible, o bien, pueden no existir suficientes recursos públicos disponibles. Para superar estas barreras se ha lanzado una serie de iniciativas innovadoras (véase el Cuadro 3).

Debido a que la capacidad institucional necesita garantizar con frecuencia que una medida de gasto público sea efectiva y conduzca al resultado deseado, es importante evaluar cuidadosamente qué tipo de medida debería utilizarse. Las diferentes medidas discutidas anteriormente poseen ventajas y desventajas, la elección de una medida depende en gran medida del objetivo general de las políticas. Por ejemplo, el gasto directo para apoyar el desarrollo de tecnologías de bajo impacto ambiental puede, en algunos casos, ser preferible a los incentivos fiscales debi-

do a que puede ser difícil garantizar que el gasto en forma de incentivos fiscales promueva una innovación que genere beneficios sociales antes que beneficios privados (UNEP, 2010b). Sin embargo, siempre que los incentivos fiscales que apoyan al desarrollo tecnológico se basen en el desempeño y recompensen el seguimiento de mejores prácticas, es muy probable que el instrumento sea eficiente (OECD, 2010b).

En algunos casos, los incentivos al desarrollo pueden ser más apropiados para garantizar que la actividad de la economía sea verde. Estos incentivos pueden ser empleados para ayudar a reducir el costo de adhesión a las normas ambientales y sociales sin comprometer dichas normas. Por ejemplo, varios incentivos de inversión regionales en India, Filipinas, Chile y Costa Rica han establecido fondos para la certificación de sistemas de gestión sobre el desempeño ambiental y social. La Organización Internacional de Normalización estima que estas medidas han tenido un papel importante en la adopción de la serie ISO 14000 para la gestión ambiental y la serie ISO 14065 para el monitoreo de GEI en países de bajos ingresos y pequeñas organizaciones (IISD, 2009).

Independiente de su potencial para dar el impulso inicial a una economía verde, una vez que los incentivos y los subsidios han sido creados, pueden ser difíciles de retirar, puesto que a los receptores les interesa su continuación. En general, los gobiernos pueden tratar de mantener sus gastos al mínimo mediante un diseño de subsidios que contemple un periodo de tiempo determinado y un control de costos. Por ejemplo, dependiendo del mecanismo de apoyo, esto puede incluir revisiones periódicas del programa con condiciones acordadas para su ajuste, así como topes en el gasto total y términos de finalización

Cuadro 3: Iniciativas con financiamiento privado

En los casos en donde los gobiernos carecen de los conocimientos técnicos para asegurar que un activo sea elaborado y gestionado (o que un servicio sea proporcionado) de la manera más sostenible y costo eficiente, o cuando la disponibilidad de fondos sea limitada, una alternativa son las iniciativas de financiamiento privado (IFP). Bajo un acuerdo de IFP, se publica una licitación que especifique los bienes o servicios a los que un gobierno desearía llegar, incluyendo los criterios para la promoción de los objetivos de desarrollo sostenible. Posteriormente, se selecciona la mejor propuesta y se establece un contrato en el que el diseño, el financiamiento y la construcción son todos proporcionados por el sector privado, a menudo, mediante un consorcio de empresas. La lógica es que al integrar estas funciones

en un paquete, el proyecto sostenible y las tecnologías verdes pueden planearse de una forma integrada para lograr una mayor eficiencia. Una variante de este modelo es la inversión conjunta, en la que el sector público proporciona una parte del capital del proyecto.

La ventaja del modelo IFP es que permite a los consorcios privados operar los bienes por un periodo significativo de tiempo, con lo que aprovecha su inventiva y eficiencia, y genera a menudo ahorros en los costos. Las IFP también involucran una gran transferencia de riesgos al sector privado y, en consecuencia, un mayor costo de certidumbre para el gobierno. Naturalmente esto implica un costo: el sector privado no asumirá el riesgo sin una compensación.

claros (Victor, 2009). Por otra parte, un análisis sobre energías renovables de la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) sugiere que, cuando los países tengan como objetivo estimular la inversión privada en un sector, es importante que el apoyo sea estable y previsible, ofrezca certidumbre a los inversionistas, y sea retirado gradualmente con el tiempo para incentivar la innovación (OCDE & IEA, 2008).

En términos de contratación pública sostenible, una de las principales trabas que enfrentan los gobiernos es que los bienes y servicios preferibles desde el punto de vista ambiental y social pueden tener costos iniciales más altos que las alternativas menos sostenibles. Esto es particularmente válido donde los mercados para las alternativas verdes aún se encuentran en su etapa inicial. Existen una serie de estrategias para reducir estos costos, como:

- Concentrarse en bienes y servicios, lo que ofrece costos totales menores a corto y medio plazo, una vez que se tomen en cuenta las ganancias en eficiencia en los costos corrientes;
- Considerar el arrendamiento a largo plazo de artículos como equipos electrónicos, vehículos e inmobiliario, lo que transfiere los costos de mantenimiento, reparación, actualización y reemplazo a los proveedores.
- Transformar las licitaciones de productos individuales en licitaciones para servicios integrados; y

■ Explorar los contratos de colaboración y las plataformas de compra centrales, mediante los cuales se pueden negociar las compras de muchas agencias de manera colectiva para obtener descuentos considerables por compra al mayoreo.

2.2 Haciendo frente a las externalidades ambientales y a las fallas de mercado

El apoyo a la transición hacia una economía verde exigirá que los gobiernos aborden las deficiencias del mercado, incluso cuando los mercados fallan completamente, como en el caso de determinados servicios de los ecosistemas, o cuando los mercados no tienen en cuenta los costos y beneficios reales de la actividad económica. Actividades económicas insostenibles a menudo disfrutan de las ventajas de precio cuando hay una externalidad negativa, donde la producción o el consumo de productos y servicios tienen efectos negativos en terceros y cuyos costos no reflejan plenamente los precios de mercado. En esencia, una externalidad significa que el precio de mercado de un bien o servicio insostenible es menor que sus costos sociales reales, donde otras personas distintas al comprador y vendedor deben asumir, principalmente, esta diferencia. Por ejemplo, en algunos sectores económicos, como el transporte, las externalidades negativas como la contaminación, los efectos a la salud o la pérdida de productividad, normalmente, no se reflejan en los cos-

Cuadro 4: Tarifas de alimentación a la red eléctrica

Las tarifas de alimentación a la red eléctrica pueden ser un poderoso instrumento de mercado para la reducción de emisiones de GEI, así como para reforzar el aseguramiento del suministro de energía y mejorar la competitividad económica. La tarifa de suministro regulado es controlada por el gobierno y obliga a las empresas responsables de operar la red nacional de energía a adquirir electricidad proveniente de fuentes de energía renovable a un precio previamente establecido, lo suficientemente atractivo para estimular una nueva inversión en el sector (UNEP, 2010e).

Las tarifas de alimentación a la red eléctrica son la política más utilizada por los gobiernos para estimular la generación de energía renovable. De los 83 países que cuentan actualmente con políticas de energía renovable, al menos 50 países (tanto desarrollados como en vías de desarrollo) y 25 estados/provincias cuentan con tarifas de alimentación a la red eléctrica. Más

de la mitad de estas tarifas se adoptaron desde 2005 (REN21, 2010).

Un análisis del uso de las tarifas de alimentación a la red eléctrica en la UE sugiere que estas tarifas producen una mayor penetración de la energía renovable que otros instrumentos de mercado, y a un menor costo para los consumidores (Comisión Europea, 2008). En Kenia, se espera que la recién modificada política de tarifa de suministro regulado impulsará cerca de 1,300 MW en capacidad de generación de electricidad, con lo que contribuirá de manera importante a la seguridad energética del país. Por otro lado, se espera que las tarifas de alimentación a la red eléctrica de Kenia estimulen la construcción de infraestructuras de energías renovables y que conduzcan a la implementación de proyectos para incrementar la capacidad de cogeneración por biomasa de las empresas azucareras, con una correspondiente contribución al empleo y al desarrollo de las zonas rurales (UNEP 2010e).

tos. El caso de los residuos es similar puesto que, por lo general, el precio de un producto o servicio de eliminación de residuos no refleja el costo total asociado a su gestión y eliminación. Junto al problema de fondo, hay un problema debido a la asignación eficiente de los costos en los mercados donde los precios deben reflejar con precisión la totalidad de los costos sociales de la actividad económica.

En esta sección se analiza la manera en que los incentivos de mercado pueden modificarse para mejorar las señales de precios a través del uso de impuestos relacionados con el medio ambiente y otros instrumentos de mercado (véanse los Cuadros 4 y 5). De esta manera, se establecería la condición propicia para un escenario más nivelado entre las actividades verdes y sus competidores no sostenibles. Además de sus efectos en los precios, algunas de estas políticas tienen también el potencial de incrementar los ingresos públicos, lo que podría representar una importante contribución al financiamiento de una economía verde. Junto al problema de fondo, hay un problema debido a la asignación eficiente de los costos en los mercados donde los precios deben reflejar con precisión la totalidad de los costos sociales de la actividad económica. Generalmente, los

actores clave involucrados en el impulso de este cambio son los gobiernos; sin embargo, como quedará claro en la siguiente discusión, existen retos con relación a los datos, la implementación y las políticas que otros actores pueden ayudar a superar.

Impuestos relacionados con el medio ambiente

Como se señaló anteriormente, el no poder reflejar las externalidades ambientales en los precios hace que las alternativas sostenibles difícilmente puedan competir, desviando el mercado en detrimento de la inversión en los sectores verdes y retrasando el desarrollo de la actividad económica verde. Una solución a este problema es el uso de técnicas de fijación de precios para internalizar el costo de la externalidad en el precio de un bien o servicio por medio de un impuesto, cargo o gravamen correctivo, eventualmente denominada como precio de costo total. Otra solución es el uso de otros instrumentos de mercado, como los esquemas de permisos negociables.

Los impuestos relacionados con el medio ambiente se pueden desglosar en dos categorías: 'el que contamina paga', enfocado en cobrar a los productores y consumidores al punto que se cubra su responsabilidad en cuan-

Cuadro 5: Fijación de precios pico

La fijación de precios pico (o al máximo) es una técnica de definición de precios empleada comúnmente por los distribuidores de electricidad, donde las tarifas por consumo son más altas durante los periodos de máxima demanda. Esto brinda a los consumidores de electricidad un incentivo para reducir su consumo, al menos durante los periodos de máxima demanda. Los precios pico han sido utilizados por países desarrollados y en vías de desarrollo. Por ejemplo, en 1987, se introdujeron los precios pico en algunas zonas de China para solucionar la escasez en el suministro de electricidad del país, lo que condujo a una variación en el costo de la energía hidroeléctrica entre las temporadas secas y lluviosas (Zhao, 2001).

El cobro de peajes para evitar la congestión es una técnica similar, empleada para administrar la congestión del tráfico. Uno de los ejemplos más recientes de este tipo de fijación de precios es el sistema tarifario en las carreteras de Singapur, el cual impone a los usuarios de carreteras un peaje por congestión cada vez que ingresan a una zona delimitada. Los peajes de las carreteras varían según las condiciones en los puntos de fijación de precios (Land Transport Authority of Singapore, 2011). El esquema ha demostrado

ser exitoso para el tratamiento de la congestión de las carreteras en Singapur (Keong, 2002). El cobro de peajes por congestión es un mecanismo útil para concientizar a los usuarios acerca de las externalidades negativas del transporte por carretera, como la contaminación del aire y la contaminación acústica, la degradación ambiental y los retrasos, ya que estos costos se internalizan de tal modo que los consumidores se ven obligados a pagar por su contribución a la congestión vial. El argumento económico es que las tarifas por congestión incentivan a los usuarios a considerar alternativas menos costosas como el viajar en horas menos transitadas o bien utilizar el transporte público.

La fijación de precios pico y por congestión pueden incentivar a los usuarios de energía eléctrica y automovilistas a reducir su consumo. Además, la fijación de precios por picos críticos puede facilitar el aumento en la proporción de electricidad suministrada a través de fuentes renovables, al propiciar que los distribuidores de electricidad administren periodos en los que el suministro de energía renovable es bajo, tales como en los periodos de baja incidencia de vientos o poca luz solar.

Cuadro 6: Impuestos ambientales e innovación

En un estudio reciente la OCDE encontró que establecer precios sobre la contaminación genera oportunidades de innovación, dado que las compañías buscan alternativas más limpias. En Suecia, la introducción de un impuesto sobre las emisiones de NOx condujo a un aumento dramático en la adopción de tecnología de reducción de emisiones existente, de un siete por ciento de las empresas que habían adoptado la tecnología antes del impuesto a un 62 por ciento el siguiente año. Los impuestos tienen una ventaja sobre

instrumentos de carácter más prescriptivo, como las regulaciones, al alentar la innovación mediante una serie de actividades desde la producción hasta medidas durante la etapa final. El estudio también encontró que el diseño de la medida es de importancia crítica. Los impuestos recaudados más cercanos a las fuentes de contaminación (por ejemplo, impuestos sobre las emisiones de CO₂ versus los impuestos sobre vehículos motorizados) proporcionan mayores oportunidades de innovación (OCDE, 2010b).

to a la creación de un contaminante; y el 'usuario paga', cuyo objetivo es cobrar por la extracción o el uso de los recursos naturales. Estos impuestos pueden proveer incentivos claros para reducir las emisiones y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales. Los impuestos relacionados con el medio ambiente también han demostrado ser especialmente efectivos para estimular la innovación (véase el Cuadro 6).

Los ingresos públicos generados por los impuestos ambientales pueden ser empleados para mitigar el daño ocasionado por la producción y el consumo insostenible; promover la actividad económica verde o contribuir en otras áreas de gasto prioritarias. El esquema general de tributación puede mantenerse constante al disminuir los impuestos que distorsionan los incentivos y al introducir, de forma simultánea, otros relacionados con el medio ambiente. Lo anterior puede permitir que los impuestos sean más políticamente aceptables y también puede resultar en un doble o incluso un triple dividendo, es decir: en una reducción en la contaminación y, al mismo tiempo, un aumento en la eficiencia y,

posiblemente, en el empleo (Green Fiscal Commission, 2009) (véase el Cuadro 7).

Esquemas de permisos negociables

Al igual que los impuestos, otros instrumentos de mercado, como los permisos negociables, se utilizan cada vez más para abordar una serie de problemas ambientales. Al contrario de los impuestos, los cuales fijan un precio por contaminación y después permiten que el mercado determine el nivel de contaminación, los esquemas de permisos negociables, incluyendo los sistemas de comercio de emisiones, establecen primero un nivel total de contaminación permitida y, posteriormente, permiten que el mercado determine el precio. Los esquemas de permisos negociables fueron introducidos por primera vez hace algunas décadas por algunos países y recientemente han ganado la atención por su aplicación para hacer frente al cambio climático. Por ejemplo, el Protocolo de Kioto ofrece a los países la capacidad de intercambiar créditos de reducción de emisiones de GEI. En total, el Protocolo tuvo como resultado 8,700 millones de toneladas de carbono comercializadas en 2009 con un valor de 144,000 millones de dólares (World Bank, 2010).

Cuadro 7: Modificaciones fiscales verdes: Un beneficio doble para el empleo y el medio ambiente

Los gobiernos pueden utilizar los impuestos para establecer tarifas sobre los contaminantes y el uso de recursos naturales escasos y, al mismo tiempo, mantener la misma cantidad de ingresos fiscales totales al reducir los impuestos de manera proporcional sobre la actividad benéfica en términos sociales, como la mano de obra. Un estudio de la Organización Internacional del Trabajo (ILO, por sus siglas en inglés) sobre impacto en el mercado de trabajo

mundial encontró que imponer un precio a las emisiones de carbono y utilizar estos ingresos para recortar los costos laborales mediante la disminución de las contribuciones a la seguridad social, crearía 14.3 millones de empleos netos en un periodo de cinco años, lo que equivale a un aumento del 0.5 por ciento en el empleo mundial (ILO, 2009). Incluso las industrias intensivas en carbono observan un incremento en el empleo (ILO, 2009).

De manera similar, los mercados que establecen pagos por ofrecer servicios ambientales como la captación de carbono, la protección de cuencas hidrográficas, beneficios para la biodiversidad y preservación del paisaje, han atraído una atención considerable durante los últimos años. Los esquemas de pagos por servicios ambientales (PSA) buscan influir en las decisiones sobre el uso de suelo al permitir que los propietarios reciban una mayor parte del valor de estos servicios de la que obtendrían sin el esquema (Barbier, 2010a). La evidencia sobre la efectividad de los esquemas PSA para reducir la deforestación ha sido diversa. Una serie de estudios que han analizado esquemas PSA nacionales en Costa Rica y México encontraron que buena parte las tierras bajo el régimen de pagos no estaban en riesgo de ser convertidas debido a sus bajos costos de oportunidad (Muñoz-Piña et al., 2008; Robalino et al., 2008; Sanchez-Azofeifa et al., 2007).

Conforme la contribución de la deforestación y la degradación de los bosques a las emisiones de GEI han comenzado a entenderse mejor, la posibilidad de crear un esquema PSA internacional relacionado con los bosques y el carbono se ha convertido en el enfoque principal de las negociaciones internacionales sobre el clima. El esquema denominado REDD (por sus siglas en inglés), y más recientemente referido como REDD+, que añade conservación, gestión sostenible de bosques y mejoramiento de reservas forestales de carbono a la lista de actividades elegibles, representa un esquema PSA multicapa con transferencias financieras entre países industrializados y países en vías de desarrollo a cambio de reducciones de emisiones.

Se estima que el monto total de recursos para la implementación total de REDD+ son de decenas de miles de millones de dólares en el mundo. Las sumas comprometidas para las actividades preliminares y los programas bilaterales exceden considerablemente lo que hasta ahora ha sido asignado para PSA, lo que da cabida al optimismo respecto a que este nuevo mecanismo puede reunir y transferir una cantidad importante de nuevos recursos para los servicios ambientales que proveen los bosques. Es probable que sean importantes los esquemas de PSA aun cuando no sean la única estrategia empleada por los gobiernos para alcanzar reducciones en las emisiones provenientes de bosques.

Asegurando el uso efectivo de los impuestos relacionados con el medio ambiente

Los capítulos de los sectores en el presente informe identifican diversas aplicaciones prometedoras para los impuestos relacionados con el medio ambiente y los instrumentos de mercado con el fin de internalizar las externalidades ambientales, como el costo de los gases de efecto invernadero, los contaminantes industriales, los efectos del uso de fertilizantes y pesticidas, los residuos, y la sobreexplotación de recursos comunes como las pesquerías, los bosques y el agua.

Los impuestos relacionados con el medio ambiente han sido empleados, con éxito, por algunos países en las décadas de 1970 y 1980, incluyendo China, Malasia, Colombia, Tailandia, Filipinas y Tanzania (Bluffstone, 2003). China, por ejemplo, desarrolló un amplio sistema de tarifas desde finales de la década de 1970, que rebasó los 2,000 millones de dólares en ingresos en 1994 (OECD, 2005). De manera similar, los gravámenes por extracción de recursos naturales son una práctica común y muchos países en vías de desarrollo dependen altamente de los ingresos provenientes de las industrias de extracción de recursos (UNEP, 2010b).

Existen algunas cuestiones clave al considerar en el uso de instrumentos fiscales relacionados con el medio ambiente. Por un lado, su aplicabilidad se limita con frecuencia a la actividad económica insostenible que los gobiernos desearían reducir o administrar mejor, y no a aquellas actividades que desean eliminar por completo. En los casos donde la actividad debería prohibirse, las medidas reguladoras son, por lo general, un instrumento más apropiado que los impuestos. La bibliografía sobre impuestos reconoce ampliamente que, para ser más efectivos, los impuestos tendrían que ser gravados en el momento en que se genera la externalidad y, en la medida de lo posible, establecer una tasa equivalente al costo de la externalidad (Roy, 2009; UNEP, 2010b).

En realidad, no siempre es posible atender estos objetivos de manera estricta. Por ejemplo, fijar los impuestos en el nivel correcto requiere un monitoreo regular de las externalidades y la realización de estudios para estimar su costo. Si las tasas impositivas se establecen en un nivel más alto que la cantidad estrictamente necesaria para la internalización de las externalidades, el resultado final puede traducirse en una asignación de recursos socialmente subóptima en la que la generación de valor que involucra niveles sostenibles de contaminación o extracción de recursos se pierde. Asimismo, no siempre es posible gravar directamente la externalidad en cuestión. En algunos casos se emplean aproximaciones como el impuesto sobre circulación de vehículos en sustitución del impuesto sobre emisiones de CO₂. No obstante, estos impuestos pueden no hacer una diferencia entre las diferentes cantidades de externalidades generadas por actores involucrados en la misma actividad, tal como el antes mencionado impuesto de carreteras que no distingue entre motores de automóviles de mayor o menor eficiencia.

Como sucede con la reforma de los subsidios, aun cuando el objetivo general de un impuesto verde sea incrementar el bienestar, esta ganancia neta ocultará a los ganadores y perdedores individuales dentro de una economía. Se ha reconocido ampliamente, por ejemplo, que para las industrias con una alta intensidad de

carbono, tales como la industria del cemento o la fabricación de acero, sería difícil competir con sus rivales internacionales si la fijación de precios del carbono se implementara únicamente en su país de operación. De manera similar, los hogares de bajos ingresos son sensibles a cualquier incremento en los precios, dado que el consumo de energía representa una alta proporción del total de sus ingresos por lo que pueden resultar indebidamente afectados por un nuevo impuesto. Por estas razones, normalmente, se requiere de una investigación exhaustiva para estimar la manera en que los impuestos verdes afectarán a una economía y ayudar a diseñar políticas complementarias que puedan facilitar la transición.

La experiencia con los impuestos existentes relacionados con el medio ambiente muestra que estos dilemas se resuelven regularmente mediante la introducción de exenciones fiscales para determinados sectores económicos. A pesar de que estas pueden ser soluciones políticamente efectivas, se corre el riesgo de debilitar el efecto incentivo del impuesto. Por ejemplo, las exenciones fiscales del impuesto al carbono para productores intensivos en carbono, a menudo dejan fuera precisamente a aquellas empresas que están contribuyendo al problema con más fuerza. La mejor alternativa serían los acuerdos internacionales (en un ámbito mundial, regional o sectorial) para gravar las externalidades en un nivel específico y, de esta manera, compensar las cuestiones de competitividad. Un paso intermedio hacia este estado final podría ser un acuerdo sobre los niveles mínimos de fiscalización de ciertas externalidades; o, por medio de acuerdos regionales, comenzar simplemente por algunas listas de externalidades a gravar, pero dejando a los países integrantes la elección de la tasa de impositiva. Cualquier otro impacto pendiente podría ser abordado mediante la reutilización de los ingresos fiscales para ayudar a la reestructuración de la industria. Una parte de esto podría incluir un apoyo para la reducción de capacidad, incluyendo pagos de seguridad social para trabajadores desempleados y esquemas de capacitación. Cuando no sea posible alcanzar acuerdos internacionales, los países con políticas ambiciosas de internalización podrían de manera alternativa ser capaces de negociar las condiciones para el uso de un impuesto fronterizo sobre las importaciones en la Organización Mundial de Comercio (OMC) y de esta forma mitigar cualquier impacto de la competitividad.

Con frecuencia se plantean soluciones similares para compensar los efectos sociales negativos: los ingresos fiscales pueden ser redireccionados a las redes de seguridad social o a otros programas de mejora social, lo que abre la posibilidad de permitir que los gobiernos logren un resultado final socialmente progresista, en lugar de uno simplemente neutral. Al igual que con la

reforma de los subsidios, es vital que los efectos sociales se evalúen de manera apropiada antes de su implementación para garantizar que se encuentren vigentes las medidas laterales correctas para producir resultados socialmente justos. Es de igual importancia que dichas políticas complementarias sean comunicadas adecuadamente si se espera que ayuden a disminuir la oposición política al cambio. La gobernanza también es una cuestión importante y el apoyo público para la fiscalización verde puede incrementarse si los gobiernos introducen medidas efectivas para garantizar la transparencia y la rendición de cuentas. Cabe señalar que se considera que la práctica de asignación de recursos (el compromiso de reutilizar los ingresos para fines específicos, a menudo políticamente efectivos al momento de incrementar el apoyo popular para los impuestos verdes) representa por lo general una restricción excesiva sobre las finanzas públicas, particularmente, si se supone que la parte del ingreso obtenido a partir de la fiscalización relacionada con el medio ambiente se incrementará de manera importante (UNEP, 2010b).

Una transición hacia los impuestos verdes es otra estrategia para minimizar o, verdaderamente, compensar por completo los costos económicos de una mayor fijación de impuestos relacionados con el medio ambiente. Los ingresos se redireccionan mediante la reducción de impuestos sobre todo a aquellos que promuevan el bienestar económico y social, como los empleos, los ingresos y las ganancias (Green Fiscal Commission, 2009). El objetivo es un doble dividendo que disminuya las pérdidas en el capital natural al mismo tiempo que estimule el empleo. En la década de los noventa y comienzos de 2000, se realizaron modestas transiciones hacia impuestos verdes en algunos países europeos con resultados generalmente positivos en la demanda de energía, las emisiones de CO₂, el empleo y el PIB.

2.3 Limitación del gasto público en áreas que agotan el capital natural

Como ya se ha señalado, los subsidios son una forma de trato preferencial proporcionada por el gobierno a productores y consumidores. En su forma más evidente, son transferencias financieras directas que, por ejemplo, reducen el precio de un bien. Sin embargo, el apoyo puede transferirse de muchas otras formas, como las reducciones de impuestos, la exención de obligaciones legales o precios bajo mercado para el acceso a terrenos de propiedad estatal (GSI, 2010). Son un instrumento popular de políticas para muchos gobiernos debido a que los mecanismos para implementar subsidios no requieren de mucha capacidad administrativa y pueden ser empleados para ganar apoyo político al atraer la atención de grupos de presión específicos o para las necesidades percibidas por la población general.

Subsidios perjudiciales para el medio ambiente

Aunque como se mencionó antes, existen razones legítimas para el uso de subsidios en algunos casos, estos pueden ser perjudiciales para el medio ambiente en ciertos casos. Incluso, una vez que han sido creados, los subsidios son difíciles de eliminar y conllevan un alto costo de oportunidad. Según un análisis del Banco Mundial, un alto número de países gastan más en subsidios para combustibles que en salud pública (World Bank, n.d.). Este gasto está vinculado a los precios del producto o a mercados volátiles, pudiendo aumentar para niveles más allá de lo que se había planificado con anterioridad.

Una encuesta del Fondo Monetario Internacional (FMI) a 42 economías de mercado en desarrollo y emergentes mostró que los crecientes precios del petróleo de 2007 condujeron a un incremento promedio en los subsidios explícitos igual al 1.5 por ciento del PIB, y en los subsidios implícitos igual al cuatro por ciento del PIB (Mati, 2008). Algunas veces, el costo de los subsidios se compensa con un deterioro a largo plazo de servicios públicos importantes. En algunos países, se espera que las compañías de servicios públicos absorban el costo del subsidio de bienes básicos como la electricidad y el agua, lo que conduce a una inversión insuficiente en mantenimiento y renovación de los recursos (Komives et al., 2005).

Los subsidios pueden, por otro lado, alentar una gestión ambiental y de recursos deficientes. La disminución artificial de los precios de bienes mediante el subsidio promueve la ineficiencia, el desperdicio y el consumo excesivo, conduciendo así a la escasez prematura de valiosos recursos finitos o a la degradación de recursos renovables y ecosistemas. Por ejemplo, se ha estimado que los subsidios mundiales para la pesca son de 27,000 millones de dólares anuales, de los cuales al menos el 60 por ciento ha sido identificado como perjudicial, se cree además que son uno de los principales factores que ocasionan la sobreexplotación pesquera (Sumaila et al., 2010). Se estima que las reservas pesqueras agotadas dan como resultado una pérdida de ganancia económica de los 50,000 millones de dólares cada año, más de la mitad del valor del comercio global de alimentos marinos (World Bank & FAO, 2009).

Los subsidios reducen la rentabilidad de las inversiones verdes. Cuando un subsidio abarata artificialmente los costos o reduce el riesgo de una actividad no sostenible se provoca un sesgo en el mercado frente a la inversión en alternativas verdes. Se estima que los subsidios de consumo de combustibles fósiles fueron de 557,000 millones de dólares en todo el mundo en 2008, y que los subsidios de producción representaron 100,000 millones de dólares adicionales (IEA, OPEP, OCDE & World Bank, 2010) (véase Figura 1). Al disminuir

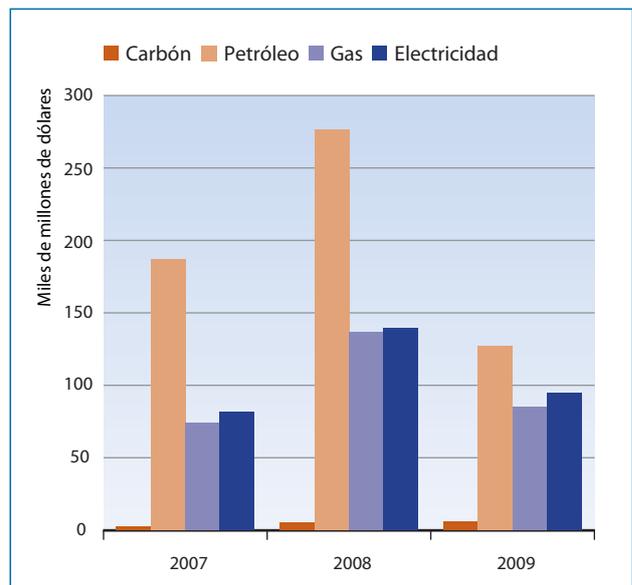


Figure 1: Valor económico de los subsidios al consumo de los combustibles fósiles por tipo

Fuente: World Energy Outlook 2010 - OCDE/Agencia Internacional de la Energía 2010.
 Nota: La estimación de los subsidios ha sido realizada por la Agencia Internacional de la Energía y no representa la posición oficial de los países que conforman el G20.

de forma artificial el costo de emplear combustibles fósiles, dichos subsidios impiden a los consumidores y a las compañías adoptar medidas de eficiencia energética que, de otra manera, serían rentables ante la ausencia de otros subsidios. De hecho, existe un consenso sobre que estos subsidios plantean obstáculos importantes para el desarrollo de las tecnologías de energía renovables (El Sobki, Wooders & Sherif, 2009; UNEP, 2008a; World Bank, 2008). Incluso se estima que la eliminación gradual del consumo de combustibles fósiles y los subsidios de producción para 2020 podría resultar en una reducción del 5.8 por ciento en cuanto a la demanda de energía primaria a escala mundial, y una caída del 6.9 por ciento en relación con las emisiones de GEI (IEA, OPEP, OCDE & World Bank, 2010).

Los subsidios pueden presentar beneficios incuestionables a los pobres. Los subsidios son creados con frecuencia para beneficiar a hogares de bajos ingresos. Sin embargo, y a menos que la ayuda sea destinada a un sector específico, la mayor parte del gasto fluye con frecuencia en hogares de altos ingresos (UNEP, 2010b). Asimismo, los subsidios destinados al apoyo de pequeños negocios son captados por grandes compañías (Environmental Working Group, n.d.). En otros casos, los subsidios en países desarrollados perjudican directamente a los pobres. El nivel de apoyo gubernamental proporcionado a los productores agrícolas en países de la OCDE, por ejemplo, estimado en 265,000 millones de dólares en 2008 (OECD, n.d.), es causante de importantes alteraciones comerciales y de grandes pérdidas sociales en los países en vías de desarrollo. De manera similar, la mitad de los subsidios mundiales para el sector pesquero son proporcionados por paí-

ses desarrollados (Sumaila & Pauly, 2006). Se ha estimado que tan solo la eliminación de subsidios y tarifas sobre el algodón incrementarían los ingresos reales en África Subsahariana en 150 millones de dólares por año (Roubini Global Economics, 2009).

Reforma de los subsidios perjudiciales

La dificultad de la reforma de los subsidios es práctica y política: es necesaria una aplicación cuidadosa de políticas para compensar los efectos secundarios no deseados y la combinación de una fuerte voluntad política y las políticas compensatorias puede ser necesaria para vencer la oposición de los intereses establecidos. En algunos casos, la reforma de los subsidios puede afectar negativamente al bienestar de la población pobre, por lo que se necesitarán medidas laterales que garanticen un resultado socialmente neutral o idealmente progresista.

Los subsidios son complejos y, a menudo, entendidos de forma incorrecta. El apoyo total concedido a un sector puede provenir de una gran cantidad de programas, por las diferentes dependencias y niveles gubernamentales; y los resultados económicos, ambientales y sociales pueden ser complejos de resolver. Un enfoque consistente y metódico permite a los gobiernos adoptar un proceso de tres etapas en las que: (1) definan sus subsidios; (2) realicen mediciones sobre estos; y (3) los evalúen frente a los objetivos de la reforma. Dicho enfoque establece cuáles son los subsidios que son perjudiciales y ayuda a definir las prioridades para una implementación (GSI, 2010).

La rendición de cuentas y la supervisión de los subsidios existentes varían considerablemente. Están más extensamente e internacionalmente estandarizados en el sector agrícola, pero en otros sectores, como el de la energía y la pesca, son deficientes. Cada tres años, se solicita a los miembros de la OMC que proporcionen información nueva y completa sobre los subsidios que se conceden y mantienen en todos los sectores, aunque la tasa de justificaciones es baja, con frecuencia la información se envía tarde y existen problemas con la precisión y la integridad de los datos (Thöne & Dbroschke, 2008).

Aunque los gobiernos de cada país tendrían, en la teoría, un gran interés en dar seguimiento a sus desembolsos en subsidios, ya que facilita el uso racional de los recursos, a menudo existe una falta de voluntad política para actuar debido a la forma en que los subsidios benefician a determinados intereses particulares. Siempre que a los gobiernos les parezca difícil actuar por razones prácticas o políticas, las ONG u OIG pueden ser de ayuda como mediadores. El apoyo también puede ofrecerse desde foros y observadores internacionales. Se han sugerido mecanismos adicionales, como un modelo para facilitar y alentar informes completos para la OMC,

como una forma de eliminar los obstáculos para su seguimiento (Steenblik y Simon, 2011).

El siguiente paso es diseñar una estrategia para la implementación de la reforma en los subsidios. Aunque el argumento subyacente para la reforma es que esta mejorará el bienestar social en general, habrá ganadores y perdedores. Por ejemplo, la eliminación de subsidios pesqueros perjudiciales ayuda a promover la gestión de un recurso valioso, con lo que aumenta la posibilidad de que permita un nivel de empleo más bajo pero sostenible a largo plazo, y libere ingresos que puedan beneficiar la economía en otros lugares. Otro efecto común de la reforma en los subsidios es el aumento de los precios de los bienes que han sido subsidiados. Aunque los grupos de bajos ingresos se benefician únicamente de una pequeña parte de los subsidios, gastan una gran parte de sus ingresos en bienes básicos que incluyen alimentos, agua y energía, lo que pueden resultar afectados si los subsidios para estos bienes son retirados. En algunos casos puede requerirse un ordenamiento cuidadoso de políticas para garantizar que la población pobre pueda tener acceso a alternativas con precios establecidos de forma razonable a bienes y servicios subsidiados como un prerrequisito para la eliminación de los subsidios.

La distribución desigual de los beneficios y los costos de la reforma en los subsidios explica la razón por la que existe una fuerte oposición política. Es necesario diseñar medidas complementarias para contrarrestar algunas de estas inquietudes, como la ayuda de reestructuración a corto plazo para las industrias, apoyo y nueva capacitación para trabajadores y programas de bienestar social para la población pobre (véase la sección sobre Acciones de apoyo para más información). Este tipo de programas debe incluir una consulta a las partes interesadas relevantes y, probablemente, consumirán tiempo y esfuerzos en países que no disponen de recursos y sistemas ordenados. El FMI recomienda una estrategia de reforma gradual y sugiere una serie de medidas posibles de apoyo a corto plazo, incluyendo el mantenimiento de los subsidios que son más importantes para los presupuestos de la población pobre, principalmente mediante el reemplazo de subsidios para los productores con subsidios al consumo dirigidos a hogares pobres; y el redireccionamiento de fondos hacia áreas de prioridad alta del gasto público, como la salud o la educación (véase Cuadro 8). Debido al interés de ganarse a las partes interesadas, es necesaria una fuerte estrategia de comunicación para asegurar el apoyo de los grupos afectados.

El tercer y último paso es el seguimiento y revisión regulares, esencial para determinar la efectividad y cualquier efecto no deseado de la reforma en los subsidios, así como si las políticas de mitigación -en especial el apoyo financiero- están llegando a sus beneficiarios previstos

Cuadro 8: Reforma al subsidio energético en acción

Transferencias de efectivo – Cuando Indonesia redujo sus subsidios energéticos y aumentó los precios del combustible en octubre de 2005, el Gobierno estableció un programa de un año de duración para transferir los pagos cuatrimestrales incondicionales de 30 a 15.5 millones de dólares a hogares con escasos recursos. Tomando en cuenta su rápida implementación, se considera que el programa ha tenido una buena operación (Bacon & Kojima, 2006). El mismo movimiento se realizó al aumentar los precios del combustible en mayo de 2008, con lo que se destinaron 520,000 millones de dólares a transferencias de efectivo para hogares de bajos ingresos (IISD, 2010).

El método de comprobación de medios económicos empleado para identificar a los hogares de escasos recursos durante las reformas de los subsidios se empleó subsecuentemente en el diseño y prueba gubernamentales de un programa permanente de transferencia condicional de efectivo, el

Programa de Esperanza para las Familias (Programa Keluarga Harapan), tenía por objeto incrementar la educación y la salud de las comunidades pobre (IISD, 2010). Los pagos fueron realizados a mujeres que encabezan familias mediante oficinas postales a condición de satisfacer los requisitos para el uso de los servicios de salud y de educación (Bloom, 2009; Hutagalung et al., 2009).

Microfinanciamiento – En Gabón, el impacto de la reforma subsidiaria fue desplazada mediante el uso de ingresos liberados para ayudar a financiar programas de microcrédito para mujeres desamparadas en zonas rurales (IMF, 2008).

Servicios básicos – Al reformar Ghana sus subsidios combustibles, se eliminaron las tarifas para la atención de escuelas primarias y secundarias y el gobierno hizo disponibles fondos adicionales para programas primarios de salud concentrados en las zonas más pobres (IMF, 2008).

y están alcanzando sus objetivos. Si las medidas de mitigación son diseñadas con límites de tiempo o niveles máximos de gasto, se puede con ello ayudar a evitar su arraigo y permitir que el gobierno las adapte a circunstancias cambiantes.

2.4 Establecimiento de marcos regulatorios sólidos

Los capítulos sectoriales de este informe hacen hincapié en que ciertas reformas reguladoras en un ámbito nacional, como aquellas relacionadas con los derechos de propiedad, las regulaciones de comando y control ambiental tradicionales, así como la aplicación efectiva de estas leyes, pueden ser importantes para el impulso de la inversión verde. Esta sección considera las herramientas reguladoras más importantes a nivel nacional identificadas por los capítulos de sectores en este informe.

Un marco regulatorio bien diseñado puede crear derechos e incentivos que impulsen la actividad de la economía verde, eliminar los obstáculos a las inversiones verdes, y regular las formas más perjudiciales de comportamiento no sostenible, ya sea mediante la creación de normas mínimas o la prohibición total de ciertas actividades.

Las regulaciones proporcionan las bases legales con las que las autoridades gubernamentales pueden contar

para el seguimiento y la aplicación de conformidad. Un marco regulador bien diseñado puede reducir los riesgos de regulación y de negocios, e incrementar la confianza de los inversionistas y los mercados. Muchas veces es mejor para las empresas trabajar con normas claras y efectivamente cumplidas, y no tener que lidiar con la incertidumbre o enfrentar la competencia de quienes no siguen las reglas (Network Heads of European Protection Agencies, 2005). Además, las regulaciones también pueden ser particularmente adecuadas cuando los instrumentos basados en el mercado no sean aplicables o apropiadas, como en el caso de que no exista un mercado para los servicios ambientales (UNEP, 2010b).

En muchos casos, el desafío no es establecer nuevas regulaciones, sino alinear mejor los marcos regulatorios existentes con los objetivos gubernamentales para promover una actividad económica verde. Las buenas prácticas en la regulación implican revisiones periódicas y, cuando estas son realizadas, deben basarse en datos comprobables, ser analíticamente rigurosas y promover una certidumbre procedimental y legal al ser oportunas, transparentes y no discriminatorias. Para que el uso de herramientas reguladoras promueva la actividad económica verde en sectores clave es importante establecer primero en qué medida los marcos regulatorios existentes se encuentran alineados con los objetivos de las políticas. Esto hace posible decidir qué leyes deben ser modificadas y si es necesaria o no alguna nueva legis-

lación. En los capítulos de sectores de este informe se ha identificado un conjunto de áreas en las que los marcos reguladores necesitan estar mejor alineados con los objetivos de desarrollo ambiental y social. Aunque estos pueden ser más o menos relevantes, según los marcos reguladores en los diferentes países y jurisdicciones, sirven como ejemplo del tipo de problemas y soluciones cuyo origen se encuentra en la legislación.

El diseño de reglas y regulaciones justas y efectivas requiere de una comprensión profunda de los sectores reglamentados. Se debe buscar que tales reglas sean abiertas para alentar y propiciar el comercio, la inversión y el financiamiento. En el capítulo 'Manufactura', por ejemplo, se menciona que algunas industrias son altamente heterogéneas, lo cual hace difícil su regulación sin ser demasiado blando o demasiado severo. Incluso si una regulación se encuentra bien diseñada, una capacidad institucional adecuada es esencial para garantizar que se imponga a las empresas la menor carga administrativa posible.

Normas

Las normas pueden ser herramientas efectivas para alcanzar objetivos ambientales y habilitar los mercados de bienes y servicios sostenibles. Esto se debe a que informan a los consumidores acerca de los productos y los procesos de producción, y crean o fortalecen la demanda de productos sostenibles. Las normas técnicas (por ejemplo, los requisitos de productos y/o procesos y métodos de producción) son principalmente desarrolladas e implementadas a escala nacional, aunque las normas que tienen por objeto mejorar la eficiencia energética y establecer metas para las reducciones de emisiones también se desarrollan en un contexto internacional. Los requisitos pueden basarse en el diseño o en características específicas exigidas, como normas de biocombustibles, o pueden basarse en el desempeño, como es el caso de muchas de las normas de eficiencia energética (WTO & UNEP, 2009). Las normas obligatorias pueden ser en particular efectivas para alcanzar los resultados deseados.

En algunos casos, la regulación ambiental puede impulsar la innovación y el crecimiento económico. Las compañías innovan en respuesta, por ejemplo, a regulaciones más estrictas sobre los residuos mediante la transformación del diseño del producto y los procesos de producción, de tal manera que generen menos residuos (Network Heads of European Protection Agencies, 2005). Se ha argumentado que los países con altos estándares ambientales cuentan, a menudo, con empresas líderes en el mercado y registran un mejor desempeño económico que los países con estándares más bajos. Esto se debe a que estándares más altos pueden inducir a la eficiencia y estimular la innovación, lo cual puede tener un efecto positivo en la competitividad para todos aquellos que sigan las normas (Porter, 1990).

No obstante, el desarrollo de normas plantea algunos riesgos. En muchos casos, puede ser difícil establecer una norma con certeza. Aun cuando puede encontrarse una norma apropiada, con el tiempo ésta puede crear un 'límite de mediocridad', y fracasar en la promoción adecuada de futuras mejoras en el desempeño, si no existen los mecanismos para una revisión y evaluación periódicas (Smith, 2008). Las normas complejas también corren el riesgo de discriminar a las PYME, en especial, en los países en vías de desarrollo, los cuales a menudo carecen de recursos adecuados para ajustarse a la legislación y demostrar conformidad con las autoridades reguladoras.

Leyes de propiedad y derechos de acceso

En algunos capítulos -'Agricultura', 'Bosques', 'Pesquerías' y 'Agua'- aparece un mensaje común: a menos que las personas tengan derechos claros sobre un recurso, no tendrán el incentivo suficiente para administrarlo bien. En el caso de la agricultura, la ausencia o insuficiencia de derechos legales sobre un pedazo de tierra ofrece a los agricultores pocas razones para administrarlo a largo plazo (Goldstein & Udry, 2008). Los derechos de acceso también pueden tener efectos importantes en la gestión de un recurso: existe poca iniciativa por parte de los agentes individuales para realizar un uso sostenible de los recursos pesqueros e hídricos, por ejemplo, cuando saben que otros usuarios pueden aumentar de manera simple sus propias adquisiciones. Esta es la tragedia clásica del problema de los comunes, que puede llevar a la degradación de los ecosistemas que son la base de gran parte de la actividad económica y el bienestar, en especial en los países en vías de desarrollo y entre la población pobre del mundo (Nellemann et al., 2009).

Además de unas leyes de propiedad sólidas que promuevan la gestión sostenible de los recursos, las leyes de urbanismo pueden ser decisivas en la coordinación y la interacción de las inversiones en infraestructuras verdes. Aunque las leyes de urbanismo han sido empleadas en países desarrollados, estas siguen siendo una herramienta de política relativamente poco usada en países en vías de desarrollo. El establecimiento de leyes de urbanismo sólidas ofrece, por tanto, a los países en vías de desarrollo la oportunidad de establecer límites geográficos claros alrededor de las ciudades para delimitar la extensión urbana. Las regulaciones de urbanismo bien diseñadas también pueden ser el instrumento para la creación de corredores verdes que protejan los ecosistemas o concedan prioridad al desarrollo de las zonas más pobres de una ciudad de forma ambientalmente sostenible.

Las leyes de propiedad y las regulaciones de urbanismo plantean desafíos políticos en su establecimiento y cambio. La provisión legal de derechos requiere ade-

más capacidad administrativa y judicial y, en ocasiones la aplicación de tecnologías modernas. Estos desafíos políticos e institucionales pueden surgir frente a una capa adicional de complejidad que tiene lugar cuando la legislación nacional se superpone a la legislación internacional, como en el caso de las poblaciones de peces y los recursos hídricos transfronterizos.

Acuerdos pactados y voluntarios

No todas las reglas y regulaciones son creadas por la legislación: algunas excepciones incluyen acuerdos pactados y voluntarios, así como la autorregulación de la industria. Estas medidas son establecidas por los gobiernos que negocian con las empresas, o por una o más empresas que deciden actuar por sí mismas de forma voluntaria, y normalmente consisten en acuerdos sin compromiso para ciertas normas o principios. Pueden ser un complemento útil para las reglas y regulaciones gubernamentales ya que eliminan cierta carga de información y costos administrativos de las autoridades gubernamentales. Por otra parte, pueden ser de interés para las empresas si involucran ahorros en costos (eficiencia) o generan un buen posicionamiento en el mercado. La ventaja de ser pionero, y los posiblemente bajos riesgos legales y de regulación, también pueden motivar a los participantes de la industria para involucrarse en acuerdos voluntarios o bien a establecer una regulación voluntaria (Williams, 2004).

El riesgo de regular a través de acuerdos pactados y voluntarios es que estos pueden dar como resultado objetivos poco ambiciosos que hubieran sido alcanzados de todas formas, algunas investigaciones han cuestionado su efectividad ambiental y su eficiencia económica, en especial cuando hay poca participación por parte del gobierno (OECD, 2003b). A pesar de esto, una serie de acuerdos, como el Programa para el Control, Evaluación y Calificación de la Contaminación de Indonesia (PROPER, por sus siglas en inglés), muestra que en las circunstancias apropiadas estos acuerdos pueden ofrecer beneficios ambientales significativos (Blackman, 2007). Finalmente, no se trata de un sustituto de la capacidad reguladora del gobierno ya que, sin la amenaza verosímil de regulación, como una opción a la cual se puede recurrir, existe poco incentivo para asumir un compromiso con los esquemas voluntarios, por lo que se requerirá aún la capacidad de evaluar su efectividad con relación a sus objetivos.

Herramientas basadas en información

Los capítulos sectoriales en este informe también identifican un amplio número de herramientas basadas en la información que pueden ser empleadas para ayudar a promover una economía verde. Las campañas de concientización, por ejemplo, pueden aumentar la comprensión general respecto a un problema específico y pueden ser importantes para impulsar soluciones polí-

ticas complejas. Pueden ser dirigidas por el gobierno, como en el caso de las comisiones independientes para investigar y despertar conciencia sobre un problema determinado; o por iniciativas de ONG, como la campaña para Detener el Cambio Climático de Greenpeace (Green Fiscal Commission, n.d.; Greenpeace, n.d.; Ranjan, 2009). Los programas de información también pueden instruir a las personas sobre habilidades básicas, así como promover un comportamiento que refuerce los objetivos de la economía verde.

Los gobiernos pueden, además, introducir regulaciones para hacer que la distribución de cierta información sea obligatoria, para permitir a los consumidores e inversionistas evaluar de manera más efectiva el desempeño sostenible de las compañías, incluyendo su huella ecológica y de carbono (véase el capítulo 'Finanzas' para obtener mayor información). También existen ejemplos de certificación voluntaria y etiquetado que se han vuelto una norma industrial por sus propios méritos antes de convertirse en requisito legal, tales como las metas de energía y emisiones para la construcción de la ciudad de Vancouver, en Canadá (Coleman & Stefan, 2009). Adicionalmente, los programas y herramientas de responsabilidad social empresarial (RSE) se han vuelto habituales en muchas empresas y están influyendo en los modos en los que estas empresas y sus proveedores realizan negocios (véase el Cuadro 9).

2.5 Fortalecimiento de la gobernanza internacional

Además de las leyes nacionales existen una serie de mecanismos internacionales y multilaterales que regulan la actividad económica. La siguiente sección describe todos aquellos mecanismos que pueden desempeñar un papel importante en la transición hacia una economía verde.

Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente (AMMA)

Los Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente (AMMA) tienden a concentrarse en la regulación de la actividad económica no sostenible mediante normas o restricciones. El proceso de negociación normalmente se inicia con el reconocimiento colectivo de un problema ambiental, y avanza por medio de las discusiones sobre la naturaleza del problema, las necesidades y objetivos comunes, y finalmente termina con el desarrollo de un borrador. En algunos casos, el proceso da lugar a obligaciones y mecanismos vinculados legalmente para alentar el cumplimiento, en otros es únicamente una declaración de principios o aspiraciones (UNEP, 2006).

Los AMMA pueden tener una función importante en la promoción de la actividad económica verde y ser la única

Cuadro 9: Acción voluntaria del sector privado y responsabilidad social empresarial

La responsabilidad social empresarial (RSE) es un reflejo del deber del sector privado de “[...] contribuir a la evolución de comunidades y sociedades equitativas y sostenibles”, como se resume en la Declaración de Johannesburgo sobre Desarrollo Sostenible (artículo 27). Se requiere un compromiso voluntario para una mayor responsabilidad sobre los impactos sociales, ambientales y económicos en todos los productos y las operaciones de las organizaciones. Dicho compromiso voluntario de las empresas líderes puede servir para complementar y preparar el camino para simplificar la introducción de nuevos instrumentos reguladores y de mercado para las economías nacionales verdes. Ejemplos de ello son las iniciativas empresariales para el impacto ecológico y su etiquetado correspondiente, el cual puede beneficiarse del reconocimiento y los incentivos por parte de las entidades gubernamentales. Las iniciativas RSE también pueden servir para impulsar la política objetivo de producción y consumo sostenibles (PCS), con lo que se mejora la eficiencia en el uso de los servicios ambientales y se reduce la degradación de los recursos, la contaminación y el desperdicio.

Las empresas líderes están adoptando cada vez más la RSE como un elemento integral de sus estrategias de negocios, una vez que han reconocido que la RSE puede generar beneficios de nego-

cio tangibles. Tales beneficios incluyen ahorros en costos, mayor acceso al capital, mayor productividad, mayor calidad de productos (mediante un mejor trato a los empleados y mejores condiciones de trabajo), atracción y retención de recursos humanos, mayor reputación y reconocimiento, y menor responsabilidad legal (Googins et al., 2007).

La RSE puede además aumentar la responsabilidad y la transparencia de las organizaciones hacia la sociedad mediante el uso de una variedad de instrumentos de comunicación, incluyendo el involucramiento de los accionistas, información de productos y esquemas de notificación. Las tendencias de los informes están siendo llevados en la actualidad hacia el desarrollo de informes integrales ambientales, sociales y de gobernabilidad (véase, por ejemplo, el proceso de revisión realizado por la Iniciativa de Reporte Global (GRI por sus siglas en inglés) de sus lineamientos para informes sostenibles, disponible en <http://www.globalreporting.org>). Además, los estándares de gestión internacional tales como las series ISO 14000 sobre gestión ambiental y el recién adoptado IS 26000 sobre responsabilidad social ofrecen un marco cada vez más referenciado para la acción. Por ejemplo, el ISO 26000 proporciona una guía básica con respecto a los principios subyacentes de la responsabilidad social para proporcionar un entendimiento común y prácticas consistentes.

solución viable para la gobernanza de algunos recursos globales comunes e, incluso cuando resultan en compromisos relativamente frágiles, establecen principios y normas importantes e incrementan el seguimiento y los flujos de información. Aunque muchos de los principales problemas ambientales a escala mundial ya han sido abordados por los AMMA, aún existe mucho por hacer con respecto a una elaboración de políticas multilaterales proactivas, ya sea mejorando los AMMA existentes o mediante la creación de nuevos acuerdos. El capítulo ‘Pesquerías’, por ejemplo, enfatiza la necesidad de crear organizaciones regionales de gestión pesquera que tengan el ‘talento’ para administrar de manera adecuada el consumo de reservas de peces; y un análisis reciente de la Convención de Basilea (Suiza), identificado en el capítulo ‘Residuos’ como una herramienta regulatoria importante, sostiene que su sistema de consentimiento previamente informado (CPI) y su comité de aprobación pueden y deben fortalecerse (Andrews, 2009).

Un AMMA con el potencial de influenciar la transición hacia una economía verde es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). La CMNUCC de la Convención de Kioto ha estimulado antes el crecimiento de un grupo de sectores económicos, como los de la generación de energías renovables y las tecnologías de eficiencia energética, con el fin de tratar las emisiones de GEI. Sin embargo, el futuro del régimen climático es todavía incierto ya que las negociaciones se encuentran estancadas en el complicado proceso de diseño de una arquitectura que entrará en vigencia después de que el periodo del primer pacto del Protocolo de Kioto finalice en 2012.

Como instrumentos de regulación, los AMMA pueden ser más o menos eficaces, y más o menos difíciles de consensuar, según la forma en la que se encuentren diseñados y aborden el problema en cuestión. El Protocolo de Montreal, por ejemplo, es considerado am-

pliamente como uno de los AMMA más exitosos (véase Cuadro 10). Una parte de este éxito se debe a su hábil diseño, el cual permitió soluciones flexibles e incluyó provisiones para las responsabilidades comunes pero diferenciadas, así como la creación de un financiamiento robusto mediante el establecimiento de un Fondo Multilateral para apoyar a los países en vías de desarrollo en el cumplimiento de las medidas de control del Protocolo, especialmente en relación con los costos de implementación de incremento gradual. El Protocolo de Montreal también tuvo éxito debido a la naturaleza del problema que estaba siendo regulado: podía concentrarse en un conjunto específico de productos para los que podían desarrollarse sustitutos, y otorgó beneficios relativamente grandes a los agentes con influencia política a costos relativamente bajos (Sunstein, 2007). Con un problema más complejo como el del cambio climático -el cual tiene impactos sobre todas las industrias, altos costos y beneficios en disputa, e implica desafíos como la asignación de derechos de emisión y el financiamiento de adaptación- alcanzar un consenso colectivo ha demostrado ser mucho más difícil.

Aun cuando el proceso se realiza relativamente sin complicaciones, los AMMA se ven en ocasiones obstaculizados por mecanismos de aplicación relativamente débiles. Pocos AMMA dan lugar a acciones punitivas, la mayoría de los mecanismos de conformidad consisten de informes propios y medidas de facilitación, un área en la que, como se mencionó antes, algunos AMMA tal vez podrían ser mejorados (UNEP, 2006).

La ley de comercio internacional

El sistema de comercio multilateral puede tener una gran influencia en la actividad económica verde, permitiendo o impidiendo el flujo de bienes, tecnologías e inversiones verdes. Gran parte de la influencia del comercio -para bien o para mal- depende de los tipos de políticas nacionales discutidos en otra sección de este capítulo. Si los precios de los recursos ambientales son establecidos de forma adecuada a escala nacional, el régimen de comercio internacional debería entonces permitir a los países explotar de manera sostenible su ventaja comparativa en recursos naturales para obtener una ganancia recíproca. Un análisis en el capítulo 'Agua' muestra, por ejemplo, las posibilidades

Cuadro 10: El Protocolo de Montreal

La implementación del Protocolo de Montreal sobre Sustancias que Agotan la Capa de Ozono (ODS) ha tenido éxito no solo en el control de dichas sustancias, sino también en el impulso de una economía verde. A la fecha, la convención internacional ha reducido la producción y el consumo de casi 100 químicos industriales consideradas como sustancias que agotan la capa de ozono en más del 97 por ciento (PNUMA Ozone Secretariat, 2010). La mayor parte de las ODS tienen un potencial de calentamiento global alto, por lo que la eliminación gradual de estos químicos ha tenido el beneficio adicional de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en alrededor de 11,000 millones equivalentes de toneladas de CO₂ por año, lo cual representa 5-6 veces la meta de reducción del Protocolo de Kioto para el periodo de 2008-2012 (Velders et al., 2007). Se estima que la implementación de los proyectos en países en vías de desarrollo que a la fecha han sido aprobados bajo el mecanismo de financiamiento -el Fondo Multilateral (véase multilateralfund.org)- del Protocolo de Montreal tendrá como resultado cobeneficios de mitigación climática estimados en más de 3,000 millones de toneladas de CO₂ equivalentes (GtCO₂-eq) a un costo de aproximadamente 1 dólar/tonelada CO₂-eq.

Otros beneficios que se derivan de la implementación del Protocolo de Montreal incluyen ahorros asociados a los daños por radiación ultravioleta a los cultivos, el ganado y los materiales, así como la prevención del cáncer y las enfermedades de cataratas oculares en seres humanos. Por ejemplo, la Agencia de Protección Ambiental (US EPA por sus siglas en inglés) reportó recientemente que el protocolo dará como resultado la prevención de más de 22 millones de nuevos casos adicionales de cataratas para los nacidos entre 1985 y 2100 tan solo en los EE. UU. (US EPA, 2010).

El Protocolo de Montreal también ha generado beneficios económicos y sociales considerables, incluyendo la creación de oportunidades en el reemplazo y la eliminación gradual de ODS no deseadas, la producción de sustitutos de ODS, el desarrollo y la comercialización de equipo respetuoso con el clima y el ozono, y la creación de Unidades de Ozono Nacionales en países en vías de desarrollo (Multilateral Fund Secretariat, 2010). Se espera que los beneficios a partir del Protocolo de Montreal crezcan ahora que los países están comprometidos con la eliminación gradual de hidroclorofluorocarburos (HCFC) y el reemplazo de estos con alternativas respetuosas con el clima y el ozono.

para las zonas con escasez de agua de reducir la presión sobre los suministradores locales por medio de la importación de productos de uso intensivo de agua provenientes de regiones con abundancia de agua. De forma similar, si las administraciones y políticas nacionales se disponen de tal manera que permitan a los países pobres el aprovechamiento total de las ganancias potenciales de la liberalización comercial, entonces el comercio puede ser un poderoso motor de desarrollo y contribuir a la disminución de la pobreza.

Al menos una parte de la influencia del comercio proviene de reglas aceptadas internacionalmente mediante las cuales se guía el comercio internacional. La actual Ronda de Doha de la OMC incluye asuntos a tratar que podrían apoyar la transición hacia una economía verde. Por ejemplo, las negociaciones se enfocan actualmente en la eliminación de los subsidios pesqueros, los cuales a menudo contribuyen de manera directa a la sobrepesca. Los intermediarios comerciales discuten también acerca de la reducción de barreras tarifarias y no tarifarias sobre bienes y servicios ambientales. Un estudio del Banco Mundial encontró que la liberalización comercial podría tener como resultado un aumento del siete al 13 por ciento en los volúmenes comerciales de estos bienes (World Bank,

2007). De manera similar, las negociaciones en curso para liberalizar el comercio en la agricultura podrían arrojar beneficios para la economía verde. Se espera que estas negociaciones conduzcan a una reducción en los subsidios agrícolas en algunos países desarrollados que debería estimular una producción agrícola más eficiente y sostenible en los países en vías de desarrollo. Es primordial, sin embargo, que los países en vías de desarrollo sean apoyados mediante la construcción de capacidad para aprovechar por completo las ganancias potenciales derivadas de la liberalización comercial (véase Cuadro 11).

Las reglas comerciales que rigen los derechos de propiedad intelectual (DPI) y el empleo de normas y etiquetado por parte de los gobiernos tienen grandes implicaciones para la transición hacia una economía verde. Los reglamentos para los DPI son parte de la mayoría de los acuerdos comerciales modernos. Los partidarios de reglas de DPI estrictas sostienen que estas pueden ayudar a promover una transición de la economía verde al dar incentivos a los innovadores, quienes de esta forma podrán tener mayor certeza de que su inversión en I+D será retribuida. Esto es de particular importancia en una época en la que se requieren de manera urgente nuevas tecnologías limpias; se ha es-

Cuadro 11: Construcción de capacidades relacionadas con el comercio

Se considera que el comercio es uno de los principales motores de desarrollo en el mundo, por lo que los capítulos sectoriales en este informe identifican muchas formas en las que el sistema comercial puede favorecer los mercados verdes, desde la promoción de un uso más eficiente de los recursos hasta la transferencia de tecnologías importantes. Sin embargo, una de las mayores críticas al sistema comercial es que muchos países carecen de la capacidad que les permitiría sacar provecho de estas ganancias potenciales. No obstante, existe un modelo actual que ha sido diseñado para hacer frente a estos desafíos: el Marco Integrado para la Asistencia Técnica relacionada con el Comercio para Países Menos Desarrollados, o simplemente, el IF.

El IF -actualmente el IF modificado- fue inaugurado en 1997 en la Reunión de Alto Nivel de la OMC sobre las Iniciativas Integradas para Países Menos Desarrollados del Tratado de Desarrollo, e involucra una colaboración del FMI, el Centro de Comercio Internacional (ITC por sus siglas en inglés), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (CNUCED), el Programa de las Na-

ciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Banco Mundial y la OMC.

El IF considera una fase de diagnóstico en la que la mayoría de los gobiernos de los países anfitriones trabajan en estrecha colaboración con expertos técnicos para identificar las barreras para una mayor integración al sistema mundial de comercio. Los estudios de diagnóstico de integración comercial resultantes (EDIC) no solamente identifican desafíos sino también soluciones. Las soluciones acostumbradas incluyen cambios en las políticas, tales como nuevas leyes y regulaciones; inversiones en infraestructura, como los nuevos corredores de transportación, instalaciones aduaneras y equipo; o construcción de habilidades, como el entrenamiento para negociantes comerciales. El país anfitrión establece posteriormente una prioridad de todos aquellos elementos de los EDIC que se ajusten mejor a sus prioridades nacionales y hace efectivas las recomendaciones en su plan nacional de desarrollo.

Source: IF Secretariat (2009)

timado que casi el 36 por ciento de las reducciones en emisiones de carbono requeridas para 2020 podrían alcanzarse mediante el empleo de nuevas tecnologías en los sectores de la energía, el transporte, la construcción y la industria (Tomlinson, 2009).

Por otro lado, los DPI generan barreras para la transferencia de las mismas tecnologías e innovaciones que impulsan. Aun cuando el Acuerdo de la OMC sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (TRIPS) fue diseñado para tener en cuenta la necesidad de un equilibrio entre innovación y difusión, haciendo notar que se requiere un “máximo de flexibilidad” en relación con los países miembros menos desarrollados, muchos capítulos de sectores en este informe identifican a los DPI como un obstáculo importante para el desarrollo de los mercados verdes. Más aún, algunos estudios mencionan que el acuerdo de los TRIPS ha sido criticado por no ser capaz de cubrir de forma adecuada las necesidades de los países en vías de desarrollo (Foray, 2009).

El uso de normas y esquemas de etiquetado voluntario es otra área importante relacionada con el comercio desde una perspectiva de la economía verde. Estas herramientas pueden ser efectivas para la consecución de objetivos ambientales y el favorecimiento de los mercados de bienes y servicios sostenibles al informar a los consumidores acerca de los productos y los procesos de producción. En el sector de la manufactura, por ejemplo, las normas a menudo ‘empujan’ el mercado al solicitar a los fabricantes que cumplan con los lineamientos mínimos, y estos son con frecuencia complementados por esquemas voluntarios de etiquetado ecológico para reactivar el mercado mediante la distribución de información relevante a los consumidores con el fin de que puedan realizar decisiones de compra informadas. El Forest Stewardship Council (FSC, por sus siglas en inglés), por ejemplo, proporciona un marco normativo internacionalmente reconocido, aseguramiento de marcas y servicios de acreditación para compañías, organizaciones y comunidades. El capítulo ‘Bosques’ establece que la certificación ha tenido la mayor influencia en la política forestal durante la década pasada.

Asimismo, el Marine Stewardship Council (MSC, por sus siglas en inglés) reconoce y recompensa la pesca sostenible por medio del trabajo con las pesquerías y los socios comerciales para brindar a los compradores y consumidores una forma sencilla de obtener alimentos marinos desde una fuente sostenible (MSC, 2009).

De forma más general, las normas y los esquemas voluntarios de etiquetado también pueden desempeñar un papel importante en la contratación pública sostenible. Aun cuando por lo general se considera una mala práctica que los funcionarios del área de adquisiciones

soliciten el cumplimiento de una norma específica -las empresas pueden estar altamente calificadas sin ser parte de una norma determinada, o ser parte de otro programa de acreditación, estas normas son empleadas a menudo por los compradores públicos para identificar los criterios de buenas prácticas para la evaluación de la sostenibilidad de un bien o servicio.

Aunque las normas y los esquemas de etiquetado pueden ser instrumentos poderosos que conduzca a una economía verde, también pueden generar barreras para los productores pequeños y de países en vías de desarrollo que pueden no tener los recursos adecuados para demostrar el cumplimiento con las normas, o para quienes las normas son inapropiadas. Por ejemplo, se ha informado de que los agricultores uzbekos que buscan una certificación en el mercado francés de frutas y vegetales orgánicos han tenido que enfrentar costos de conformidad más altos que el PIB nacional per cápita (Vitalis, 2002). En otros lugares, se ha demostrado que las normas sobre el consumo del agua basadas en una disponibilidad limitada del agua en un país son apropiadas para otros lugares en donde la situación del agua es completamente diferente (Vitalis, 2002). Desde una perspectiva comercial existe la preocupación de que las normas -las obligatorias en especial- puedan impedir el acceso de los exportadores de países en vías de desarrollo a los mercados rentables en los países desarrollados. Incluso un mejor acceso para los productos de países en vías de desarrollo es fundamental para el desarrollo. Es por tanto crucial encontrar el balance adecuado entre la protección ambiental y la protección de acceso al mercado. El diálogo multilateral y las negociaciones, en la medida de lo posible, son esenciales para garantizar el logro de dicho balance.

Adicionalmente, como se mencionó en el capítulo ‘Bosques’, puede llegar a suceder que los cuerpos normativos favorezcan un enfoque gradual -mediante el establecimiento de puntos de referencia para que las empresas midan su progreso en pos de un criterio sostenible y mediante la procuración de asistencia en la planeación y la construcción de capacidades para alcanzar normas más altas (Morrison et al., 2007). La asistencia de desarrollo oficial también puede ser empleada para ayudar a los exportadores de países en vías de desarrollo a cumplir con las estrictas normas en sus principales mercados de exportación.

Marco internacional de inversiones

El marco internacional de inversiones consiste en una red de tratados entre estados, y contratos entre estados e inversionistas privados, en donde se describen los derechos y las obligaciones en relación con las inversiones extranjeras. Los acuerdos de estado a estado, tales como los tratados bilaterales de inversión (TBI), los tratados regionales de inversión y los capítulos sobre in-

versión en los acuerdos de tratados como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), ofrecen derechos y protecciones a los inversionistas de los estados incluidos. Los contratos entre un estado y un inversionista, a menudo llamados contratos de inversión o acuerdos del país anfitrión, disponen los derechos y las obligaciones del inversionista y el país anfitrión, e incluyen las condiciones aplicadas a las operaciones de un solo inversionista y sus subsidiarios en el país anfitrión otorgante. Los acuerdos del país anfitrión son más comunes en países en vías de desarrollo en donde a menudo existen menos regulaciones generales que se ocupen de los derechos sobre la inversión.

Un número cada vez mayor de acuerdos de tratados regionales firmados recientemente incorpora consideraciones ambientales en sus respectivos capítulos sobre la inversión. Los acuerdos pueden promover de forma expresa la actividad de la inversión que se emprende de tal forma que sea sensible a las inquietudes ambientales, como en el caso del acuerdo de libre comercio Nueva Zelanda-Malasia. Ciertos acuerdos, como el acuerdo de libre comercio Canadá-Jordania, también buscan promover la aplicación de las leyes ambientales nacionales y garantizar que dichas leyes

no atenten contra los propósitos de alentar la inversión o el comercio. A pesar de que las consideraciones ambientales figuran cada vez más en el marco internacional de inversiones, muchos tratados y contratos de inversión no promueven de forma expresa las inversiones sostenibles sobre las no sostenibles (Mann et al., 2005). Un problema clave en relación con los contratos de inversión surge, por ejemplo, de las 'cláusulas de estabilización', disposiciones en los acuerdos del país anfitrión que inmoviliza la legislación en un cierto punto del tiempo o que requieren los países anfitriones para realizar compensaciones en caso de cambios en la ley que afecten de manera adversa los beneficios. Se ha expresado preocupación de que dichas cláusulas limiten la capacidad del estado para regular con eficacia y así proteger el medio ambiente y los derechos humanos (Shemberg, 2008), lo cual podría tener consecuencias para la promoción de una economía verde, en la que las regulaciones son establecidas para impulsar el crecimiento verde. Por tal razón, es importante que sean entendidos adecuadamente tanto los beneficios como las restricciones asociadas a los marcos internacionales de inversiones al momento de negociarse y para garantizar que sirvan de apoyo en la transición hacia una economía verde.

3 Acciones de apoyo

Según su nivel de desarrollo, cada país contará con un rango diferente de capacidades para implementar los tipos de políticas discutidos en las secciones anteriores de este informe, y hacer frente al cambio que conlleva la transición hacia una economía verde. En particular, instituciones fuertes que incluyan políticas, prácticas y sistemas que permitan el funcionamiento eficaz de una organización o grupo, son vitales para el éxito de las políticas gubernamentales destinadas a enverdecer los sectores más importantes (Wignaraja, 2009). En consecuencia, una estrategia que permita incrementar la actividad económica debe incluir esfuerzos de mejora de las capacidades para implementar políticas y administrar el cambio.

Más concretamente, los países pueden requerir ayuda con relación a los recursos, conocimientos técnicos, capacitación, desarrollo y difusión de tecnología, respaldo político y otro tipo de asistencia de una amplia gama de agentes, incluyendo las organizaciones intergubernamentales, las instituciones financieras internacionales, los organismos de ayuda bilateral, las empresas multilaterales y las organizaciones no gubernamentales.

3.1 Apoyo a la construcción de capacidades y fortalecimiento de las instituciones

El PNUD ha identificado cinco capacidades funcionales básicas de los gobiernos que determinan el resultado de los esfuerzos de desarrollo. Estos incluyen la capacidad gubernamental de: comprometer a las partes interesadas; evaluar una situación y definir una visión; formular las políticas y las estrategias; presupuestar, administrar e implementar las políticas, y evaluar los resultados (Wignaraja, 2009). Estas capacidades funcionales genéricas serán necesarias para hacer una transición a una economía verde.

Tres de los problemas más importantes relacionados con la creación de capacidades que se enfatizan en todos los capítulos de sectores son: mejores capacidades basadas en la información, la necesidad de planeación integral, y la aplicación adecuada de los requerimientos de políticas y leyes.

La importancia de la investigación, la recolección y la gestión de datos no puede subestimarse. Los capítulos sectoriales de este informe establecen que existe ya una

cantidad importante de información respecto al estado de los recursos naturales y los ecosistemas, y la manera en que estos contribuyen al bienestar económico, así como en las oportunidades de economía verde que pueden aprovecharse en cada sector de la economía. Sin embargo, un mensaje común es que estas generalidades deben ser matizadas de acuerdo con las condiciones nacionales y locales. Además del capital técnico y humano, esto exige desarrollo de instituciones que adopten un modelo consistente, de carácter científico, para la evaluación y el análisis de los recursos ambientales. También es necesario que existan reglas estrictas y flexibles para garantizar el análisis científico sea considerado apropiadamente en la política de toma de decisiones y que los ciclos de retroalimentación permitan un aprendizaje y adaptación continuos. Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) pueden desempeñar también un papel importante al apoyar la recolección de datos y la investigación (véase el Cuadro 12).

La información es también un tema importante para una buena gobernanza. En los procesos de planificación de políticas, la concientización sobre las necesidades, inquietudes y el conocimiento de las partes interesadas, y la interacción sobre esta base, son primordiales para garantizar resultados socialmente óptimos. Una vez que los objetivos son definidos y medibles, y se da seguimiento a la operación de las políticas, el suministro de información también es necesario para garantizar la eficacia de las políticas y el compromiso (véase el capítulo 'Modelación' para más información sobre los indicadores y la medición). Además, los datos necesitan ser evaluados de forma verosímil y empleados como base para la adaptación de cualquier política.

Reunir la suficiente información para mantener al día una buena elaboración de políticas no es una tarea fácil. A menudo, se requieren de mayores recursos financieros, mejor capacidad administrativa, capacitación técnica y acceso a la tecnología, así como el desarrollo de instituciones que permitan el funcionamiento eficaz de la investigación y los procesos de consulta, además de su interacción con las decisiones de la elaboración de políticas.

La planificación estratégica integrada es igualmente importante. La mayor parte de los capítulos de sectores enfatizan la necesidad de un enfoque holístico para una elaboración de políticas que garantice que las decisiones se encuentren alineadas con la totalidad de los objetivos de una economía verde. Esto incluye el desa-

Cuadro 12. Aprovechamiento de las tecnologías de información y las comunicaciones

Activación de la economía verde mediante las TIC

Durante las dos décadas pasadas, los productos y servicios producidos por el sector de las tecnologías de información y comunicación han sido catalizadores del crecimiento económico ya que han propiciado beneficios en la productividad y han transformado los procesos de producción, los mercados y las industrias tanto en los países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo. Un estudio reciente descubrió que el consumo y el gasto relacionado con el Internet – el sistema nervioso central de la economía digital – es mayor que el de la agricultura o la energía. Dicho estudio descubrió también que la contribución total del Internet al PIB mundial es mayor al PIB de España o Canadá y está creciendo más rápido que el de Brasil (McKinsey Global Institute 2011).

Existe un reconocimiento cada vez mayor entre los responsables de las políticas y los accionistas de las TIC con respecto a que las TIC pueden ser poderosos agentes de la economía verde mediante la transformación de las infraestructuras económicas, los sectores industriales y los comportamientos sociales. Estas pueden:

- Incrementar la eficiencia de la producción y el consumo en los sectores de la energía, el transporte, la construcción y la manufactura, mediante el desarrollo de sistemas inteligentes. Se estima que las TIC podrían reducir las emisiones mundiales de GEI en un 15 por ciento para 2020, en comparación con el escenario base (BAU) planteado en 2002 (The Climate Group, 2008).
- “Des-materializar” productos, servicios y procesos físicos completa o parcialmente, lo que da como resultado reducciones importantes en el consumo de energía y materiales. Algunos ejemplos incluyen el ahorro de papel mediante la facturación electrónica; un mayor uso de acuerdos de trabajo a distancia; y reuniones virtuales en los sectores público y privado.
- Incrementar el acceso a la educación, el cuidado de la salud y otros servicios públicos; crear nuevas oportunidades para la interacción social y la expresión cultural; y fomentar la participación en la vida pública.
- Las aplicaciones futuras de las TIC podrían impulsar la actividad económica verde de otras formas. El desarrollo de nuevos tipos de redes que incluyan objetos en el ambiente natural –referido comúnmente como el Internet de las cosas– mejoraría la capacidad de los actores públicos y privados para supervisar toda suerte de sistemas naturales y humanos en tiempo real, así como de gestionar las operaciones y los impactos de estos sistemas de formas más sostenibles. Esto tendría implicaciones para muchos sectores, entre las cuales se incluyen: sistemas naturales que proporcionan bienes y servicios ambientales; agricultura; silvicultura; energía; transporte; y construcciones y sus instalaciones.
- Pese a ello, los responsables de las políticas deben reconocer además que las TIC también implican retos de sostenibilidad – por ejemplo, una mayor demanda total de energías no renovables y recursos materiales. El sector de las TIC se ha convertido también en una fuente principal de

contaminación tóxica por medio de la basura electrónica y las emisiones de GEI. Estos efectos deben ser sopesados cuidadosamente frente a los beneficios de las TIC, y mitigados en la medida de lo posible para promover de mejor manera la actividad económica verde.

Impulso a las TIC

Como sucede con cierta cantidad de tecnologías verdes, los gobiernos necesitan crear un ambiente propiciador adecuado que permita el florecimiento de las TIC. Esto requiere una colaboración cercana entre las agencias de gobierno responsables de las TIC y las iniciativas de la economía verde en conjunto con sus respectivas comunidades de partes interesadas. Las intervenciones gubernamentales para alentar la contribución de las TIC a una economía verde incluyen:

- *Acceso universal y asequible a las redes y servicios de banda ancha.* En mayor medida, este objetivo puede alcanzarse mediante marcos reguladores que alienten la inversión privada, promuevan la competencia entre proveedores de servicios de banda ancha, garanticen el acceso abierto a la red a los creadores de aplicaciones y contenidos de banda ancha, y protejan los derechos de los consumidores de servicios, aplicaciones y contenidos de banda ancha de su elección – una política por lo general conocida como “neutralidad de la red”. A pesar de ello, la experiencia ha demostrado también que brindar acceso a las redes de banda ancha en algunas zonas geográficas no es económico, y que el servicio de banda ancha no es asequible para algunos grupos. En estas circunstancias, muchos gobiernos han subsidiado el despliegue de la red de banda ancha y el acceso al servicio mediante diversas formas de inversión pública, subsidios y requisitos reguladores.
- *Transición a IPv6.* El Protocolo Internet versión 6 (IPv6), un nuevo sistema de direccionamiento, fue desarrollado hace más de una década para suceder con éxito a IPv4. Aunque proporciona un número prácticamente ilimitado de direcciones que serán necesarias para apoyar la puesta en marcha de sistemas inteligentes –tales como Internet de las cosas– su desarrollo ha sido lento. La contratación pública puede tener un efecto poderoso para permitir una suave transición a IPv6 mediante la estimulación de la demanda de productos y servicios IPv6. Requisitos reglamentarios también pueden tener un importante efecto.
- *La seguridad y la confianza en el entorno en línea.* Los responsables políticos deben desarrollar marcos legales sólidos, mecanismos normativos y mecanismos de aplicación que protejan la privacidad de las personas y los derechos de los ciudadanos y de los consumidores, la lucha contra los delitos informáticos, garantizar la seguridad y estabilidad de las redes electrónicas, y el equilibrio de los derechos de los usuarios y creadores de productos y servicios de información. La industria también puede contribuir mediante el desarrollo de códigos de prácticas que ayuden a proteger a los consumidores y el desarrollo de herramientas que permitan a los usuarios de Internet gestionar sus identidades en línea.

rollo de procesos y normas para sistematizar la consideración sobre cómo las políticas en un sector pueden afectar a otros; evaluar cuidadosamente las decisiones que tengan consecuencias a largo plazo; incorporar políticas para el desarrollo de habilidades; y emplear una combinación adecuada de herramientas de políticas para alcanzar un objetivo determinado.

La investigación en el uso de múltiples herramientas de políticas demuestra que las diversas combinaciones de instrumentos informativos, reguladores y de mercado pueden ser más o menos eficaces y eficientes en diferentes situaciones (OECD, 2007). El ejemplo más contundente de este principio se encuentra en el capítulo 'Ciudades', que concluye que la planeación urbana tiene efectos importantes y a menudo inalterables sobre los costos de vida y la eficiencia ambiental. De manera similar, en la promoción de las tecnologías de energía renovable, hoy en día se reconoce que tan solo el establecimiento del apoyo a los ingresos puede ser insuficiente o innecesariamente costoso si los responsables de las políticas no son capaces de atender problemas como la infraestructura de suministro o los procesos obstaculizadores de planeación de autorizaciones (OCDE/AIE 2008).

Otra área de importancia es la ejecución de leyes y regulaciones. La eficacia de cualquier herramienta política depende del trabajo conjunto de una cadena de agentes e instituciones que garanticen su implementación adecuada, partiendo de la verificación de la adjudicación apropiada de licitaciones en la contratación pública sostenible para garantizar que la fiscalización relacionada con el medio ambiente se establezca sobre la actividad económica pertinente. Es necesaria una capacidad financiera, administrativa y técnica para supervisar de forma adecuada el cumplimiento; al tiempo que se requieren de instituciones fuertes, incluyendo normas sociales y culturales, así como la introducción de organizaciones con autoridad suficiente, para garantizar que se apliquen las sanciones adecuadas cuando se infrinjan el protocolo y las regulaciones.

Las organizaciones intergubernamentales, las instituciones financieras internacionales, las ONG, el sector privado, y la comunidad internacional en su conjunto desempeñan un importante papel en la provisión de asistencia técnica y financiera en los países en vías de desarrollo. Facilitar el camino para una transición transparente hacia una economía verde requerirá un esfuerzo internacional sostenido por parte de estos actores. La Conferencia de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas en 2012 (Rio+20) ofrece una oportunidad invaluable para que la comunidad internacional promueva la acción de la economía verde dado que uno de los dos temas de la cumbre es "una economía verde en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza"

(General Assembly Resolution 64/236). El compromiso y la acción de los gobiernos, las organizaciones internacionales y otros agentes durante los siguientes dos años determinarán si la cumbre ofrece el impulso y la dirección que se requieren para encauzar la transición.

Adicionalmente, la ONU y sus asociados han tenido una larga historia de apoyo a la construcción de capacidades nacionales y actividades de capacitación, por lo que pueden utilizar este conocimiento para apoyar los esfuerzos de la economía nacional verde. En la actualidad existen esfuerzos en curso dentro del sistema de la ONU a través del Grupo de Gestión Ambiental para afinar el apoyo de la economía verde en un ámbito nacional. Bajo esta iniciativa, 32 organizaciones provenientes del sistema de la ONU desarrollan un informe de evaluación entre agencias sobre la manera en que el conocimiento de las diferentes agencias de la ONU, fondos y programas, puede contribuir a auxiliar a los países en la transición hacia una economía verde (Environmental Management Group, 2010).

Por otro lado, la cooperación entre países del Sur es crucial: muchas experiencias y logros en la consecución de una economía verde de países en vías de desarrollo pueden ofrecer un impulso valioso, ideas y medios para otros países en vías de desarrollo para tratamiento de problemas similares, en especial debido a las ganancias impresionantes y el liderazgo demostrado en la práctica (UNEP, 2010e). La cooperación entre países del Sur puede aumentar, de este modo, el flujo de información, el conocimiento y la tecnología a un bajo costo. Más ampliamente, conforme los países se encaminen hacia una economía verde, el intercambio formal e informal de experiencias y lecciones obtenidas puede mostrarse como una forma valiosa de desarrollar capacidades.

3.2 Inversión en capacitación y educación

Serán necesarios programas de capacitación y perfeccionamiento de habilidades que preparen a la fuerza de trabajo para la transición hacia una economía verde. Un estudio conjunto entre el PNUMA, la OIT y otros socios encontró que el impacto de la transición sobre los trabajadores variará enormemente de acuerdo con cada sector económico específico y el país en cuestión. En algunos casos, la transición podría representar una pérdida de empleos, y en otros casos, se espera que se generen nuevos empleos verdes. Algunos estudios disponibles a un nivel sectorial y de economía global sugieren que, a fin de cuentas, se generarán más empleos en una economía verde (UNEP, 2008b). La energía renovable, por ejemplo, genera más empleos por cada dólar invertido, por unidad de capacidad instalada y por unidad de energía generada que el sector de la producción convencional

de energía. De igual forma, el transporte público tiende a generar mayor empleo que cuando se depende de autos y camiones particulares (UNEP, 2008c). Se estima, además, que el ritmo de creación de empleos verdes se acelere probablemente en el futuro (UNEP, 2008b).

Sin embargo, en lugar de reemplazar los empleos existentes por nuevos empleos verdes, es más bien el contenido de estos empleos (por ejemplo, el método de trabajo y las habilidades de los trabajadores), lo que a menudo se modificará (ILO, 2008). Una fuerza laboral capacitada es un prerrequisito para una economía verde, por lo que puede ser necesario concentrar los esfuerzos educativos en la alineación de las habilidades con las necesidades del mercado laboral. Esto es de particular importancia para las llamadas disciplinas CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, y Matemáticas). Se espera que varios tipos de empleo, a través de la economía, cambien para dar respuesta a una economía más eficiente en cuanto a una economía más eficiente en energía y recursos. Por ejemplo, los constructores se mantendrán en el mismo empleo, pero comenzarán a ofrecer servicios nuevos y verdes. Estos cambios indican la necesidad de capacitación y perfeccionamiento de habilidades de la fuerza laboral.

La escasez actual de mano de obra calificada podría frustrar los esfuerzos de los gobiernos para transitar hacia una economía verde y obtener los beneficios ambientales y rendimientos económicos esperados. Por ejemplo, casi todos los subsectores energéticos tienen un déficit de mano de obra calificada, el cual es especialmente marcado en el sector hidroeléctrico, de biogás y de biomasa. La escasez de mano de obra calificada también es apremiante para la manufactura en la industria de las energías renovables, en especial para los ingenieros, el

equipo de operación y mantenimiento, y la gestión de sitio (UNEP, 2008b). Por esta razón, es fundamental que los gobiernos trabajen con los empleadores para cerrar la brecha actual de habilidades y anticipar las necesidades futuras de la fuerza laboral para la transición hacia una economía verde.

Además del cambio de habilidades de los trabajadores, es necesario asegurarse de que los administradores desarrollen nuevas perspectivas, concientización y capacidades requeridas para garantizar una transición transparente. Un estudio reciente de la OCDE menciona que "las empresas tendrán que asegurarse de que sus administradores puedan adquirir y entender las nuevas habilidades requeridas para responder a los cambios que tendrán lugar dentro de sus áreas de responsabilidad; desarrollar capacidades gerenciales de mayor orientación verde; así como hacer un uso adecuado de las habilidades que su equipo ha adquirido" (OECD, 2010c).

Para muchos países y empresas, especialmente en empresas pequeñas y medianas, será necesario el apoyo de los gobiernos, las OIG y ONG en la reconversión de los trabajadores y la Administración. Además es importante recordar que mientras algunos grupos y regiones obtendrán ganancias significativas en la transición hacia una economía verde, otros experimentarán pérdidas importantes. En los casos en los que haya pérdida de empleos se requerirá apoyo para cambiar a los trabajadores hacia nuevos empleos o proporcionarles asistencia social. En el sector de la pesca, por ejemplo, los pescadores pueden requerir capacitación para la obtención de medios de subsistencia alternativos, dentro de los que se podría incluir su participación en la restitución de las reservas pesqueras.

4 Conclusiones

Aun cuando existe un argumento claramente económico para la inversión verde, en general, se necesitan condiciones favorables para este tránsito. Este capítulo ha identificado las cinco áreas clave de la elaboración de políticas cuya introducción por parte de los gobiernos podría ser viable en todos los niveles a corto y mediano plazo, con miras a encaminar un cambio innovador y transformador a largo plazo que pueda aumentar la colaboración entre los diferentes sectores de la economía verde.

El primero de estos, la inversión y el gasto público, puede ser importante a corto plazo para atraer la inversión verde y promover el desarrollo de los mercados verdes, en especial en aquellos lugares en donde las herramientas de políticas alternativas son práctica o políticamente inaplicables. Una segunda área clave de elaboración de políticas está representada por el uso de impuestos relacionados con el medio ambiente, así como otros instrumentos basados en el mercado, para hacer frente a las externalidades ambientales y fallas de mercado. Una serie de medidas innovadoras, que incluyen los esquemas negociables de permisos y las tarifas de suministro reguladas, se ha utilizado de manera exitosa en años recientes por parte de los gobiernos para agilizar la transición hacia una economía verde.

Este capítulo también discute la importancia de reformar los subsidios gubernamentales que son perjudiciales para el medio ambiente. Aunque la reforma de estos subsidios presenta desafíos, existe una serie de ejemplos de buenas prácticas que muestran que la reforma es notoriamente viable. Las otras dos áreas clave para la elaboración de políticas -mejora de los

marcos reguladores y fortalecimiento de la gobernanza internacional- se centran en la importancia de las leyes y las regulaciones nacionales e internacionales en el estímulo de una actividad económica verde.

El capítulo deja claro que se requiere de una construcción de capacidades para la implementación real de las herramientas de políticas, como en las áreas de la investigación, la recolección de datos, la gestión de la información, la consultoría y ejecución, en donde el papel de las instituciones es de particular importancia para la eficacia de la política. Se requiere asimismo apoyo para garantizar que los trabajadores obtengan un trato justo, que el mercado laboral se encuentre preparado para satisfacer la demanda de empleos verdes, y que los grupos más susceptibles a cambios recibieran una compensación adecuada.

De forma general, queda claro que existe abundancia de opciones de políticas para que los gobiernos propicien la transición verde los sectores clave y que la implementación de estrategias para enverdecer la economía implicará un amplio conjunto de medidas e indicadores adecuados para medir los avances. El desafío, por tanto, es establecer las prioridades en un ámbito nacional e identificar las estrategias sobre cómo se puede enverdecer los sectores clave, de tal modo que dichas estrategias se encuentren en conformidad con los compromisos existentes para la erradicación de la pobreza y el desarrollo sostenible. La necesidad de un diseño detallado de políticas -apoyado en la experiencia, un amplio conocimiento del contexto local, y la consultoría integral- no debería subestimarse, así como tampoco la amplitud de las zonas de influencia ni las recompensas finales.

Anexo 1 - Condiciones favorables: Una visión general por sector

La siguiente tabla resume las condiciones favorables que han sido identificadas por los capítulos sectoriales en este informe. Describe la manera en que cada condición puede propiciar la actividad económica verde y ser creada por diferentes medidas, así como identificar los sectores en los que cada medida puede ser particu-

larmente importante. Las condiciones se agrupan bajo cinco temas: Financiamiento, Gobernanza, Mercado, Infraestructura e Información. Una superposición entre estas agrupaciones es inevitable. Por otro lado, la lista de medidas deberá tomarse de forma ilustrativa y no exhaustiva.

Condición favorable	Argumento: Cómo la favorece	Medidas que pueden crear la condición favorable	Sectores en los que estas medidas son de particular importancia
Finanzas			
Aumento de la disponibilidad de financiamiento por los gobiernos y las empresas en las industrias verdes.	Mayor disponibilidad financiera para los gobiernos y las empresas en sectores verdes. Con el fin de que las empresas verdes puedan surgir y expandirse, se requiere disponibilidad en los niveles adecuados de inversión privada. Además puede ser necesario incrementar la disponibilidad de financiamiento público de tal manera que una serie de herramientas de políticas puedan ser empleadas para levantar la inversión privada.	Véase además el capítulo 'Financiamiento'.	
		Las siguientes herramientas de políticas, empleadas principalmente por su aptitud para corregir desajustes de precios, también pueden aumentar los niveles de financiamiento público:	→ Todos
		Reforma a los subsidios.	→ Agricultura, Energías renovables, Pesca, Bosques, Manufactura, Agua.
		La fijación de impuestos relacionados con el medio ambiente, otros instrumentos fiscales, tarifas e impuestos, permisos comerciables.	→ Agricultura, Construcción, Energías renovables, Pesca, Bosques, Manufactura, Transporte, Residuos, Agua.
Gobernanza			
Una red de leyes y normas que respalde el uso y la gestión eficiente y a largo plazo de los recursos y la protección ambiental.	La combinación adecuada de derechos, responsabilidades, leyes, incentivos y acuerdos pueden alentar la protección ambiental y el uso racional de los recursos naturales, lo cual puede ayudar a garantizar la sostenibilidad de las actividades económicas que se apoyan en estos recursos. Las organizaciones nacionales e internacionales pueden servir como instrumentos en la administración de estas leyes y normas.	La planeación estratégica e integrada (por ejemplo, el establecimiento de la 'visión' para el futuro de ciertos sectores); canastas de políticas complementarias; consideración de los efectos de las políticas a lo largo de los sectores y a niveles local, provincial, nacional e internacional; reconocimiento de las partes interesadas y consultoría, etc.	→ Todos
		Diseño de derechos de propiedad y de acceso a los ecosistemas.	→ Agricultura, Pesca, Agua.
		Reglas y regulaciones, normas o prohibiciones (por ejemplo, normas de eficiencia vehicular, leyes de urbanidad en las ciudades, proscripción del arrastre de fondo, normas de seguridad alimenticia, leyes de eliminación de residuos).	→ Todos
		Acuerdos voluntarios y negociados	→ Construcción, Ciudades, Bosques, Manufactura, Turismo, Residuos.
		Cooperación internacional sobre acuerdos, leyes y organizaciones requeridas para el desarrollo de bienes y servicios verdes (por ejemplo, reducción de la concentración del poder de mercado en las cadenas de valor agrícola internacionales; acceso preferencial para importaciones provenientes de países de bajo ingreso; reforma de las leyes pesqueras internacionales).	→ Agricultura, Pesca, Energías renovables, Transporte, Agua, Residuos.

Condición favorable	Argumento: Cómo la favorece	Medidas que pueden crear la condición favorable	Sectores en los que estas medidas son de particular importancia
Leyes y normas que estimulan la transferencia de tecnología.	El acceso a la tecnología puede ser un instrumento para la mejor gestión del medio ambiente y los recursos naturales y apoyar a sostener la actividad económica que recae en ellos. A su vez puede crear nuevas oportunidades económicas.	Diseño de derechos de propiedad intelectual.	→ Agricultura, Energías renovables, Transporte.
		Eliminación de las barreras comerciales para la transferencia de tecnologías verdes; cooperación internacional sobre transferencia de tecnología verde.	→ Agricultura, Energías renovables, Transporte, Agua.
Mayor capacidad administrativa y técnica en el gobierno y otras organizaciones.	En algunos casos, los gobiernos pueden requerir la extensión de sus capacidades administrativas y técnicas como un prerrequisito para aprobar políticas que estimulen la inversión en la actividad económica verde.	Inversiones en capacidades técnicas y administrativas.	→ Pesca, Manufactura, Energías renovables, Transporte, Residuos.
		Cooperación internacional (por ejemplo, el Plan Estratégico de Bali para el Apoyo a la Tecnología y la Construcción de Capacidades, etc.).	→ Pesca, Transporte, Residuos, Agua.
Mayor transparencia y compromiso.	La transparencia y el compromiso son los pilares para la buena gobernanza. Permiten el seguimiento y la evaluación de políticas destinadas a estimular la inversión verde y de esta forma pueden ayudar a garantizar que las políticas sean eficientes y eficaces en la consecución de sus objetivos.	Seguimiento y evaluación como elemento de otras políticas.	→ Todos.
		Transparencia para la elaboración de información acerca de la toma de decisiones y el gasto, disponible de forma accesible para el usuario.	→ Ciudades, Bosques, Transporte.
		Mecanismos para fomentar el compromiso como un elemento de las políticas (por ejemplo, revisiones críticas, metas de desempeño).	→ Todos, Bosques.
		Véase el capítulo 'Modelación' para obtener información acerca de los indicadores de medición.	→ Todos.
Aplicación efectiva de las leyes.	A menos que las leyes puedan aplicarse correctamente, éstas pueden no ser capaces de dirigir los flujos de inversión hacia la actividad de la economía verde.	Crear incentivos de aplicación adecuados (por ejemplo, multas con un precio establecido acorde por incumplimiento).	→ Ciudades, Pesca, Bosques, Manufactura, Residuos.
		Desarrollar capacidad para la aplicación.	→ Pesca, Bosques, Manufactura.
Mercado			
La actividad económica verde es impulsada por el apoyo del gobierno.	En algunos sectores puede ser necesario un apoyo directo para efectuar un cambio inmediato (especialmente en donde existe una rotación prolongada de capital social) o para apoyar nuevas industrias verdes. Este apoyo debe diseñarse cuidadosamente para evitar resultados costosos, inusuales o inesperados.	Mayor financiamiento para la cadena de innovación (por ejemplo, la investigación, el desarrollo, el despliegue, el intercambio de información).	→ Agricultura, Ciudades, Manufactura, Energías renovables, Residuos.
		Subsidios verdes, p.e. CPP (PPP, siglas en inglés), préstamos de bajo interés, tarifas de suministro regulado, incentivos de inversión, exención desde cierta regulación, empleos administrativos, apoyo para PYME verdes, etc.	→ Agricultura, Construcción, Ciudades, Pesca, Bosques, Manufactura, Energías renovables, Transporte, Residuos.
		Contratación pública sostenible.	→ Agricultura, Construcción, Ciudades, Energías renovables, Residuos.
El apoyo político para los sectores verdes es claro, previsible y estable.	Los inversionistas pueden ser cautelosos frente a industrias que están a expensas de apoyo político. La inversión puede aumentar si el apoyo a los sectores verdes es previsible, claro, y estable a largo plazo.	El diseño de políticas de grado de inversión (por ejemplo, garantías a largo plazo, cambios previsible, retiro gradual de apoyos, etc.)	→ Energías renovables, Transporte.

Condición favorable	Argumento: Cómo la favorece	Medidas que pueden crear la condición favorable	Sectores en los que estas medidas son de particular importancia
Precios que reflejan los costos reales de los bienes y servicios.	Cuando el precio de un bien o servicio no sostenible no refleja su verdadero costo social, los mismos pueden ser usados con exceso, lo que conduce a la sobrexplotación, ineficiencia y desperdicio de los recursos naturales. Los precios que reflejan los verdaderos costos pueden hacer que las oportunidades verdes sean relativamente más atractivas para las empresas y los inversionistas.	Reforma de subsidios perjudiciales.	→ Agricultura, Pesca, Bosques, Manufactura, Energías renovables, Agua.
		Tasas ambientales, otros instrumentos fiscales, mercados de intercambio de certificados, tarifas e impuestos.	→ Agricultura, Construcción, Ciudades, Pesca, Bosques, Manufactura, Energías renovables, Transporte, Residuos, Agua.
		Pagos por servicios ambientales.	→ Agricultura, Bosques.
Infraestructura			
Existencia de infraestructura verde esencial.	Algunos sectores requieren piezas específicas de infraestructura que son un prerrequisito para una inversión adicional (p.e. redes de suministro de energía eléctrica que se encarguen de las grandes fluctuaciones en el suministro o servicios de telecomunicaciones que ofrezcan datos sobre agricultura).	Programas de obras públicas; estructura de políticas similar para los subsidios verdes (por ejemplo, PFI por sus siglas en inglés), CPP, préstamos de bajo interés, tarifas de suministro regulado, etc.)	→ Agricultura, Ciudades, Pesca, Energías renovables.
Información			
Mayor información y análisis sobre las condiciones ambientales.	Las políticas deben ser notificadas por medio de información precisa y, en la mayoría de los casos, es necesario mejorar la recolección de datos.	Véase el capítulo 'Modelación' para obtener información acerca de los indicadores de medición.	→ Agricultura, Pesca, Turismo, Transporte, Residuos.
Fuerza laboral preparada con las habilidades necesarias para aprovechar las oportunidades verdes.	Debido a que muchas innovaciones en los sectores verdes requieren habilidades y conocimiento específicos, la fuerza laboral tendrá que adecuarse para aprovechar las nuevas oportunidades.	Recapitación y esquemas de apoyo para los trabajadores que empleen nuevas técnicas o cambio de empleo a nuevos sectores (por ejemplo, talleres, educación secundaria y terciaria).	→ Agricultura, Ciudades, Pesca, Manufactura, Turismo, Transporte, Residuos.
		Apoyo para alentar la adopción de nuevas tecnologías.	→ Energías renovables, Transporte.
		Intercambio de conocimiento, talleres de habilidades y aprendizaje interactivo local, nacional, regional e internacional.	→ Agricultura, Turismo, Residuos.
Mayor concientización acerca de los retos de sostenibilidad.	Una mayor concientización sobre los retos de la sostenibilidad aumentará la demanda popular de bienes y servicios verdes, y de políticas que las apoyen.	Iniciativas educativas, por ejemplo, una visión gubernamental para la economía verde, campañas de información y materiales en la educación estatal.	→ Agricultura, Construcción, Pesca, Bosques, Turismo, Transporte, Residuos.
Mayor información acerca de los costos del ciclo de vida de los bienes y servicios.	Una mayor información acerca de los costos del ciclo de vida de los bienes y servicios ayuda a los consumidores a elegir los productos que preferirían comprar y puede incrementar la cuota del mercado de bienes y servicios verdes.	Sistemas de etiquetado y certificación, auditorías verdes, o requisitos legales para la divulgación de información, diseñados para ser asequibles y verificables.	→ Agricultura, Construcción, Bosques, Manufactura, Turismo, Residuos.

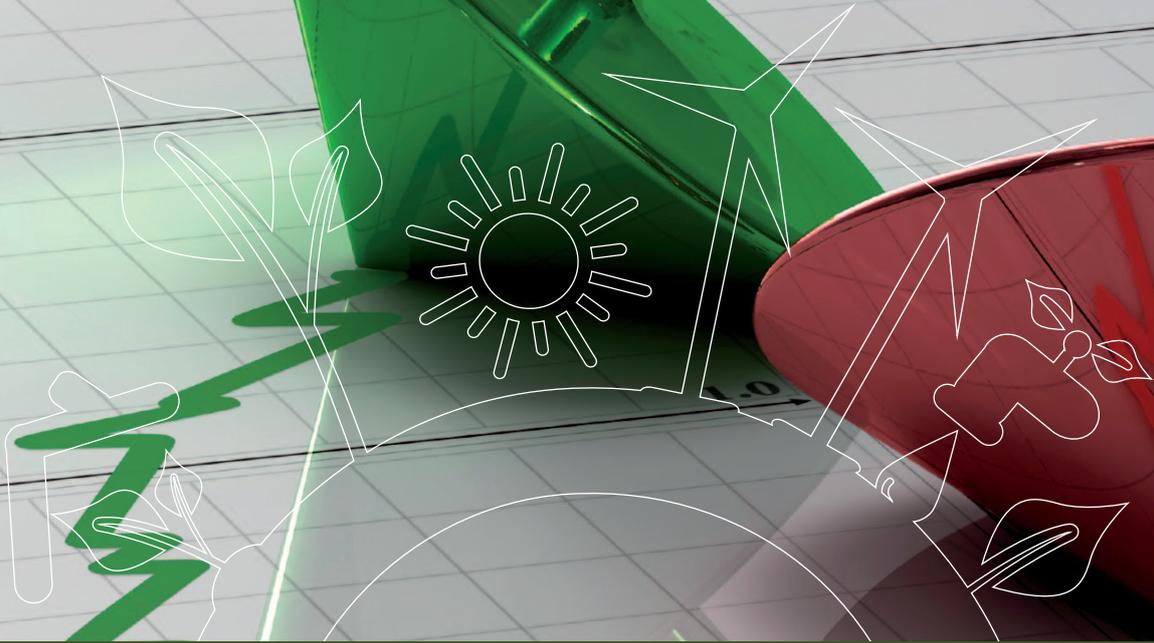
Referencias

- Amézquita, D. (2007). *Los tributos y la protección ambiental*. Retrieved from: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/398/amezquita.html>
- Andrews, A. (2009). Beyond the ban: Can the Basel Convention adequately safeguard the interests of the world's poor in the international trade of hazardous waste? *Law, Environment and Development Journal*, 5(2), 167.
- Bacon, R., & Kojima, M. (2006). *Coping with higher oil prices*. Washington, DC: World Bank.
- Barbier, E. B. (2010a). *A global green new deal: Rethinking the economic recovery*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Barbier, E. B. (2010b). A global green recovery: The G20 and international STI cooperation in clean energy. *STI Policy Review*, 1(3), 1-15.
- Benjamin, A. H., & Weiss, C. (1997). Economic and market incentives as instruments of environmental policy in Brazil and the United States. *Texas International Law Journal*, 32, 67-95.
- Blackman, A. (2007). *Voluntary environmental regulation in developing countries: Fad or fix?* (Discussion Paper). Washington, DC: Resources for the Future.
- Bloom, K. (2009). *Conditional cash transfers: Lessons from Indonesia's Program Keluarga Harapan*. (Asian Development Bank presentation).
- Bluffstone, R. (2003). Environmental taxes in developing and transition economies. *Public Finance and Management*, 3(1), 143-175.
- Coady, D., Grosh, M., & Hoddinott, J. (2004). *The targeting of transfers in developing countries: A review of lessons and experience*. Washington, DC: World Bank.
- Colbourne, L. (2008). *Sustainable development and resilience think piece for the SDC*. London: Sustainable Development Commission.
- Coleman, C., & Stefan, S. (2009). *Effective green building policy: The City of Vancouver case*. Globe-Net. Retrieved from <http://www.sustain.ubc.ca/sites/default/files/uploads/pdfs/cirs/Effective%20Green%20Building%20Policy.pdf>
- Cosbey, A. (2010). *Are there downsides to a green economy?: The trade, investment and competitiveness implications of unilateral green economic pursuit*. Retrieved from http://www.unctad.org/trade_env/greeneconomy/RTR20/part2RTR.pdf
- Cox, A. (2007). Easing subsidy reform for producers, consumers and communities. In *OECD, subsidy reform and sustainable development: Political economy aspects*. Paris: OECD.
- El Sobki, M., Wooders, P., & Sherif, Y. (2009). *Clean energy investment in developing countries: Wind power in Egypt*. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development.
- Environmental Management Group. (2010). *First meeting of the Issue Management Group on a Green Economy*. (Organized in Partnership with the World Bank and the IMF, March 23-24, 2010). Retrieved January 20, 2010, from <http://www.unemg.org/Portals/27/Documents/IMG/GreenEconomy/FirstMeeting/IMG1Summary.pdf>
- Environmental Protection Department of Hong Kong. (n.d.). Retrieved from http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/air_maincontent.html.
- Environmental Working Group. (n.d.). *Government's continued bailout of corporate agriculture*. (Farm Subsidy Database). Retrieved May 5, 2010, from <http://farm.ewg.org/summary.php>
- European Commission. (2008). *The support of electricity from renewable energy sources*. (p. 57). (Commission Staff Working Document. Accompanying document to the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources).
- Foray, D. (2009). *Technology transfer in the TRIPS age: The need for new types of partnerships between the least developed and most advanced economies*. Geneva: International Centre for Trade and Sustainable Development.
- Forest Stewardship Council. (2010). Retrieved from <http://www.fsc.org/>
- Frohwein, T., & Hansjürgens, B. (2005). Chemicals regulation and the Porter Hypothesis: A critical review of the new European chemicals regulation. *Journal of Business Chemistry*, 2(1), 19-36.
- Gaupp, D. (2007). Turkey's new law on renewable energy sources within the context of the accession negotiations with the EU. *German Law Journal*, 8, 413-416.
- Global Subsidies Initiative. (2010). *Defining fossil-fuel subsidies for the G-20: Which approach is best?* (Policy Brief). Geneva: Global Subsidies Initiative.
- Goldstein, M., & Udry, C. (2008). The profits of power: Land rights and agricultural investment in Ghana. *Journal of Political Economy*, 116(6), 981-1022.
- Googins, et al. (2007) *Beyond good company: Next generation corporate citizenship*. Palgrave Macmillan.
- Green Fiscal Commission. (2009). *Lessons from two green tax shifts in the United Kingdom*. London: Green Fiscal Commission.
- Green Fiscal Commission. (n.d.). *Welcome*. Retrieved May 14, 2010, from <http://www.greenfiscalcommission.org.uk/>
- Greenpeace. (n.d.). *Stop climate change*. Retrieved May 1, 2010, from <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/climate-change/>
- Grosh, M., del Ninno, C., Tesliuc, E., & Ouerghi, A. (2008). *For protection and promotion: The design and implementation of effective safety nets*. Washington, DC: World Bank.
- Hutagalung, S., Arif, S., & Suharyo, W. (2009). *Problems and challenges for the Indonesian conditional-cash transfer programme: Program Keluarga Harapan (PKH)*. Jakarta: Social Protection in Asia, SMERU Institute.
- International Energy Agency. (2010). *World Energy Outlook 2010*. Paris: IEA.
- IEA, OPEC, OECD & World Bank. (2010). *Analysis of the scope of energy subsidies and the suggestions for the G-20 Initiative*. (Joint Report prepared for submission to the G-20 Summit, June 26-27, 2010, Toronto).
- Integrated Framework Secretariat. (2009). *About the integrated framework*. Retrieved May 14, 2010, from <http://www.integratedframework.org/about.htm>
- International Institute for Sustainable Development. (2008). *Building accountability and transparency in public procurement*. Winnipeg: IISD.
- International Institute for Sustainable Development. (2009). *Towards sustainable outsourcing: A responsible competitiveness agenda for IT-enabled services*. Winnipeg: IISD.
- International Institute for Sustainable Development. (2010). *Lessons learned from Indonesia's attempts to reform fossil fuel subsidies*. Winnipeg: IISD.
- International Labour Organization. (2008). *Global challenges for sustainable development: Strategies for green jobs*. (ILO Background Note for the G-8 Labour and Employment Ministers Conference, May 2008, Japan).
- International Labour Organization. (2009). *World of work report 2009: The global jobs crisis and beyond*. Geneva: ILO.
- International Monetary Fund. (2008). *Fuel and food price subsidies: Issues and reform options*. Washington, DC: IMF.
- International Monetary Fund, & Keong, C.K. (2002). *Road pricing: Singapore's experience*. (p. 9). Singapore: Singapore Land Transport Authority. Retrieved from http://www.imprint-eu.org/public/Papers/IMPRINT3_chin.pdf
- Komives, K., Foster, V., Halpern, J., & Wodon, Q. (2005). *Water, electricity and the poor: Who benefits from utility subsidies?* Washington DC: World Bank.
- Land Transport Authority of Singapore (2011). Retrieved from http://www.lta.gov.sg/motoring_matters/index_motoring_erp.htm
- Lienemeyer, M. (2006). Restructuring aid to the steel industry of new EU Member States. In *OECD, Subsidy Reform and Sustainable Development: Economic, Environmental and Social Aspects*. Paris: OECD.
- Mann, H., von Moltke, K., Peterson, L., & Cosbey, A. (2005). *IISD model international agreement on investment for sustainable development*. Winnipeg: IISD.
- Marine Stewardship Council. (2009). *Net benefits: The first ten years of MSC certified sustainable fisheries*. London: MSC.
- Martinez-Fernandez, C., Hinojosa, C., & Miranda, G. (2010). *Green jobs and skills: Labour market implications of addressing climate change, Local Employment and Economic Development (LEED) Programme*. Paris: OECD.
- Mati, A. (2008). Managing surging oil prices in the developing world. *IMF Survey Magazine*. Retrieved May 4, 2010, from <http://www.imf.org/ex>

- ternal/pubs/ft/survey/so/2008/pol032008a.htm
- McKinsey Global Institute. (2011). *Internet matters: The net's sweeping impact on growth, jobs and prosperity*. Retrieved from http://www.mckinsey.com/mgi/publications/internet_matters/index.asp
- Ministry of New and Renewable Energy of India. (2010). *Annual Report 2009-2010*. Retrieved from <http://www.mnre.gov.in/annualreport/2009-10EN/index.htm>
- Morrison, K., Méthot, P., & Bastin, D. (2007). *Legality standards and step-wise approaches to sustainable forest management in Central Africa: Challenges of coordination and communication*. Washington, DC: World Resources Institute.
- Multilateral Fund Secretariat. (2010). *Status of implementation of delayed projects and prospects of Article 5 countries in achieving compliance with the next control measures of the Montreal Protocol* (UNEP/OzL. Pro/ExCom/62/6).
- Muñoz-Piña, C., Guevara, A., Torres, J. M. & Braña, J. (2008). Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. *Ecological Economics*, 65(4), 725-736.
- National Ecology Institute of Mexico. (2004). *Incentivos fiscales vigentes: Arancel cero y depreciación acelerada para inversiones que reporten beneficios ambientales*. Retrieved from <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/304/arancel.html>
- National Ecology Institute of Mexico. (2007). *Incentivos fiscales vigentes: arancel cero y depreciación acelerada para inversiones que reporten beneficios ambientales*.
- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C., Valdés, L., de Young, C., Fonseca, L., et al. (2009). *Blue carbon: The role of healthy oceans in binding carbon*. Norway: UNEP.
- Network of Heads of European Protection Agencies. (2005). *The contribution of good environmental regulation to competitiveness*. Retrieved from http://www.foeeurope.org/activities/sustainable_europe/Environment_Competitiveness_European_Environment_Protection_Agencies.pdf
- Odhiambo, W., & Kamau, P. (2003). *Lessons from Kenya, Tanzania and Uganda*. (Working Paper No. 208. Public Procurement). Paris: OECD.
- OECD. (n.d.). *Agricultural policy reform*. Retrieved May 4, 2010, from http://www.oecd.org/document/53/0,3343,en_2649_37401_43071413_1_1_1_1,00.html
- OECD. (2003a). *The environmental performance of public procurement: Issues of policy coherence*. Paris: OECD.
- OECD. (2003b). *Voluntary approaches for environmental policy: Effectiveness, efficiency and usage in policy mixes*. Paris: OECD.
- OECD. (2003c). Capacity building for effective competition policy in developing and transitioning economies. *OECD Journal of Competition Law and Policy*, 4(4), 1560-7771.
- OECD. (2004). *Environmental performance review of Sweden*. Retrieved January 20, 2011, from <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9704091E.pdf>
- OECD. (2007). *Instrument mixes for environmental policy*. Paris: OECD.
- OECD. (2009a). *Conference proceedings: ICTs, the environment and climate change*. (Proceedings of the High-Level OECD Conference, 27-28 May 2009, Helsingør).
- OECD. (2009b). *Measuring the relationship between ICT and the environment*. Paris: OECD.
- OECD. (2009c). *Towards green ICT strategies: Assessing policies and programmes on ICT and the environment*. Paris: OECD.
- OECD. (2010a). Interim Report of the Green Growth Strategy: Implementing our Commitment for a Sustainable Future. Retrieved November 25, 2010, from <http://www.oecd.org/dataoecd/42/46/45312720.pdf>
- OECD. (2010b). *Taxation, innovation and the environment*. Paris: OECD.
- OECD. (2010c). *Green jobs and skills: The local labour market implications of addressing climate change*. Paris: OECD.
- OECD & IEA. *Climate change database*. Retrieved from <http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=cc>
- OECD & IEA. (2008). *Deploying renewables: Principles for effective policies*. Paris: IEA.
- OECD & IEA. (2010). *World energy outlook*. Paris: IEA.
- Perera, O., Chowdhury, N., & Goswami, A. (2007). *State of play in sustainable public procurement*. Winnipeg: IISD.
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, 73-93.
- Pricewaterhouse Coopers, Significant & Ecofys. (2009). *Collection of statistical information on green public procurement in the EU: Report on data collection results*. PricewaterhouseCoopers International.
- Ranjan, A. (August 2009). Parikh heads new committee to resolve issue of petroleum product pricing. *The Indian Express*. Retrieved May 1, 2010, from <http://www.indianexpress.com/news/parikh-heads-new-committee-to-resolve-issue-of-petroleum-product-pricing/507700/0>
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21). (2010). *Renewables 2010: Global status report*. Paris: REN21 Secretariat.
- Robalino, J., Pfaff, A., Sanchez, F., Alpizar, C. L. & Rodriguez, C. M. (2008). *Deforestation impacts of environmental services payments: Costa Rica's OPISA program 2000-2005*. (Discussion Paper Series on Environment for Development and Resources for the Future, presented at the World Bank Workshop on the Economics of REDD, May 27, 2008). Washington, DC.
- Roubini Global Economics. (2009). The Doha trade round is worth fighting for. *The Global Macro Economist*. Retrieved May 4, 2010, from http://www.roubini.com/globalmacro-monitor/258052/the_doha_trade_round_is_worth_fighting_for
- Roy, R. (2009). *Scope for CO₂-based differentiation in motor vehicle taxes: Working party on national environmental policies*. Paris: OECD.
- Sanchez-Azofeifa, G. A., Pfaff, A., Robalino, J. A. & Boomhower J. P. (2007). Costa Rica's payment for environmental services program: Intention, implementation, and impact. *Conservation Biology*, 21(5), 1165-1173.
- Shemberg, A. (2008). *Stabilization clauses and human rights: Research project conducted for the International Finance Corporation and the United Nations Special Representative to the Secretary-General on Business and Human Rights*. Geneva: IFC.
- Smith, S. (2008). *Environmentally related taxes and tradable permit systems in practice*. Paris: OECD.
- Steenblik, R., & Simón, J. (2011). *A new template for notifying subsidies to the WTO*. Geneva: Global Subsidies Initiative.
- Strietska-Ilina, O., Hofmann, C., Haro, M., & Jeon, S. (2011). *Skills for green jobs: A global view*. Geneva: ILO. Retrieved from http://www.uncsd2012.org/rio20/content/documents/wcms_159585.pdf
- Sumaila, U. R., Khan, A. S., Dyck, A. J., Watson, R., Munro, G., Tyedmers, P., & Pauly, D. (2010). A bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies. *Journal of Bioeconomics*, 12, 201-225.
- Sunstein, C. (2007). Of Montreal and Kyoto: A tale of two protocols. *Harvard Environmental Law Review*, 31, 1-65.
- The Climate Group. (2008). *Smart 2020: Enabling the low carbon economy in the information age*. (Prepared for the Global e-Sustainability Initiative). Retrieved from <http://www.smart2020.org>
- Thomas, K. (2007). *Investment incentives: Growing use, uncertain benefits, uneven controls*. Geneva: Global Subsidies Initiative.
- Thöne, M., & Dobroschke, S. (2008). *WTO subsidy notifications: Assessing German subsidies under the global subsidies initiative notification template proposed for the WTO*. Geneva: Global Subsidies Initiative.
- Tomlinson, S. E. (2009). *Breaking the climate deadlock: Technology for a low carbon future*. E3G, the Climate Group. Retrieved from http://www.theclimategroup.org/_assets/files/Technology_for_a_low_carbon_future_full_report.pdf
- UNCTAD. (2008). *Capacity-building on competition law and policy for development: A consolidated report*. New York: UN.
- UNEP. (2006). *Training manual on international environmental law*. UNEP.
- UNEP. (2008a). *Reforming energy subsidies: Opportunities to contribute to the climate change agenda*. Paris: UNEP.
- UNEP. (2008b). *Green jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*. Washington, DC: Worldwatch Institute.
- UNEP. (2010a). *Elaboration of ideas for broader reform of international environmental governance*. (Information Note from the Co-Chairs of the Consultative Group). Retrieved November 25, 2010, from <http://www.unep.org/environmentalgovernance/Portals/8/ElaborationBroader-ReformIEG.pdf>
- UNEP. (2010b). *Driving a green economy through public finance and fiscal policy reform*. Retrieved from <http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/30/docs/DrivingGreenEconomy.pdf>
- UNEP. (2010c). *Capacity building for sustainable public procurement*. Paris: UNEP.
- UNEP. (2010d). *Marrakech task force on sustainable public procurement*. Paris: UNEP.
- UNEP. (2010e). *Green economy success stories from developing countries*. Geneva: UNEP.
- UNEP Ozone Secretariat. (2010). *Key achievements of the Montreal Protocol to date: Information kit*. Retrieved from http://ozone.unep.org/Publications/MP_Key_Achievements-E.pdf

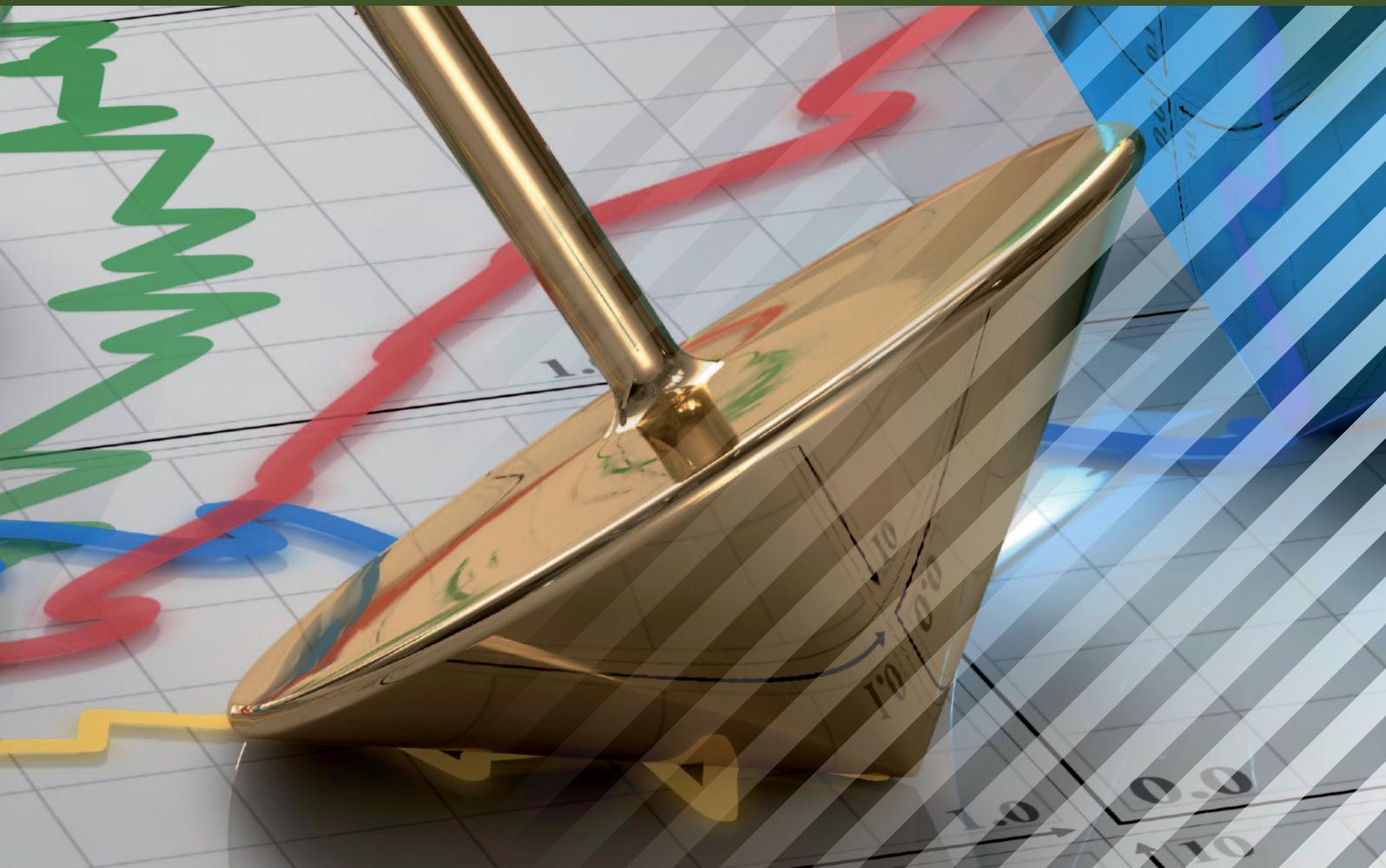
- UNEP & UNCTAD Capacity Building Task Force. (2010). *Organic agriculture: Opportunities for promoting trade, protecting the environment and reducing poverty*. Retrieved from <http://www.unep.ch/etb/publications/Organic%20Agriculture/OA%20Synthesis%20v2.pdf>
- United Nations General Assembly Resolution 64/236.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2010). *Protecting the ozone layer protects eyesight*. Washington, DC: US EPA Office of Air and Radiation.
- Velders, G. J. M., Andersen, S. O., Daniel, J. S., Fahey, D. W., & McFarland, M. (2007). The importance of the Montreal Protocol in protecting climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(12). Retrieved from <http://www.epa.gov/ozone/downloads/PNAS.pdf>
- Victor, D. (2009). *The Politics of Fossil Fuel Subsidies*. Geneva: Global Subsidies Initiative.
- Vitalis, V. (2002). *Private voluntary eco-labels: Trade distorting, discriminatory and environmentally disappointing*. (Background Paper for the Round Table on Sustainable Development). Paris: OECD.
- Wignaraja, K. (Ed.). (2009). *Capacity Development: A UNDP primer*. New York: UNDP.
- Williams, A. D. (2004). *An economic theory of self-regulation*. (Working Paper). London: London School of Economics.
- World Bank. (n.d.). *Subsidies and energy pricing*. Retrieved May 4, 2010, from <http://go.worldbank.org/TVNNG8LH10>
- World Bank. (2007). *Warming up to trade: Harnessing international trade to support climate change objectives*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2008). *International trade and climate change: Economic, legal and institutional perspectives*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2009). Appendix C: Distributional incidence of subsidies. In *Climate change and the World Bank Group, Phase 1: An Evaluation of World Bank win-win energy policy reforms*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank (2010). *State and trends of the carbon market 2010*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank & FAO. (2009). *The sunken billions: The economic justification for fisheries reform*. Washington, DC: World Bank.
- WTO & UNEP. (2009). *Trade and climate change*. Retrieved from http://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/trade_climate_change_e.pdf
- Zhao, J. (2001). *Reform of China's energy institutions and policies: Historical evolution and current challenges* (pp. 19). John F. Kennedy School of Government, Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard University. Retrieved from <http://belfercenter.ksg.harvard.edu/files/zhao.pdf>.





Financiamiento

Apoyando la transición hacia una economía verde global



Agradecimientos

Autor principal: **Paul Clements-Hunt**, jefe de la Iniciativa Financiera del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Un grupo de trabajo, bajo la dirección de Paul Clements-Hunts, desarrolló los contenidos de este capítulo. Marenglen Gjonaj, director de la Iniciativa Financiera del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP FI, por sus siglas en inglés) fue su responsable, incluyendo la coordinación de las revisiones por pares, investigaciones complementarias y llevando el capítulo a su producción final. Sheng Fulai realizó la edición de un primer borrador de este capítulo. Durante su desarrollo, se recibieron valiosos comentarios del Consejo de Asesores de Economía Verde del UNEP FI, que consistió en la participación de Barbara Krumsiek, presidenta y directora ejecutiva y Presidente del Calvert Group Ltd.; y directora y presidenta de la compañía de seguros de vida Acacia; Matthew J. Kiernan, de Inflection Point Capital Management; Richard Burrett, socio de Earth Capital Partners LLP; Jonathan Maxwell, director ejecutivo de Sustainable Development Capital Partners LLP; Paul Hilton, director de Estrategias de Negocios de Inversión Sostenible en Calvert Investments; Raj Singh, director de Riesgos de Swiss Reinsurance Company; Andreas Spiegel, vicepresidente de Gestión de Riesgos en Swiss Reinsurance Company; Sergio Rosas, presidente de PREVI; Rafael Castro, gerente de Planificación Estratégica en PREVI; Masahiro Kato, director del SRI, Mitsubishi UFJ Trust and Banking Corporation y Tomas Loster, presidente de la Fundación Munich-Re.

El capítulo también se benefició del asesoramiento y las aportaciones de Remco Fischer, oficial del Programa-Cambio

Climático; Paul McNamara director-jefe de Investigación en PRUPIM); Butch Bacani, director del Programa-Inversiones/Seguros); Valborg Lie, asesor especial del Fondo de Pensiones del Gobierno de Noruega; Ivo Mulder, director del Programa Biodiversidad/Agua y Finanzas; Dereck Eaton, economista de la Subdivisión de Economía y Comercio del PNUMA; Dan Siddy, director de Delsus Limited; Andrew Dlugoecki, de Andlug Consulting; Cornis Van Der Lugt, coordinador de Eficiencia de Recursos del PNUMA; Blaise Debordes, jefe del departamento de Desarrollo Sostenible de Caisse de Dépôts et Consignations; Murray Ward, director de Global Climate Change Consultancy; Aton Van Elteren y Marijn Wiersma, de FMO.

Nos gustaría agradecer a los muchos colegas y personas que aportaron su contribución a este capítulo y revisaron los primeros borradores, incluyendo a Eric Usher (PNUMA); Angelo Calvello, de Jornal of Environmental Investing; Herman Mulder, asesor independiente y asesor del Consejo TEEB a.o.; Takeyiro Sueyoshi, asesor especial del FI en la región Asia-Pacífico; Nick Robins (Director, Centro de Cambio Climático de HSBC); Paul Watchman (Director Ejecutivo, Quayle Watchman Consulting); Steve Waygood (Director de Investigación sobre Sostenibilidad y Participación SRI, Aviva Investors); Paul Watchman (Director Ejecutivo, Quayle Watchman Consulting); Julie Fox Gorte (Vicepresidente Senior: Sustainable Investing, PaxWorld Management LLC); Mark Eckstein (Director General, Finanzas Internacionales, WWF); Michele Chan (Directora del Proyecto de Política Económica, Friends of the Earth); Gerhard Coetzee (Jefe de la Unidad de Finanzas de Microempresas, Absa); y Miroslaw Izienicki (Presidente y Director Ejecutivo, Fifth Capital Group).

Índice

Lista de acrónimos	655
Mensajes clave	656
1 Introducción	658
1.1 Alcance de este capítulo	658
2 Situación actual	659
2.1 La magnitud del desafío	659
3 Inversión emergente en la economía verde	664
3.1 De la crisis a la oportunidad.....	664
3.2 Nuevos mercados e instrumentos	665
4 Oportunidades y retos del financiamiento de la economía verde	675
4.1 Haciendo frente al costo total de las externalidades.....	675
4.2 Provisión de financiamiento previo a la inversión	677
4.3 Integración de los riesgos ASG en la toma de decisiones financieras y de inversión	678
4.4 Expansión de los seguros verdes	680
4.5 Creación de mecanismos público-privados	684
4.6 Ampliación de las microfinanzas para una economía verde	684
5 Condiciones favorables para el enverdecimiento del financiamiento e inversiones mundiales	686
5.1 Elaboración de políticas y marcos regulatorios.....	686
5.2 Fortalecimiento de la divulgación ambiental y social.....	686
5.3 Apoyando instituciones y otros facilitadores.....	688
5.4 Las políticas fiscales	693
6 Conclusiones	695
Referencias	697

Lista de figuras

Figura 1: Inversión en energía sostenible, 2004-2009 miles de millones de dólares.....	664
Figura 2: Mercado global de carbono.....	671
Figura 3: Curva de Costos Marginales de Abatimiento (MACC) del sector agrícola, caso optimista (2020)	674
Figura 4: Mecanismos de financiamiento privados para hacer frente a las brechas financieras.....	677
Figura 5: Fases de desarrollo e inversión de la tecnología para energías renovables.....	678

Lista de tablas

Tabla 1: Inversión anual por sector de la economía verde.....	660
Tabla 2: Algunos indicadores de la dimensión del mercado mundial por sectores y parte de la apuesta por la sostenibilidad, 2008-2009 (sectores bancarios, de inversión y de seguros).....	661
Tabla 3: Integración ESG para los AUM (activos bajo gestión) gestionados activa e internamente en relación con el mercado mundial de las inversiones.....	662
Tabla 4: Mercado potencial para diversas clases de activos BES.....	667
Tabla 5: Emisiones recientes de bonos verdes por parte del Grupo del Banco Mundial.....	670
Tabla 6: Aseguramiento mundial en 2008.....	681

Lista de cuadros

Cuadro 1: El financiamiento por vía rápida de Copenhague: información actualizada.....	665
Cuadro 2: Visión general de REDD+.....	668
Cuadro 3: Construcción de un mercado de seguros para el carbono forestal.....	669
Cuadro 4: Banco de Inversión Verde (Reino Unido).....	672
Cuadro 5: Materialidad financiera y responsabilidad fiduciaria (Simposio KfW, 2008).....	676
Cuadro 6: La explicación de la Teoría del Propietario Universal.....	677
Cuadro 7: Oportunidades y riesgos para el sector financiero asociados al cambio climático.....	679
Cuadro 8: Asegurarse contra el peor escenario esperando lo mejor.....	682
Cuadro 9: Dirigiendo la inversión privada hacia la energía sostenible en India.....	683
Cuadro 10: Microfinanzas, gestión de riesgos ambientales y sociales, y oportunidades sostenibles.....	685
Cuadro 11: El enverdecimiento del sector financiero en China.....	687
Cuadro 12: Caisse de Dépôts (Caja de Depósitos) y un modelo de inversión a largo plazo.....	691
Cuadro 13: El Fondo para el Medio Ambiente Mundial.....	692
Cuadro 14: Fondo de Pensiones Global de Noruega.....	693

Lista de acrónimos

A/A/R	Forestación y reforestación	KfW	Banco Alemán de Desarrollo
AIE	Agencia Internacional de Energía	KP	Protocolo de Kioto
ASG	Ambiental, Social y de Gobernanza	MDL	Mecanismos de Desarrollo Limpio
AUM	Activos Bajo Gestión	MFI	Instituciones de Microfinanzas
BAU	Escenario base	NAMA	Acciones de Mitigación Apropriadas a cada País
BCBS	Comité de Supervisión Bancaria de Basilea	ODA	Asistencia Oficial para el Desarrollo
BDA	Banco Asiático de Desarrollo	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
BEI	Banco Europeo de Inversiones	PE	Capital Privado
BERD	Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo	PFM	Mecanismos de Finanzas Públicas
BES	Biodiversidad y Ecosistemas	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
BIS	Banco de Pagos Internacionales	PRI	Principios para la Inversión Responsable respaldados por las Naciones Unidas
CCX	Chicago Climate Exchange	REDD	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques
CERC	Comisión Central Reguladora de Electricidad	REN21	Red de Políticas de Energía Renovable para el siglo 21
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	RICS	The Royal Institution of Chartered Surveyors
COP	Conferencia de las Partes	SEFI	Iniciativa de Financiamiento de Energía Sostenible del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
EU ETS	Sistema de Comercio de Emisiones de la Unión Europea	TEEB	La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad
FMI	Fondo Monetario Internacional	UNEP FI	Iniciativa Financiera del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
FMO	The Netherlands Development Finance Company	UNEP SBCI	Iniciativa y de Construcciones Sostenibles del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial	UOT	Teoría del Propietario Universal
FSB	Junta de Estabilidad Financiera	US SEC	Comisión de Valores y Bolsa de EE.UU.
FSI	Fondos Soberanos de Inversión	VC	Capital Riesgo
G-20	Grupo de los Veinte	WBCSD	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible
GEI	Gases de Efecto Invernadero	WEF	Foro Económico Mundial
GIB	Banco de Inversión Verde	WFE	Federación Mundial de Bolsas
GRI	Global Reporting Initiative	WRI	Instituto de Recursos Mundiales
I+D	Investigación y Desarrollo	WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza
IED	Inversión Extranjera Directa		
IFC	Corporación Financiera Internacional		
IFD	Instituciones Financieras de Desarrollo		
IFLS	International Financial Services London		
IIRC	Comité Internacional de Informes Integrados		
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático		

Mensajes clave

1. La transición global hacia una economía verde necesitará de importantes recursos financieros. En este informe, las cifras indicativas, como las de los escenarios del capítulo 'Modelación' y de la Agencia Internacional de Energía (AIE) para reducir a la mitad las emisiones globales de CO₂ relacionadas con la energía para el año 2050, muestran que las inversiones adicionales necesarias estarán en el rango del uno al 2.5 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) mundial anual de 2010 a 2050. Una cantidad considerable de inversión será necesaria para el suministro y eficiencia energética, sobre todo para enverdecimiento de los sectores del transporte y la construcción.

2. La inversión financiera y los sectores bancario y de seguros son los canales principales de financiamiento privado para una economía verde. Los servicios financieros y el sector de inversión controlan billones de dólares que, potencialmente, se podrían dirigir hacia una economía verde. Más importante aún, los inversionistas, institucionales públicos y privados de largo plazo, los bancos y compañías de seguros están cada vez más interesados en la adquisición de carteras que reduzcan al mínimo los riesgos ASG mientras capitalizan nuevas tecnologías verdes. Las microfinanzas tienen un papel potencialmente importante a nivel comunitario y local para permitir que la población en condiciones de pobreza invierta en recursos y en eficiencia energética, así como aumente su resiliencia al riesgo.

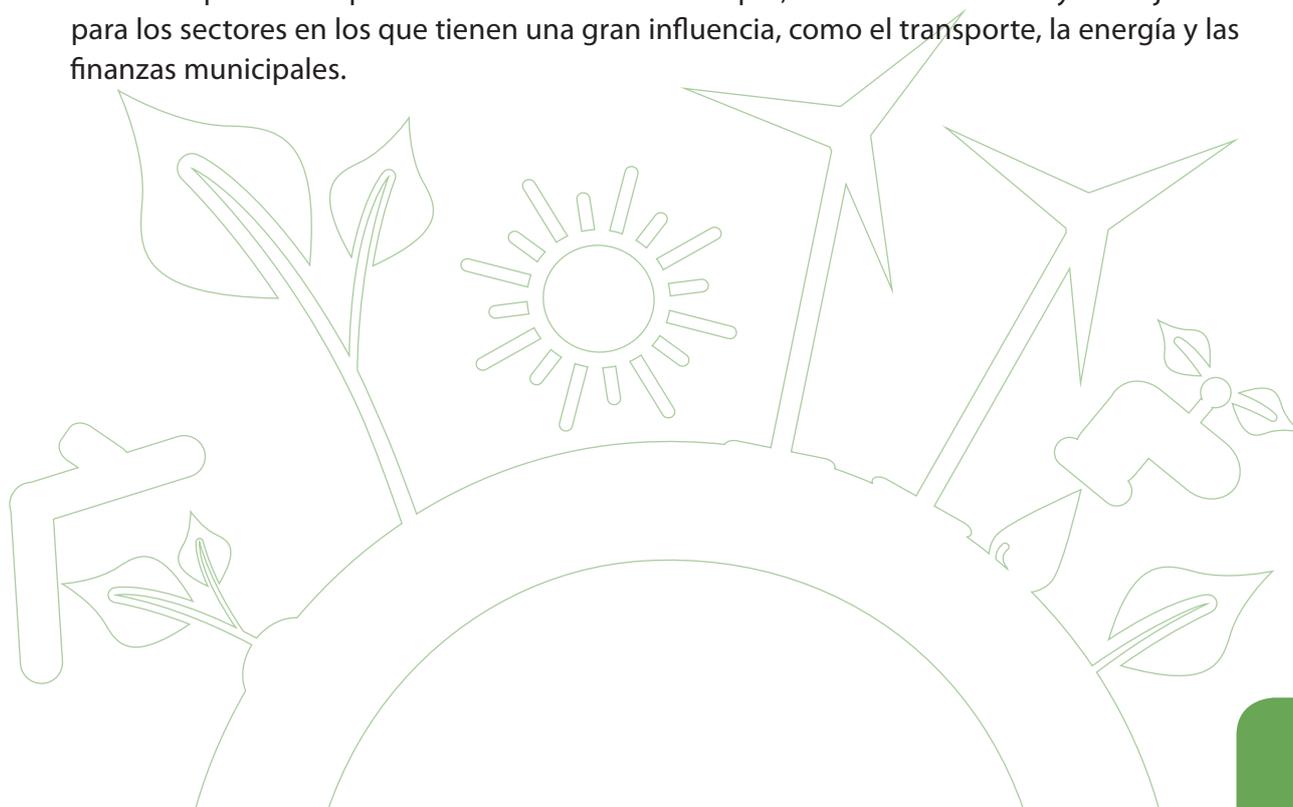
3. Existen oportunidades para satisfacer las necesidades financieras de una economía verde. El rápido crecimiento y orientación, cada vez más verde, de los mercados de capital, la evolución de los instrumentos de mercado emergentes, como el financiamiento del carbono y el microfinanciamiento; y los fondos de estímulo para el sector ambiental establecidos en respuesta a la desaceleración económica de los últimos años, están abriendo espacio a gran escala para el financiamiento de una transformación global hacia una economía verde. Sin embargo, estos flujos son todavía pequeños en comparación con la inversión necesaria y deben ser ampliados rápidamente si es que la transición a una economía verde se pone en marcha a corto plazo. Los conjuntos concentrados de activos como los controlados por los sistemas de pensiones y las empresas de seguros, los 39 billones de dólares controlados por la comunidad de alto patrimonio neto y el crecimiento de los activos de los fondos soberanos de inversión tendrán que apoyar a la economía verde en las próximas décadas.

4. Los avances en la divulgación y los informes de sostenibilidad están aumentando la transparencia e impulsando el cambio de dirección. En 2009, el tamaño del mercado mundial de activos institucionales se estimaba en poco más de 121 billones de dólares. De los componentes de gestión activa de estos activos, controlados por una amplia gama

de grandes inversionistas institucionales, alrededor del siete por ciento estaba sujeto a la integración de ASG. Se necesita mucha más transparencia, teniendo en cuenta los costos ambientales atribuibles a las empresas y a la actividad humana, estimados en más de seis billones de dólares en 2008. Es urgente la ampliación de recursos para la inversión, y para que se adhiera a los principios ASG esta necesitará de la innovación y del liderazgo de las empresas y la industria, la acción colectiva y los enfoques de los sectores público y privado, así como del apoyo de marcos regulatorios.

5. El papel del sector público es indispensable para liberar el flujo de financiamiento privado hacia una economía verde. Los gobiernos deben involucrar al sector privado en el establecimiento de políticas claras, estables y coherentes, y en los marcos regulatorios para facilitar la integración de las cuestiones ASG en decisiones financieras y de inversión. Además, gobiernos e instituciones financieras multilaterales deben utilizar sus propios recursos para aprovechar los flujos financieros del sector privado y dirigirlos hacia las oportunidades económicas verdes.

6. Las finanzas públicas son importantes para desencadenar una transformación económica verde, aunque los recursos públicos sean significativamente menores que los de los mercados privados. El papel de Instituciones Financieras de Desarrollo (IFD) públicas para apoyar la transición a una economía verde en los países desarrollados y en vías de desarrollo podrían fortalecerse aún más. Las IFD pueden adoptar el objetivo de apoyar el desarrollo de la economía verde, asignando una proporción significativa de sus nuevos préstamos al financiamiento de proyectos verdes y vinculándola a objetivos específicos tales como la reducción de GEI, el acceso al agua y al saneamiento, la promoción de la biodiversidad y el alivio de la pobreza. Las políticas pueden ser diseñadas para mejorar la 'eficiencia ecológica' de sus carteras, por ejemplo, mediante el examen de la huella de carbono y ecológica de sus portafolios de inversión. Además, las IFD pueden definir conjuntamente los protocolos para la auditoría verde de compra, así como las normas y los objetivos para los sectores en los que tienen una gran influencia, como el transporte, la energía y las finanzas municipales.



1 Introducción

1.1 Alcance de este capítulo

En los capítulos anteriores de este informe se resaltó cómo el surgimiento exitoso de una economía verde depende fundamentalmente de nuevos enfoques para el financiamiento y la inversión. La innovación es necesaria para generar constantemente volúmenes mucho más altos de inversión anual en sectores clave del mercado de la economía verde. La gran mayoría de esta inversión tendrá que venir del sector financiero privado, apoyado por las acciones habilitadoras de los formuladores de políticas con visiones a largo plazo, así como por el papel catalizador de las IFD y organismos supranacionales como las Naciones Unidas.

La calidad de esta inversión (como requerimientos de duración de la inversión y de riesgo/retorno) es sin duda tan importante como el monto. Por lo tanto, se necesitan considerar muchas otras cuestiones. Por ejemplo, se requieren alianzas para apoyar el desarrollo de mercados previo a la inversión y formular incentivos costo-efectivos basadas en las políticas para que faciliten la inversión del sector privado en la economía verde. Las prácticas de contabilidad internacionales necesitan evolucionar para incorporar las externalidades ambien-

tales. Se necesitan desarrollar nuevos instrumentos para compartir los riesgos y la intermediación financiera. Estos nuevos instrumentos podrían permitir que más inversionistas privados, que van desde ahorradores individuales hasta los grandes fondos de pensiones que representan a miles de personas, participen en el financiamiento de la transición a una economía verde.

En este capítulo se examina la forma en que la economía verde está actualmente financiada y explora las prioridades y los posibles métodos para aumentar esta inversión. El capítulo pretende argumentar en favor de la ampliación del financiamiento disponible para la transición hacia una economía verde y enfatizar el papel del sector financiero como agente de cambio.

El análisis hace hincapié en la inversión, los préstamos bancarios y los seguros, enfocados principalmente en las fuentes de financiamiento del sector privado. Además, se hace referencia al papel habilitador y complementario de los gobiernos, de las IFD y de otras entidades que no pertenecen al sector. Existe ya un impulso significativo en este campo, pero existen desafíos importantes por delante. En este capítulo también se examinan los principales retos, oportunidades y condiciones clave que propicien el progreso.

2 Situación actual

2.1 La magnitud del desafío

Inversión necesaria estimada hasta el año 2050

Todavía no hay una estimación completa de los recursos necesarios para realizar la transición hacia una economía verde. Las Perspectivas Tecnológicas 2010 de la AIE proporcionan un indicador de la brecha de inversiones verdes para el suministro de energía eficiente y baja en carbono a escala mundial, con base en la reducción de emisiones de CO₂. Esta estimación de la cota superior no incluye otros aspectos como la eficiencia de los recursos en todos los sectores. El escenario BLUE Map de la AIE tiene como objetivo reducir a la mitad las emisiones energéticas mundiales de CO₂ en 2050. Las inversiones requeridas desde 2010 hasta 2050, en este escenario, son 46 billones de dólares más altas (un aumento del 17 por ciento) que lo que se requiere en el escenario base. Esto equivale aproximadamente a 750,000 millones de dólares por año hasta 2030 y 1.6 billones de dólares por año desde 2030 hasta 2050 (IEA, 2010).

Las necesidades adicionales de inversión bajo el escenario BLUE Map, que aumenta las necesidades globales de inversión previstas a 316 billones de dólares para 2050, están dominadas por el sector transporte, que absorbe el 50 por ciento del total adicional de las inversiones, en particular, en el área de tecnologías alternativas para vehículos. El sector de la construcción absorbe el 26 por ciento de la inversión adicional, mientras que el suministro de energía supone el 20 por ciento y la industria el cuatro por ciento. Estas cantidades corresponden, en promedio, a los escenarios modelados para el *Informe de Economía Verde*, que analizó las inversiones que promediaron 1.35 billones de dólares por año en 2010 y 2050, a través de una gama de sectores, no solo aquellos relacionados con las emisiones de GEI.

Alternativamente, un estudio previo de la AIE estimó (IEA, 2009) que en los próximos 30 años, un billón de dólares anuales serán necesarios para permitir que la infraestructura mundial de energía se mantenga y amplíe el suministro de electricidad a más personas (500,000 millones de dólares), así como para financiar la transición a una infraestructura energética baja en carbono y más limpia (otros 500,000 millones de dólares). El déficit anual proyectado para conducir esta transición baja en carbono es de 350,000 millones en las economías en vías de desarrollo solamente. A pesar de depender en gran medida de un enfoque industrial para reducir las emi-

siones de carbono, las estimaciones de la AIE son consideradas como una estimación de la cota superior de las inversiones anuales necesitadas y corresponden a un intervalo del uno al dos por ciento del PIB mundial.

Las estimaciones realizadas por el sector financiero privado también subrayan la magnitud del desafío. El Foro Económico Mundial (WEF, 2010a) y Bloomberg New Energy Finance calculan que la inversión en energía limpia deberá llegar a los 500,000 millones al año en 2020 para restringir el calentamiento global a 2°C. HSBC estima que la transición hacia una economía baja en carbono presenciara un crecimiento total de inversiones acumuladas de capital en 10 billones de dólares entre los años 2010 y 2020 (HSBC, 2010).

Además, el concepto de adicionalidad es de una importancia fundamental. En el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la adicionalidad se refiere a un esfuerzo que complementa al escenario base (BAU) en al menos dos áreas: la adicionalidad de las contribuciones financieras de los países desarrollados más allá de la asistencia oficial para el desarrollo (ODA, por sus siglas en inglés) del escenario base para ayudar a la adaptación al cambio climático en los países en vías de desarrollo, y la adicionalidad de la inversión para reducir los GEI más allá del escenario BAU. Los países en vías de desarrollo consideran que un elemento clave para la resolución global de los problemas del cambio climático, en el contexto de la CMNUCC y el Protocolo de Kioto, es que la adicionalidad de los recursos financieros de las naciones desarrolladas llegue al objetivo ampliamente acordado de destinar el 0.7 por ciento del PIB de los países desarrollados (UNFCCC, 1998). A pesar de una década de intentos para definir la adicionalidad, el concepto sigue siendo poco entendido y su aplicación ha sido impugnada. Sin embargo, es probable que la adicionalidad continúe siendo un criterio importante del financiamiento climático más allá de 2012.

Desglose por sector

La cuantificación de la demanda por financiamiento e inversión para apoyar una economía verde global en cada sector económico significativo es un trabajo continuo, dado el carácter precursor e intersectorial de la investigación sobre el enverdecimiento de la economía. Sin embargo, los datos de la Tabla 1, construida a partir de la información de los capítulos sectoriales del GER, dan un amplio rango de estimaciones de las inversiones anuales requeridas para hacer esta transición. La divulgación de

Sector	Asignación de Inversiones del Informe de Economía Verde 2011 (miles de millones de dólares/año., ver la Nota 1)	Evaluación de la inversión (miles de millones de dólares/año., ver la Nota 1)	Detalles
Agricultura	108		Objetivo: aumentar y mantener los niveles de nutrición de 2,800 a 3,000 Kcal/persona para el año 2030.
Construcción	134		Objetivo: aumentar la eficiencia energética para alcanzar las metas de consumo de energía y de emisiones establecidas en el escenario BLUE Map de la AIE.
		308	Escenario BLUE Map de PTE 2010 de la AIE, adicional (ver las notas 3 y 4).
Energía (oferta)	362		Objetivo: aumentar la penetración de las energías renovables en la generación de electricidad y el consumo de energía primaria para alcanzar por lo menos los objetivos fijados en el escenario BLUE Map de la AIE
		233	Escenario BLUE Map de PTE 2010 de la AIE, adicional (ver las notas 3 y 4).
		500	La estimación del gasto anual en energía limpia necesaria en 2020 para limitar el aumento de la temperatura media mundial a 2°C del Foro Económico Mundial (2010 a).
		611	La estimación de inversión media mundial en energías renovables de 2007 hasta 2030 del escenario de Revolución Avanzada del Consejo Europeo de Energía Renovable y la [R]evolución Energética de Greenpeace (2010).
		460-1,500	Estimación del total de las inversiones en generación de energía con bajas emisiones de carbono (oferta) y la eficiencia energética y la gestión (demanda), necesarias para construir un mercado energético bajo en carbono en 2020 (ver Nota 6) de HSBC (2010).
Pesca	108		Lograr un rendimiento máximo sostenible para un recorte global agregado del esfuerzo pesquero del 50 por ciento para el desmantelamiento de buques, la reasignación de la mano de obra y la gestión de las pesquerías.
		90-280	Lo mismo (a partir del análisis del capítulo 'Pesquerías' del Informe de Economía Verde).
Bosques	15		Objetivo: una reducción del 50 por ciento de la deforestación para 2030, así como un aumento en los bosques plantados para sostener la producción forestal.
		37	El manejo eficaz de la red existente de bosques protegidos y el 15 por ciento de la superficie de cada región (Balmford et al., 2002.) - Ajustado por la inflación.
		2-30	REDD + (más una evaluación del potencial del flujo de fondos).
Industria	76		Objetivo: aumentar la eficiencia energética para alcanzar las metas de consumo de energía y de emisiones establecidas en el escenario BLUE Map de la AIE.
		50-63	Escenario BLUE Map de PTE 2010 de la AIE, adicional (ver las notas 3 y 4).
Turismo	134		
Transporte	194		Objetivo: aumentar la eficiencia energética para alcanzar las metas de consumo de energía y de emisiones establecidas en el Escenario BLUE Map de la AIE, y ampliar el transporte público.
		325	Escenario BLUE Map de PTE 2010 de la AIE, adicional (ver las notas 3 y 4).
Residuos	108		Objetivo: reducir la cantidad de residuos destinados a vertederos por lo menos en 70 por ciento.
Agua	108		Objetivo: Cumplir los ODM para reducir a la mitad el número de personas sin acceso al agua y saneamiento para el año 2015, además de reducir la intensidad del agua (sin meta cuantitativa).
		18	Alcanzar los ODM para reducir a la mitad el número de personas sin acceso a agua y saneamiento para el 2015 (Hutton & Bartram, 2008).
		50	Satisfacer las necesidades mundiales de agua (2030 Water Resources Group, McKinsey).
Total	1,347	1,053-2,593	(Ver Nota 2).

Notas para la Tabla 1:

1. Todos los montos son las cifras anuales de inversión, la asignación de inversiones en dólares de 2010 del Informe de Economía Verde, las necesidades de inversión de la AIE son en dólares de 2007 (la diferencia debe considerarse insignificante en relación con la imprecisión de las estimaciones). La cartera de inversiones GER asigna una inversión total de dos por ciento del PIB mundial en toda la gama de los sectores elegidos, con una serie de objetivos sectoriales específicos, que se describen en la columna de detalles. Estas aumentarán a lo largo del periodo de 2011 a 2050, como producto del crecimiento económico para llegar a los 3,9 billones de dólares en 2050 (a dólares constantes de 2010). Las necesidades de inversión son evaluaciones generalmente tomadas de otras fuentes, pero muchas de las cuales han influido en la asignación de la cartera de inversión del Informe de Economía Verde, especialmente AIE.
2. Para la evaluación de las inversiones en la columna de la derecha, el rango de la inversión total corresponde a la suma de las estimaciones bajas y altas por sector.
3. La mayoría de las cifras de la AIE son promedios simples de la inversión total estimada de 2010 a 2050; sin embargo, parece que la reducción de las inversiones se proyectan para los años anteriores, y el aumento de las cifras de los últimos años.
4. Las cifras del Escenario BLUE Map de las Perspectivas de Tecnología de Energía (2010) de la AIE representan únicamente la inversión adicional, sumando un promedio de 1.15 billones de dólares al

año, y no incluyen las inversiones previstas para el escenario de referencia, lo que implica inversiones para satisfacer la creciente demanda de energía a través de una continuación de las tendencias de inversión existentes.

5. El escenario [R]evolución Avanzada del Consejo Europeo de Energía Renovable y de Greenpeace tienen un objetivo clave para la reducción de emisiones de CO₂ a un nivel de alrededor de 10 giga toneladas al año en 2050, y un segundo objetivo de la eliminación gradual de la energía nuclear. El Escenario de [R]evolución tiene un objetivo similar, pero supone una vida técnica de 40 años para las centrales termoelectricas de carbón, en vez de 20 años, y el promedio estimado de inversión global que se necesita para este escenario es 450,000 millones de dólares (European Renewable Energy Council & Greenpeace, 2010).

6. Estas estimaciones son para el escenario Conviction de HSBC, que proyecta "el camino más probable para 2020" (supone que la UE cumplirá los objetivos renovables pero no de eficiencia energética) un crecimiento limitado en energía limpia en EE.UU., y que China excederá los actuales objetivos de energías limpias. Este escenario no corresponde con ningún objetivo de política climática específica. Además del suministro de energía baja en carbono, esta estimación también incluye inversiones en eficiencia energética que se llevarían a cabo en transporte, edificios y sectores industriales. En cuanto al desglose, HSBC estima que se requerirán 2.9 billones de dólares (EE.UU.) entre 2010 y 2020 en total para el suministro de energía con bajas emisiones de carbono y los 6,9 billones de dólares para la eficiencia y el manejo de la energía.

Tabla 1: Inversión anual por sector de la economía verde

los objetivos ilustra la necesidad de contar con sistemas de medición comunes para las finanzas y la inversión en este ámbito, con el fin de permitir comparaciones apropiadas. (Ver los requisitos de divulgación discutidos en la Sección 5 de este capítulo, 'Condiciones favorables' para el enverdecimiento de las finanzas e inversiones mundiales).

La modelación de GER, basada en una gama de objetivos específicos de las políticas sectoriales, asigna inversiones por un total del dos por ciento del PIB mundial a través de todos los sectores seleccionados, con mayor énfasis en la transformación de sectores clave como la construcción, el transporte y la energía. Estas asignaciones de inversión son consistentes con las evaluaciones tomadas de otras fuentes, tales como las de la AIE y los cálculos asociados con el logro de los ODM. La inversión estimada anual de todos los sectores para el período 2011-2050, con base en el escenario de la economía verde del dos por ciento de PIB, es casi de 1.35 billones de dólares en promedio. Para los nueve sectores analizados, con excepción de las pesquerías, la estimación de la cota inferior de la inversión anual entre 2011 y 2050 es casi de 1.2 billones de dólares al año. Esta estimación se eleva a más de 3.4 billones de dólares al año, una cota superior que aplica para las décadas posteriores, cuando el PIB mundial es, supuestamente, mucho mayor.

La tabla muestra claramente las necesidades generales de inversión muy significativas para la transición hacia una economía verde, así como un rango considerable para algunos sectores clave, como la energía, para avanzar hacia un crecimiento económico más sostenible. En particular, muestra el gran volumen de recursos, en la forma de suministro de energía, transporte público, y edificios eficientes en energía y recursos, necesarios para expandir y transformar el inventario del capital construido. La tabla también muestra los recursos necesarios para cambiar hacia un

manejo sostenible de los acervos de capital natural tales, como los bosques, las pesquerías y las tierras agrícolas.

Se estima que más del 80 por ciento del capital necesario para abordar las cuestiones relativas al cambio climático en las futuras décadas provendrá del sector privado (Parry et al., 2009), lo que destaca el importante papel de este sector para la transición hacia una economía verde. El mensaje tanto para los tomadores de decisiones como para el sector de servicios financieros es claro: para lograr esta transición en 2050, se tendrán que movilizar recursos financieros sustanciales, incluyendo públicos, privados, híbridos y los nuevos enfoques combinados. Además, los recursos privados y los mercados de capital tendrán que desempeñar un papel fundamental a la hora de proveer el financiamiento e inversión necesarios. Esto requerirá marcos normativos apropiados que contengan una abundante combinación de políticas para estimular la demanda de estos fondos, junto con políticas complementarias dirigidas a proteger a los hogares por debajo de la línea de pobreza de las posibles consecuencias no deseadas sobre los costos de los bienes y servicios básicos.

El seguimiento de las nuevas tendencias en materia de finanzas y flujos de inversión

El rol de los préstamos, inversiones, seguros y las finanzas públicas sigue siendo crucial para el enverdecimiento de los distintos sectores económicos y para establecer sociedades con un uso más eficiente de los recursos. Mientras que la ODA mundial comúnmente procesada por las agencias de gobierno disminuyó (United Nations, 2008), las IFD se estimaron en alrededor de 108,000 millones de dólares en 2010, y el financiamiento privado anual se encuentra dentro del rango de los billones (TheCityUK, 2011). El papel crítico de las finanzas públicas radica en ser un catalizador, proveedor de

	Los activos totales de la banca internacional (2009)/activos bancarios mundiales (2008)	Los activos totales gestionados en 2009 (que abarcan los títulos públicos, bienes raíces, bonos, valores respaldados por activos, etc.)	Volumen de la prima (2008)
El tamaño del mercado mundial	Aprox. 34 billones de dólares (BIS)/aprox. 97.4 billones de dólares (FMI, BIS, etc.)	Aprox. 80 billones de dólares (IFLS Research).	Aprox. 4.3 billones (Swiss Re, IFLS Research)
Proporción comprometida para la sostenibilidad	Aprox. 50 billones de dólares en activos bancarios comprometidos con la sostenibilidad.	Aprox. 25 billones de dólares en activos firmados para los PRI (UNEP FI & PRI).	Superior a los 500.000 millones de dólares de volumen de primas de seguros comprometidos con la sostenibilidad.

Notas para la Tabla 2:

1. Las cifras de esta tabla son indicativas y deben ser interpretadas con cautela debido a la existencia de otras iniciativas de colaboración de la industria que proporcionan marcos para el compromiso con la sostenibilidad. Por lo tanto, podría ser mayor la participación de los respectivos mercados globales comprometidos con la sostenibilidad.
2. Los tipos de entidades financieras incluidas en la clasificación de la gestión de activos en esta tabla incluyen los fondos de pensiones, fondos de seguros, fondos de inversión, fondos soberanos de inversión, capital privado y fondos de cobertura.
3. Las acciones comprometidas con la sostenibilidad son estimaciones aproximadas y proporcionan una indicación del compromiso de las instituciones financieras con este tema (por ejemplo, la declaración de compromiso y los principios de la Iniciativa Financiera del UNEP FI & PRI).
4. Los activos totales de los bancos comprometidos con la sostenibilidad en esta tabla también incluyen los activos de los bancos a través de diversos instrumentos de inversión y en algunos casos incluyen los instrumentos de aseguramiento.

Tabla 2: Algunos indicadores de la dimensión del mercado mundial por sectores y parte de la apuesta por la sostenibilidad, 2008-2009 (sectores bancarios, de inversión y de seguros)

Fuentes: Banco de Pagos Internacionales (Estadísticas de los valores y los préstamos sindicados 2007-2009); IMF (Global financial stability report, 2009); TheCityUK; Swiss Re; UNEP FI & PRI

Cifras AUM de 2008 en miles de millones de dólares	Total de AUM suscritos internamente vigentes	Activos internamente vigentes sujetos a la integración a través de los firmantes del PRI	Proporción de activos AUM firmantes internamente sujetos a la integración	Tamaño del mercado	Participación del mercado total sujeto a la integración de los firmantes del PRI *
Acciones cotizadas (mercados desarrollados)	2,264	1,337	59%	27,107 ^a	5%
Acciones cotizadas (mercados emergentes)	308	185	60%	5,313 ^a	4%
Renta fija soberana	3,430	690	20%	24,596 ^b	3%
Renta fija de los corporativos emisores	1,978	883	45%	6,380 ^b	14%
Capital privado	232	105	45%	2,492	6%
Bienes inmobiliarios y propiedades registradas	289	74	26%	694 ^d	14%
Bienes inmobiliarios y propiedades no registradas	303	239	79%	10,915 ^e	3%
Fondos de cobertura	210	25	12%	1,500	2%
Infraestructura	67	39	59%	19,900 ^f	0.2%
Total	9,081	3,578	39%	98,897	4%

2009 AUM cifras en miles de millones de dólares	Total de AUM suscritos internamente vigentes	Activos internamente vigentes sujetos a la integración a través de los firmantes del PRI	Proporción de activos AUM firmantes internamente a la integración	Tamaño del mercado	Participación del mercado total sujeto a la integración de los firmantes del PRI *
Acciones cotizadas (mercados desarrollados)	3,674	2,525	69%	37,500 ^a	8%
Acciones cotizadas (mercados emergentes)	700	478	68%	9,589 ^a	6%
Renta fija soberana	5,253	1,579	30%	30,232 ^b	6%
Renta fija de los corporativos emisores	2,437	1,373	56%	7,329 ^c	22%
Capital privado	201	122	61%	2,337	9%
Bienes inmobiliarios y propiedades registradas	297	172	58%	678 ^d	34%
Bienes inmobiliarios y propiedades no registradas	497	418	84%	10,256	5%
Fondos de cobertura	188	36	19%	1,700	5%
Infraestructura	71	63	89%	21,600 ^f	0.4%
Total	13,317	6,766	51%	121,220	7%

Notas para la Tabla 3:

a. Dividir los mercados desarrollados y emergentes por la pertenencia del país al MSCI. Deducir los bienes inmuebles registrados mediante la ponderación de capitalización del mercado. **b.** Soberanos más cuasi-soberanos. **c.** Rendimiento corporativo más alto, pero excluyendo activos respaldados. **d.** Las cifras de títulos públicos. **e.** Las cifras de la deuda privada, la deuda pública y el capital privado. **f.** Estimación de las reservas totales de los activos de infraestructura de propiedad pública

* Este porcentaje conservadoramente subestima los resultados de la encuesta. De hecho, el numerador no incluye los fondos externos, para evitar la doble contabilidad. Por otra parte, el tamaño del mercado en el denominador incluye los fondos de gestión pasiva, que en cambio no se miden en el numerador como no necesariamente sujetos al Principio 1.

Tabla 3: Integración ESG para los AUM (activos bajo gestión)¹ gestionados activa e internamente en relación con el mercado mundial de las inversiones

Fuente: Principios para la Inversión Responsable (2010)

la inversión durante la etapa temprana, coparticipe del riesgo y garante de infraestructura y servicios públicos. En el financiamiento privado, la Tabla 2 muestra el tamaño relativo de los préstamos, la inversión y los seguros, así como su compromiso con la sostenibilidad.

Está en proceso el seguimiento y la cuantificación precisa de los recursos financieros y de los flujos de inversión hacia la responsabilidad ecológica y social, a través de las

clases de activos, las zonas geográficas y las fuentes de la inversión (pública, privada, público-privada e híbrida). Algunas clases de activos, en particular las tecnologías de energía más limpia, ya tienen métodos sofisticados y reconocidos a escala mundial para capturar con precisión

¹ Activos Bajo Gestión (AUM, por sus siglas en inglés), el valor de mercado de los activos que gestiona una sociedad de inversión.

los flujos globales anuales. Estos se destacan más adelante en este capítulo. La siguiente sección ofrece una visión de cómo la inversión de capital de los inversionistas institucionales más grandes del mundo está comenzando a fluir hacia la economía verde, pero no tiene una amplia cobertura debido a la disponibilidad de información y de datos, y los retos metodológicos para los que, en muchos casos, tienen que ver con un tipo de activos poco conocidos que están relacionados con la economía verde.

A escala mundial, la cuantificación sobre cómo se integran las consideraciones ASG en varias clases de activos, como por ejemplo las acciones cotizadas (mercados desarrollados y en desarrollo), ingreso fijo (soberano), ingreso fijo (corporativo), capital privado, bienes raíces y propiedades (cotizados y no cotizados), los fondos de cobertura (hedge funds) y la infraestructura, comenzó sistemáticamente en 2008 gracias a los Principios para la Inversión Responsable (PRI, por sus siglas en inglés) respaldados por Naciones Unidas.

En 2009, se estimó que el tamaño del mercado mundial por activos gestionados de manera activa y pasiva² estuvo apenas por encima de los 121 billones de dólares, frente a los casi 99 billones dólares de 2008 (PRI, 2010). De estos activos, controlados por una amplia gama de grandes inversionistas institucionales (como los fondos de pensiones, los fondos soberanos de inversión, las compañías de seguros y las fundaciones), el componente con gestión interna activa del universo de inversión, alrededor de un 4 por ciento (3.578 billones de dólares) en 2008, llegando a un siete por ciento (6.766 billones dólares) en 2009, estaban sujetos a la integración de consideraciones ASG (ver Tabla 3 para un desglose completo).

2 La gestión activa de activos se refiere a la estrategia en la que un gerente de cartera realiza inversiones específicas con el objetivo de superar un índice de referencia de la inversión. La gestión pasiva se refiere a una estrategia en la que el gerente de cartera invierte de acuerdo con una estrategia de inversión predeterminada.

3 Inversión emergente en la economía verde

3.1 De la crisis a la oportunidad

En los últimos años, ha surgido una amplia gama de acontecimientos financieros que apoya la transición hacia una economía verde. A pesar de la turbulencia en los mercados mundiales y la falta de un marco normativo internacional para dirigir las finanzas hacia una economía verde, los mercados de capitales han seguido evolucionando en formas que pueden ayudar a fomentar el enverdecimiento. Algunos ejemplos incluyen:

- La llegada de tecnologías energéticas más limpias, como una nueva clase de activos, y el aumento en nuevas inversiones en materia de energía sostenible que se cuadruplicó de 46,000 millones de dólares en 2004 a 162,000 millones de dólares anuales para el año 2009 (UNEP SEFI, 2010);

- La creación de mercados de carbono, donde el valor del volumen anual de comercio ascendió a los 122,000 millones de dólares para 2009;

- Los estudios en 2009 estiman que las emisiones se redujeron alrededor de 120 millones a 300 millones de toneladas en los primeros tres años del establecimiento del Sistema de Comercio de Emisiones de la UE (Ellerman & Joskow, 2008), y;

- La posibilidad de nuevos mercados asociados con el manejo más eficaz de los recursos naturales, la provisión de infraestructura urbana integrada al medio ambiente y sistemas de transporte bajo en carbono para las ciudades, así como la propiedad industrial, comercial y residencial baja en carbono.

Como se indica en el apartado anterior, se estima que las fuentes del capital privado suministren más del 80 por ciento de la inversión necesaria para la transición hacia una economía baja en carbono. El acceso al capital y la magnitud de la inversión necesaria siguen siendo significativos. La capacidad de interacción del financiamiento público y privado dentro de los mercados de capitales estables y resilientes será un determinante clave para proveer capital a una escala suficiente para financiar la transición hacia una economía verde de manera oportuna. Dado que se espera que las fuentes de capital privado desempeñen un papel significativo en la transición hacia una economía baja

en carbono, el despliegue inteligente de fondos públicos apoyado por un marco de políticas coherente tendrá un papel fundamental para catalizar y multiplicar la inversión privada en una economía verde. En los paquetes de estímulo del gobierno después de la crisis, se asignaron unos 470,000 millones de dólares en inversiones en infraestructura ambiental y baja en carbono, de los y más de tres billones de dólares de fondos públicos comprometidos (HSBC, 2009) para evitar una depresión global severa.

Junto con estos desarrollos recientes, será crítico el papel de las instituciones financieras multilaterales (MFI, por sus siglas en inglés), tales como el Banco Mundial, la Corporación Financiera Internacional (IFC) y las más de treinta MFI regionales; de desarrollo nacional; así como de las agencias que brindan créditos a la exportación y garantías a las inversiones, será fundamental para impulsar nichos nuevos y emergentes en los mercados financieros a medida que el financiamiento privado y la inversión se adapten y ganen la confianza para desarrollar de los marcos de política económica verde. Cabe destacar que para alcanzar los mejores

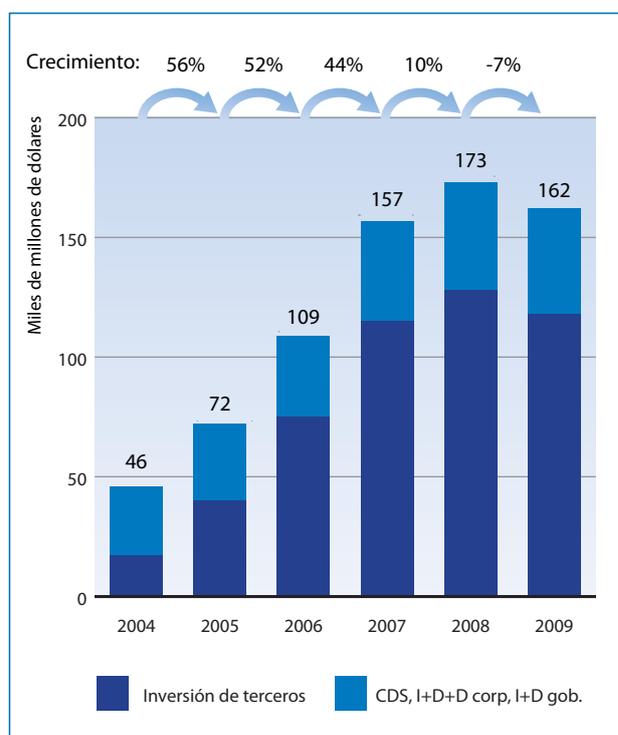


Figura 1: Inversión en energía sostenible, 2004-2009 en miles de millones de dólares

Fuente: UNEP SEFI (2010)

resultados ambientales y sociales, se deben diseñar y utilizar incentivos en las áreas con el mayor potencial para reducir las emisiones de GEI, junto con la creación de empleo y otros objetivos de la economía verde.

3.2 Nuevos mercados e instrumentos

Energía renovable

El sector de la energía renovable es por mucho el mayor receptor de inversión verde en los escenarios GER. Los mercados financieros ya han estado movilizandocantidades sustanciales, por ejemplo, entre 2007 y mediados

de 2010 se desplegó un total de alrededor de 557,000 millones de dólares de capital al mercado de la energía renovable (UNEP SEFI, 2010). Este mercado ha visto un aumento en nuevas inversiones que se cuadruplicó: empezando en 46,000 millones de dólares en 2004 hasta los 162,000 millones de dólares en el año 2009 (véase la Figura 1). Los 30,000 millones de dólares de financiamiento de vía rápida comprometidos en la Conferencia de Copenhague del Cambio Climático de las Naciones Unidas de 2009 (COP 15), también han centrado un mayor interés en este mercado por parte de los negocios y los inversionistas (véase el Cuadro 1). Además, los analistas esperan que los flujos financieros de este mercado

Cuadro 1: El financiamiento por la vía rápida de Copenhague: información actualizada

El Acuerdo de Copenhague señala el compromiso de los países desarrollados de proporcionar financiamiento de vía rápida de unos 30,000 millones de dólares para el período de 2010 a 2012 y llegando a los 100,000 millones de dólares al año para 2020.

Este financiamiento de vía rápida mejorará las medidas de mitigación, incluyendo la Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación Forestal (REDD), la adaptación, el desarrollo y la transferencia de tecnología, y la creación de capacidades. El financiamiento de vía rápida no solo mejorará la implementación de la CMNUCC por parte de los países en vías de desarrollo de aquí a 2012, pero también tiene como objetivo ayudarles a prepararse para la implementación sostenida más allá de 2012. Por lo tanto, este se refiere a menudo como una disposición para el período posterior a 2012. A largo plazo, también proporcionará lecciones para el financiamiento climático. Las preguntas fundamentales relacionadas con las cuestiones del financiamiento vía rápida hoy en día son las siguientes:

■ **Los compromisos a escala nacional.** Según el Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés), los compromisos actuales de los países suman aproximadamente 27,900 millones de dólares;

■ **¿Los fondos se desembolsan o se asignan?** Del total de los 30,000 millones de dólares, aproximadamente, solo cinco mil millones de dólares han sido comprometidos en los presupuestos nacionales y planes de asignación, y solo 32 actividades concretas de programas se han asignado para el apoyo de estos fondos. Los países desarrollados, por lo tanto, todavía tienen mucho por hacer para concretar sus promesas

y permanecer creíbles con respecto a sus compromisos de financiamiento;

■ **¿Son nuevos y adicionales los fondos dedicados al financiamiento climático?** En el momento en que se redacta el presente informe, aún no está claro si los fondos comprometidos serán totalmente adicionales a los compromisos existentes en materia de mitigación y adaptación al cambio climático en los países en vías de desarrollo o, más en general, la ODA. Sin embargo, algunos fondos comprometidos serán adicionales. Parece que la mayoría, si no todos, los fondos denominados como financiamiento de vía rápida en el marco del Acuerdo de Copenhague se contarán dentro de los esfuerzos de la ODA de los países desarrollados y serán presentados como tal a la oficina del CAD (Comité de Ayuda al Desarrollo) de la OCDE. Los esfuerzos anteriores de la ODA de los países desarrollados se han criticado repetidamente por no alcanzar la meta del 0.7 por ciento del PIB, comúnmente se considera que los países desarrollados deben tener como objetivo este nivel de compromisos de la ODA; y

■ **¿Los recursos públicos de vía rápida podrán impulsar el financiamiento privado para el clima?** La mayoría de los programas presentados, si no todos, calificados para el financiamiento rápido tiene como objetivo el aumento de la capacidad institucional y la preparación de los países en desarrollo para iniciar las actividades de mitigación del cambio climático, en vez de reducir directamente las emisiones de GEI. Este tipo de actividades, por lo general, carecen de una dimensión comercial o potencial para la participación privada y, por lo tanto, no serán capaces de atraer o generar financiamiento climático privado.

umenten considerablemente en los próximos años. Un estudio reciente indica que el tamaño del mercado de la energía baja en carbono llegará a 2.2 billones de dólares en 2020 (HSBC, 2010).

Los inversionistas institucionales, a pesar de ser considerados como adversos al riesgo y conservadores, proporcionaron alrededor del 65 por ciento del financiamiento de las energías renovables entre 2008 y 2009, contribuyendo con 192,000 millones de dólares de un total de 294,000 millones de dólares. El resto se extendió entre el capital de riesgo (VC, por sus siglas en inglés)/capital privado (PE, por siglas en inglés), y la Investigación y Desarrollo (I+D), con algunos estímulos provenientes de fondos públicos en 2009, compensando una disminución de los fondos VC/PE (UNEP SEFI, 2010). Cabe resaltar, que el Cleantech Group predijo que el año 2010 sería el segundo mayor en inversión en VC en tecnología limpia, con un total anual de cerca 7,300 millones de dólares, menos que los 8,500 millones recaudados en 2008, pero muy por encima de los 5,700 millones de dólares que se reunieron en 2009 (Cleantech Group and Deloitte, 2010). El aumento en inversiones VC y PE en energías renovables probablemente tendrá un efecto multiplicador en el tiempo, al enviar señales a otras fuentes de capital de un crecimiento sectorial constante.

Sin embargo, los obstáculos siguen siendo considerables para la ampliación de la inversión en este sector a los niveles requeridos para transitar hacia una economía verde mundial. En la actualidad, las energías renovables suministran menos del cinco por ciento de la energía primaria para la generación de electricidad en el mundo. Las barreras para incrementar esta cifra son financieras y económicas, e incluyen:

- Mayores costos iniciales, los proyectos que son intensivos en capital por naturaleza y el uso de los subsidios para la energía convencional;
- Política y regulación; generalmente, las políticas no favorecen a las tecnologías renovables;
- Ambiental y social. Por ejemplo, la renuencia a planificar;
- Técnica. Por ejemplo, el carácter intermitente de tecnologías renovables, y;
- La escala de los proyectos, principalmente, los mayores costos de transacción.

La superación de estas barreras requiere una política más favorable y un marco regulatorio estable (UNEP FI, 2004).

Un informe reciente del WEF y Bloomberg New Energy Finance estima que la adopción de una infraestructura

de energía baja en carbono y la limitación del calentamiento global proyectado por debajo de los 2°C requerirá de una inversión global en energía limpia de, aproximadamente, 500,000 millones de dólares al año para el 2020 (WEF, 2010a). HSBC igualmente concluyó que la construcción del mercado energético bajo en carbono requerirá inversiones de capital por un total de 10 billones de dólares entre 2010 al 2020 (HSBC, 2010). Sin embargo, la inversión pública y privada en energías limpias, en 2009, estaba muy por debajo de los niveles necesarios. Además, dado el cambio geográfico esperado de la economía mundial, tendrán que fluir hacia los países en vías de desarrollo y emergentes 400,000 millones de dólares para la mitigación del cambio climático, incluyendo la inversión en energía (World Bank, 2010a).

El surgimiento de los inmuebles verdes como una clase de activo

Las inversiones inmobiliarias tienen una influencia considerable en los mercados financieros y en las emisiones de carbono. Las perspectivas para la inversión inmobiliaria verde son alentadoras. El crecimiento significativo estimado en los niveles de integración ASG en bienes muebles e inmuebles cotizados entre un 26 y 58 por ciento (véase el Cuadro 3), el éxito de apertura y clausura de 2006 a 2010 de más de 18 fondos inmobiliarios "mejoradores" del financiamiento de la eficiencia energética en edificios comerciales (Preqin, 2004-2010), numerosos fondos de desarrollo de inmobiliario verde, y la preferencia creciente de los usuarios de las oficinas y residencias verdes son indicadores clave de que la propiedad verde se está convirtiendo en un tipo de activos emergente y cada vez más atractivo.

El medio ambiente construido, a través de su edificación y uso es responsable del 40 por ciento de los usos globales de energía y de las emisiones de dióxido de carbono. Asimismo, es responsable del 30 por ciento del uso de materias primas y del 20 por ciento del uso de agua (UNEP SBCI, 2007). Los edificios también han sido identificados como la mayor fuente potencial de mitigación de carbono al costo más bajo (IPCC, 2007). Muchas de las acciones que los inversionistas y los usuarios de las propiedades pueden tomar para reducir el impacto ambiental y social son de bajo costo por ejemplo, la mejora de la eficiencia ambiental y en la utilidad para la sociedad de las propiedades en las que se puede invertir (UNEP FI PWG, 2011b), y se estiman en un valor de alrededor de 12 billones de dólares en todo el mundo (DTZ Research MiP, 2009). Tales acciones son inmediatas en términos económicos, siendo un buen ejemplo de la ecoeficiencia (Ceres, 2010).

Hay un creciente reconocimiento de una serie de factores económicos y financieros para mejorar los permisos ambientales de los edificios existentes en los mercados

de arrendamiento y de valores. Por ejemplo, un informe de 2009 (RICS, 2009) encontró un sobreprecio agregado en las tarifas de alquiler de los edificios con una calificación sostenible del tres por ciento por pie cuadrado, o por encima del 6 por ciento ajustado para los niveles de ocupación de los edificios. En cuanto a los precios de venta, el informe encontró un sobreprecio del orden del 16 por ciento. Además, es cada vez mayor la evidencia empírica de dichas diferencias de valoración (RICS, 2009). La justificación económica para la inversión inmobiliaria verde ha emergido con fuerza con un efecto considerable sobre el funcionamiento del mercado. Sin embargo, aún quedan grandes oportunidades para aumentar la inversión en la propiedad verde.

Asimismo, cada vez más se discute que, en conjunto, las regulaciones cada vez más estrictas afectarán progresivamente el contexto en el que se toman las decisiones de inversión inmobiliaria, debido al aumento de precios de la energía y al cambio de preferencias de los usuarios y de los inversionistas (UNEP FI PWG, 2011a). Como resultado, está creciendo la expectativa de que, con el tiempo, los edificios más verdes tendrán un mayor crecimiento de sus ingresos netos a través de una menor depreciación y menores costos de operación, y como consecuencia de ello, se consideran me-

nos riesgosos. De igual forma, los siguientes factores serán fundamentales para la aceleración de la transformación verde del mercado inmobiliario: las regulaciones aplicables que impulsen normas ambientales más estrictas; una mayor coherencia entre los incentivos fiscales y los objetivos de las políticas para reducción de GEI en los edificios; y la promoción de los sistemas de medición más compatibles, más simples, más relevantes para los inversionistas y con mayor capacidad de captura entre todos los portafolios.

Bosques: Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD+)

La comprensión y el desarrollo de los futuros mercados relacionados con los servicios de la biodiversidad y los ecosistemas (BES) constituyen un reto para los servicios financieros y la comunidad de inversionistas. La cobertura de la demanda real y las estimaciones del valor potencial de mercado para los bancos, los seguros y las inversiones son limitadas. Sin embargo, varias iniciativas recientes han empezado a enmarcar el potencial de los mercados nacientes, tanto existentes como futuros. Por ejemplo, el Ecosystem Market Place estimó en 2008 el valor de mercado del biocarbono en 37 millones de dólares (véase la Tabla 4). Esta estimación incluye el

Clase de Activos BES	Valor de mercado	Año	Tipo de Mercado	Fuente
Conservación de la Biodiversidad/compensaciones	1,800- 2,900 millones de dólares	2008	Comercio de emisiones (<i>Cap-and-Trade</i>)/ Voluntarios	Ecosystem Marketplace, 2009
Biocarbono:				
Voluntario <i>over-the-counter</i> (carbono forestal), incluyendo REDD +	31.5 millones de dólares	2008	Voluntarios privados	Ecosystem Marketplace, 2009
Bolsa Climática de Chicago - carbono forestal	5.3 millones de dólares	2008	Voluntarios privados	
Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) - forestación/ reforestación	0.3 millones de dólares	2008	Comercio de emisiones (<i>Cap-and-Trade</i>)	
Cosméticos, cuidado personal, productos farmacéuticos: contratos de bio-prospección	30 millones de dólares	2008	Voluntarios privados	Estudio de la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB) D3
Productos agrícolas certificados, incl. productos forestales no maderables (PFNM)	40,000 millones de dólares	2008	Voluntarios privados	Bishop et al., 2008. Creación de Empresas de Biodiversidad
Certificación de productos forestales – Consejo de Administración Forestal (FSC), el Programa para el Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal (PEFC, por sus siglas en inglés)	5,000 millones de dólares (productos certificados por el FSC)	2008	Voluntarios privados	TEEB D3
Pagos por Servicios Hidrológicos (voluntarios privados)	Cinco millones de dólares (varios pilotos, ej., Costa Rica, Ecuador)	2008	Voluntarios privados	TEEB D3
Pagos por servicios ambientales relacionados con el agua (gobierno)	5,200 millones de dólares	2008	Público	TEEB D3
Otros pagos por servicios ambientales (apoyados por el gobierno)	3,000 millones de dólares	2008	Público	TEEB D3
Fideicomisos privados de tierras, servidumbres de conservación (por ejemplo, América del Norte, Australia)	8,000 millones de dólares (solamente en EE.UU.)	2008	Público	TEEB D3

Tabla 4: Mercado potencial para diversas clases de activos BES

Fuente: UNEP FI BES (2010)

concepto cada vez más importante de REDD+ (véase el Cuadro 2).

Las iniciativas REDD+ y afines, tales como los nuevos productos de seguros relacionados con el carbono forestal (véase el cuadro 3), muestran una mayor com-

prensión de la magnitud potencial del mercado para los servicios financieros, así como las etapas de política necesarias para facilitar el desarrollo de estos mercados. Los marcos de políticas mundiales y nacionales adecuados, claros y consistentes son fundamentales para que el mercado BES se desarrolle a gran escala. Para las

Cuadro 2: Visión general de REDD+

La Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD) es un esfuerzo para crear un valor financiero del carbono almacenado en los bosques, ofreciendo incentivos a los países en vías de desarrollo para reducir las emisiones de los suelos forestales e invertir en trayectorias de bajo carbono para el desarrollo sostenible. REDD+ va más allá de la deforestación y la degradación de los bosques e incluye el papel de la conservación, el manejo sostenible de los bosques y el aumento de los acervos forestales de carbono.

Gran parte de la protección de los bosques existentes (REDD+) o de la reforestación de áreas (forestación y reforestación- A/R) es alcanzable a costos considerablemente más bajos que otras tecnologías de abatimiento, y trae un inmenso potencial de cobeneficios como la conservación de la biodiversidad y la protección de cuencas (servicios “gratuitos” con un valor estimado de hasta un billón de dólares/año para 2100). Sin embargo, alcanzar este potencial requerirá una inversión considerable, estimada como mínimo entre 17,000 y 33,000 millones de dólares al año para reducir a la mitad la tasa de deforestación tropical en 2030 (The Eliasch Review, 2008). Es poco probable que la inversión a esta escala provenga solo de los gobiernos y, por lo tanto, es esencial la participación activa de las instituciones financieras del sector privado. Esto a su vez depende de la capacidad de estimular la inversión en la protección y la mejora de los bosques, a la vez que se intensifican los esfuerzos para medir y reportar con exactitud el carbono almacenado en los bosques. Las principales fuentes de inversión en el sector forestal en general (otras que no estén dentro del contexto de la mitigación del cambio climático) son privadas (93 por ciento), que representan aproximadamente el 1.5 por ciento de la inversión global directa (UNEP FI, 2011a; UNEP FI, 2011b).

El sector forestal, REDD+ y A/R pueden ser de interés para las instituciones financieras si además de ser rentables, diversifican los préstamos, seguros y portafolios de inversión. Este sector también puede ser de interés para las instituciones financieras, debido a los imperativos políticos y de reputación asociados. Es

necesario considerar una gama de riesgos políticos, de mercado y de negocios en general. Las garantías, los seguros y los bonos son algunos de los instrumentos disponibles de mitigación de riesgos para las instituciones financieras para hacer más atractivos los proyectos REDD+ y A/R.

Aunque las negociaciones aún están en curso al nivel de la CMNUCC sobre la forma exacta y estructura de un mecanismo REDD+, alrededor de 40 países ya están participando en el desarrollo de las estrategias REDD+ (Fase 1) y las actividades piloto. Se espera que el financiamiento del sector privado para REDD+ se amplíe a medida que las reformas iniciales y el fortalecimiento institucional entren en vigor y los programas de REDD+ se amplíen (Streck et al., 2010). Los cinco escenarios actuales que están sobre la mesa en las negociaciones internacionales sobre el clima son:

Escenario 1: Acreditación nacional bajo un acuerdo de la CMNUCC.

Escenario 2: Acreditación subnacional o de proyecto bajo un acuerdo de la CMNUCC.

Escenario 3: El enfoque anidado como solución híbrida entre los escenarios 1 y 2.

Escenario 4: Un fondo internacional con el pago de incentivos a escala nacional.

Escenario 5: Mercados voluntarios solamente (sin acuerdo internacional REDD).

La opción más prometedora para la participación del sector privado en REDD parece ser el enfoque anidado que se describe en el escenario 3. En ausencia de un acuerdo climático global, los actores del mercado tienen que estar preparados para aprovechar las oportunidades en el mercado voluntario, o en los mercados nacionales con esquemas de comercio de emisiones (*cap-and-trade*) que permitan compensaciones de REDD (por ejemplo, el futuro régimen de EE.UU. y/o el EU ETS Fase 3).

Fuente: UNEP FI

aseguradoras convencionales, las primas de seguros de los bosques manejados apenas llegan a una escala para clasificarlo como un mercado en sí. Sin embargo, dadas las decisiones globales correctas de política dentro de las negociaciones sobre el cambio climático en los próximos años, el mercado de carbono en los bosques podría llegar a 90,000 millones de dólares en 2020 (CDC Misión Climat, 2008).

Bonos verdes

El mercado de bonos verde es todavía relativamente pequeño, pero cuenta con el apoyo de las instituciones con calificación AAA y con un impulso creciente. Los bonos son un instrumento muy común para los

gobiernos, las instituciones y las empresas e, incluso, para las grandes corporaciones, para aumentar la deuda (dinero prestado) de los mercados de capitales. En los últimos años, el término bonos verdes, o algunas veces los bonos de energías limpias o bonos climáticos, han sido cada vez más discutidos en los debates sobre el financiamiento para el desarrollo limpio.³ Los bonos verdes son simplemente una variante de los bonos comunes, donde el emisor de bonos garantiza

³ La iniciativa de Bonos Climáticos es un proyecto establecido en 2009 por la Red para la Sostenibilidad de los Mercados Financieros (NSFM por sus siglas en inglés) que funciona como un proyecto conjunto de la NSFM y el Carbon Disclosure Project. [http:// climatebonds.net](http://climatebonds.net).

Cuadro 3: Construcción de un mercado de seguros para el carbono forestal

Los mercados de carbono no han abordado aún el tema de las emisiones, debido a la pérdida de los bosques naturales. Existen varias preocupaciones: las probables cuestiones de permanencia, adicionalidad, fugas, medición y el monitoreo, y los riesgos de cambios en los acervos de carbono o en las emisiones de GEI debido a los proyectos. El cambio de uso del suelo es una brecha importante en la mitigación, ya que se estima que hasta un 20 por ciento de los GEI antropogénicos se originan por el cambio de uso de suelo. La de captura de GEI en la biomasa no es permanente, a diferencia de la reducción o prevención de emisiones de GEI de todos los otros tipos de actividades de mitigación. Tarde o temprano, el carbono capturado volverá a ser liberado a la atmósfera. En el caso de los bosques esto puede suceder debido a los desastres naturales, a las decisiones de uso del suelo y otros eventos (UNEP FI, 2008).

Hasta la fecha, las autoridades han tratado los permisos de GEI forestales como temporales, lo que ha reducido considerablemente su valor y, por lo tanto, la demanda. En el sector de certificación voluntaria, el enfoque para abordar la no permanencia es exigir a los proyectos mantener reservas adecuadas de amortiguamiento de créditos de carbono no comercializables para cubrir las pérdidas imprevistas en los acervos de carbono.

Otra alternativa es la expansión de los seguros y otros instrumentos financieros de gestión de riesgos para garantizar la permanencia del carbono capturado en los bosques. Esto significa que el te-

rreno ocupado por el amortiguador (buffer) estaría disponible para una variedad de propósitos. En principio, la pérdida de carbono de un bosque se puede asegurar, y el uso de herramientas financieras es superior en términos económicos. Los proveedores privados de seguros para los bosques centran su atención en las plantaciones, no en los bosques públicos y naturales. La razón principal de esto son los sistemas más sofisticados de gestión de riesgos (por ejemplo, torres de vigilancia y cortafuegos, el personal de lucha contra incendios, equipos y procedimientos) en los bosques de propiedad privada, donde hay un interés financiero claro. Incluso para las plantaciones, la superficie total asegurada es baja.

Las principales razones de la falta de demanda son su alta exposición a pérdidas catastróficas (exacerbadas por el cambio climático); la baja demanda y los precios inadecuados; y la gestión de riesgos insuficiente, agravada por la posibilidad de riesgo moral. Además, los riesgos forestales requieren conocimientos especializados, y la valoración del carbono forestal es difícil. A pesar de que los productos de seguros forestales han sido suscritos por las políticas tradicionales, basados en seguros de indemnización, algunos también están explorando la viabilidad de la transferencia alternativa de los riesgos y las soluciones de financiamiento incluyendo los bonos para catástrofes. Hay algunas pruebas de que los seguros forestales del sector público han tenido éxito en países como Japón.

Source: UNEP FI (2008)

Emisión (calificación)	Cantidad	Fecha de Vencimiento	Cupón	Inversionistas
Emisión Inaugural de la Corona sueca (SEK) denominada Bono Verde (Aaa/ AAA)	2,850 millones de SEK (en tres tramos)	Noviembre de 2014	3.5 por ciento al año	Fondo Nacional de Pensiones de Suecia Skandia Life Fondo de Pensiones de las Naciones Unidas Otros
Primer Bono Verde denominado en dólares (Aaa/ AAA)	300 millones de dólares	Abril de 2012	Tasa variable	Estado de California
Tercer Bono Verde del Banco Mundial (Aaa/ AAA)	180 millones de dólares (en tres tramos)	Diciembre de 2013	2 por ciento al año	Sistema de Retiros de los Profesores del Estado de California (CalSTRS) Fondo Nacional de Pensiones de Suecia SEB Trygg Liv Proveedor de seguros sueco El Fondo de Pensiones del personal de las Naciones Unidas, Otros
Cuarto Bono Verde del Banco Mundial (Aaa/ AAA)	150 millones de NZD	Enero de 2015	5.23 por ciento SA	Inversionistas japoneses
Bono Verde IFC Inaugural (Aaa/ AAA)	200 millones de dólares (en tres tramos)	Abril de 2014	2.25 por ciento al año	Información no disponible

Tabla 5: Emisiones recientes de bonos verdes por parte del Grupo del Banco Mundial

Fuente: sitios web del Banco Mundial e IFC

utilizar el dinero recaudado para propósitos ambientales específicos. Están diseñados especialmente para atraer inversionistas que deseen prestar dinero para estos propósitos.

El mercado de bonos verdes sigue siendo muy limitado. Aunque la emisión de bonos verdes es relativamente pequeña, los problemas actuales son un ejemplo alentador. El BEI y el Banco Mundial (véase la Tabla 5) emitieron varios bonos verdes y amigables con el ambiente entre 2007 y 2010 por un valor de mil millones y 1,500 millones de dólares, respectivamente. Además, la IFC ha emitido bonos verdes con vigencia de cuatro años de 200 millones de dólares a tasa fija, para el periodo 2010 a 2014, para financiar proyectos de energía renovable y de eficiencia energética en los países en vías de desarrollo. En 2010, el Banco de Desarrollo Africano y el Banco Asiático de Desarrollo emitieron sus primeros Bonos de Energía Limpia.

Mientras las emisiones de bonos verdes de los bancos multilaterales de desarrollo han llamado gran parte de la atención reciente, los bonos verdes se han utilizado también en un ámbito municipal para financiar proyectos verdes. Por ejemplo, en EE.UU., un bono verde es un tipo de bono municipal con exención de impuestos, emitido por organizaciones y gobiernos locales calificados por el Gobierno federal de EE.UU.

El nombre completo de estos bonos verdes es un Bono Calificado de Proyectos de Edificios Verdes y Diseño Sostenible. Estos bonos verdes tienen el propósito de

promover el uso de suelo y desarrollo amigable con el medio ambiente, por ejemplo, el centro comercial Destiny USA en Nueva York que espera cubrir todas sus necesidades de energía con fuentes renovables.

El tamaño del mercado global de bonos se situó en 79,000 millones en 2009 solamente en los mercados emergentes (IMF, 2009), lo que sugiere un mayor potencial para los bonos verdes; por ejemplo, los bonos de eficiencia energética para la modernización a gran escala de las unidades urbanas compuestas. Las inversiones de renta fija de alta categoría, tales como los bonos, representan un instrumento prometedor para incorporar más a los inversionistas institucionales con el fin de que desplieguen mayores cantidades de inversión en el sector del medio ambiente. Los individuos de alto patrimonio neto representan un segmento significativo de la demanda potencial de los bonos verdes, puesto que las tenencias de bonos representan el 31 por ciento de los activos financieros con valor de 39 billones de dólares en 2009 (Capgemini, 2009).

De igual manera, el sector público a escala nacional e internacional debe apoyar el crecimiento de estos segmentos emergentes mediante el financiamiento de actividades promocionales y de investigación para fomentar una mejor comprensión de los mercados de bonos verdes, los mercados verdes de materias primas, y las bolsas de valores ambientales y sociales. La Iniciativa de Bonos Climáticos, una red mundial de la sociedad civil lanzada en 2009, desarrolla propuestas de política para los gobiernos, el sector financiero e in-

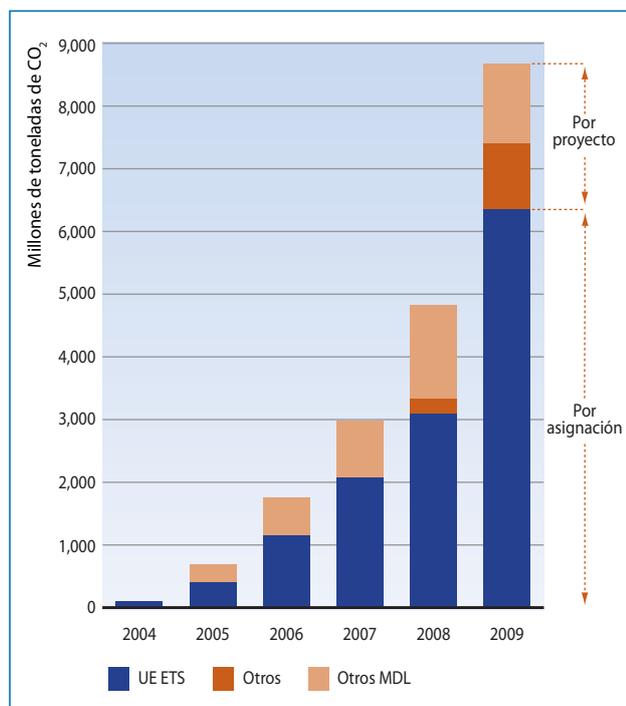


Figura 2: Mercado global de carbono

Fuente: Unidad de Financiamiento del Carbono del Banco Mundial

dustrial, y desarrolla también recomendaciones acerca de las oportunidades de mitigación a gran escala adecuadas para el financiamiento de la deuda a largo plazo (The Climate Bonds Initiative, 2009).

Los mercados de carbono

Los mercados de carbono constituyen una de las áreas clave de las finanzas verdes y proporcionan un mecanismo importante para la determinación del precio del carbono. En 2009, se comercializaron en total 8.7 millones de toneladas (ver la Figura 2), con un valor de 144,000 millones dólares (123,000 millones de dólares en el comercio de emisiones basado en concesiones) y 21,000 millones de dólares en acuerdos basados en proyectos bajo instrumentos tales como los mecanismos de desarrollo limpio (MDL). El mercado de carbono más grande, por mucho, es el Sistema de Comercio de Emisiones de la UE (ETS UE), cuyo valor anual llegó a 122,000 millones de dólares en 2009.

Existe una gran incertidumbre sobre la futura estructura de los mercados de carbono después del resultado inconcluso de la Conferencia de la ONU en 2009 sobre Cambio Climático en Copenhague y del estancamiento para el establecimiento un esquema de comercio de carbono nacional en EE.UU. (TheCityUK, 2010). Las principales transacciones del MDL, que constituyen la mayor parte del mercado de proyectos, casi redujeron a la mitad: de 404 millones de toneladas en 2008 a 211 millones de toneladas en el año 2009, debido a las dificultades para acceder al financiamiento, a la falta de perspectivas de rentabilidad del MDL y de los créditos de Implementación Conjunta (JI, por sus siglas en inglés) después de

2012, y a los comunes retrasos en el proceso del MDL (véase la Figura 2).

Una muestra de ello fue el cambio de destino de la Chicago Climate Exchange (CCX), que anunció en octubre de 2010, que estaría terminando sus operaciones como centro de coordinación de un esquema voluntario de intercambio de emisiones (cap-and-trade) entre los miembros de la industria. En sus comienzos en 2003, el CCX fue visto como un campo de pruebas para aprender cómo funciona un sistema de comercio de emisiones (cap-and-trade), por más de 400 miembros a la vez incluyendo muchas grandes empresas de servicios. Sus reducciones de emisiones representaron alrededor de 88 por ciento de los casi 700 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono reducidas por el CCX desde 2003 (Chicago Climate Exchange, 2011). Las compensaciones de carbono representan el resto. El esquema de miembros voluntarios estaba programado para terminar en 2010, y después de que la legislación del comercio de emisiones no fue aprobada en el senado de EE.UU., la renovación se consideró inviable. La bolsa continuará negociando compensaciones voluntarias de carbono, con otro tipo de contrato creado por los proyectos, como plantar árboles para reducir el dióxido de carbono u otros GEI.

A través de la Iniciativa Regional de gases de efecto invernadero de EE.UU. (RGGI, por sus siglas en inglés), un programa obligatorio de limitación de emisiones de CO₂ de las centrales eléctricas en diez Estados del Noreste, el volumen intercambiado de permisos cayó a 36 millones de toneladas métricas en el tercer trimestre de 2010, frente a las 329 Mt en el mismo período de 2009 (Bloomberg New Energy Finance, 2009). Sin embargo, además de la incertidumbre en la regulación, los mercados de carbono tienen defectos (Instituto DagHammar skjold, 2009). Dentro de los problemas clave del sistema de la CMNUCC se encuentran la credibilidad de las compensaciones de proyectos industriales de gas bajo el MDL y el excedente de permisos de emisión de países que antes pertenecían a la Unión Soviética. Sin embargo, la Unión Europea parece estar decidida a continuar con su propio esquema. El potencial para la evolución del sistema EU ETS se explora en la sección final de este capítulo. Cabe resaltar, que en los tres primeros años del comercio, se estima que las emisiones en Europa se redujeron entre 120 y 300 millones de toneladas (Ellerman & Joskow, 2008).

Las nuevas iniciativas, como el Banco de Inversión Verde de Reino Unido, también están proporcionando bases potenciales para más cofinanciamiento y riesgo compartido entre los bancos privados y las entidades del sector público (véase el Cuadro 4).

Cuadro 4: Banco de Inversión Verde (Reino Unido)

En 2010, el Gobierno de Reino Unido anunció que crearía un Banco de Inversión Verde (GIB, por sus siglas en inglés) de mil millones de libras esterlinas encargado de realizar intervenciones financieras directas para ayudar al gobierno a cumplir sus ambiciones de infraestructura verde. Aunque la estructura de gestión específica del GIB todavía no se publicaba al momento de escribir este informe, se espera que tenga un mandato para comercializar y emitir títulos de deuda, y que comparta el riesgo de financiar la infraestructura verde, en aquellos casos donde el mercado actual no pueda acomodar adecuadamente dicho riesgo por su propia cuenta. Se espera que las áreas de inversión incluyan el sector eólico marino y la industria de captura y almacena-

miento de carbono (CAC). Se reporta también que el Gobierno de Reino Unido examina los tipos de productos que disminuyen el riesgo durante las fases de construcción y de operación, con el fin de ayudar al sector privado a introducir formas más baratas de capital de bajo riesgo. Además de reducir el riesgo de movilizar capital adicional en el mercado, el GIB también buscará obtener retornos a la inversión y reinvertirlos en mayor financiamiento de infraestructura verde. Asimismo, se ha sugerido que el GIB tenga un papel en el desarrollo de estándares de mercado para los bonos verdes mediante la creación de normas de integridad ambiental que aumentarían la credibilidad del producto con los inversionistas institucionales.

Transporte bajo en carbono

La medición del financiamiento dirigido al transporte de bajas emisiones de carbono es un reto. Las medidas necesarias para incrementar los flujos financieros en este sector son diferentes para los países desarrollados y en vías de desarrollo. En los países desarrollados las soluciones de bajo carbono deberían integrarse en las redes de transporte existentes.

En Reino Unido, por ejemplo, dos tercios de los ahorros de emisiones de GEI del transporte terrestre vendrían de vehículos más eficientes y de bajas emisiones de carbono, en particular de vehículos eléctricos o híbridos (Comisión del Parlamento sobre el Cambio Climático, Reino Unido, 2010). Dado el estado actual de la tecnología de automóviles eléctricos, para desarrollar un mercado de este tipo de autos solo se requeriría de apoyo financiero del gobierno temporal para la compra del auto y para la inversión en una red de recarga de la batería. La infraestructura de recarga de la batería podría ser una gran red basada en hogares que permita a 240,000 vehículos eléctricos estar en circulación en Reino Unido en 2015, elevándose a 1.7 millones en 2020.

Esto es similar al objetivo del Gobierno japonés de conseguir una cuota de mercado de vehículos híbridos o eléctricos del 15 al 20 por ciento en 2020. Una vez que la penetración de los vehículos eléctricos/híbridos esté en estos niveles, es probable que se pueda contar con el financiamiento del sector privado para completar la conversión.

Sin embargo, puede haber una oportunidad en los países en desarrollo de evitar el modelo de transporte

centrado en el automóvil privado y proveer un transporte de masas sostenible y de alta calidad, más rápido y a menor costo (Sakamoto, Dalkmann, y Palmer, 2010). Las finanzas públicas son, y seguirán siendo, la fuente principal de fondos, utilizando tanto los flujos nacionales como internacionales, como la ODA y los créditos a la exportación.

Mejora en la gestión de los residuos

La gestión sostenible de los residuos es un problema importante en la sociedad y una fuente creciente de ahorros por eficiencia en la gestión industrial. Cada año se producen en el mundo alrededor de cuatro mil millones de toneladas de residuos, de las cuales se estima que apenas un cuarto se recupera o se recicla, incluyendo muchos materiales secundarios que puedan sustituir a las materias primas que son cada vez más escasas (Chalmin & Gaillochet, 2009).

De ser principalmente una actividad local, la escala de las operaciones sostenibles de gestión de residuos se ha multiplicado con la aparición de mercados, en todo el mundo, para una serie de materiales secundarios, tales como la chatarra y el papel, por lo que los ingresos de 2007 y 2008 coincidieron con los de las materias primas, como el acero y la pulpa de papel. Esta industria de los desechos industriales, municipales y peligrosos es atendida por una serie de organismos públicos municipales y por las empresas del sector privado. Junto con el resto de las otras actividades económicas relacionadas con los residuos, desde la recolección hasta el reciclado, parecería representar un mercado mundial de unos 300,000 millones de euros, compartido por igual entre los residuos urbanos y los residuos industriales y de la construcción.

Por último, los inversionistas institucionales también están desempeñando un papel en este tema. Por ejemplo, el expresidente de EE.UU., Bill Clinton, anunció una encuesta liderada entre inversionistas de cómo las empresas utilizan y hacen un seguimiento del plástico en sus negocios. Los inversionistas con más de cinco billones de dólares en activos bajo gestión (AUM) deben seguir el Proyecto de Divulgación de Plástico (PDP). La primera encuesta PDP fue programada para el primer semestre de 2011 (McCabe, 2010) y, como sugiere su nombre, es similar al exitoso Carbon Disclosure Project, que envía un detallado cuestionario a las empresas sobre sus emisiones de carbono, metas y estrategias de mitigación.

Mejora en la provisión de agua potable

Mientras que las empresas públicas de agua proveen la mayor parte de los servicios de agua y de aguas residuales en todo el mundo, el número de personas atendidas por empresas privadas de agua ha aumentado significativamente en las dos últimas décadas. Como la infraestructura de agua es muy intensiva en capital, la inversión del sector privado o el apoyo a la inversión pública a través de los bonos financiados por los inversionistas es cada vez más importante. El financiamiento privado de infraestructuras para producir agua dulce es un área potencialmente importante para una economía verde.

En la actualidad, el sector público suministra y financia el 95 por ciento del agua potable en el mundo (OECD, 2004). Sin embargo, los limitados recursos renovables de agua dulce y la cada vez mayor extracción humana de agua están causando estrés hídrico y escasez severa. Alrededor de 2,800 millones de personas (United Nations, 2008) sufren de algún tipo de escasez de agua de los cuales 1,200 millones viven en condiciones de escasez física de agua y 1,600 millones de personas viven en regiones con escasez económica de agua, donde los costos de suministro de agua han ido en aumento. La nueva infraestructura y las mejores tecnologías de tratamiento de agua son fundamentales para mejorar el abastecimiento de agua y la gestión de aguas residuales. El Panel Camdessus (World Water Council, 2003) estimó que el déficit de financiamiento en el sector del agua en los países en desarrollo y en los mercados emergentes asciende a 100,000 millones de dólares al año, de los cuales la mayoría es para saneamiento de los hogares, el tratamiento de aguas residuales, tratamiento de efluentes industriales, el riego y los esquemas de usos múltiples. El financiamiento privado tendría que duplicarse al menos para cerrar la brecha de inversión pública en el sector del agua.

La agricultura sostenible

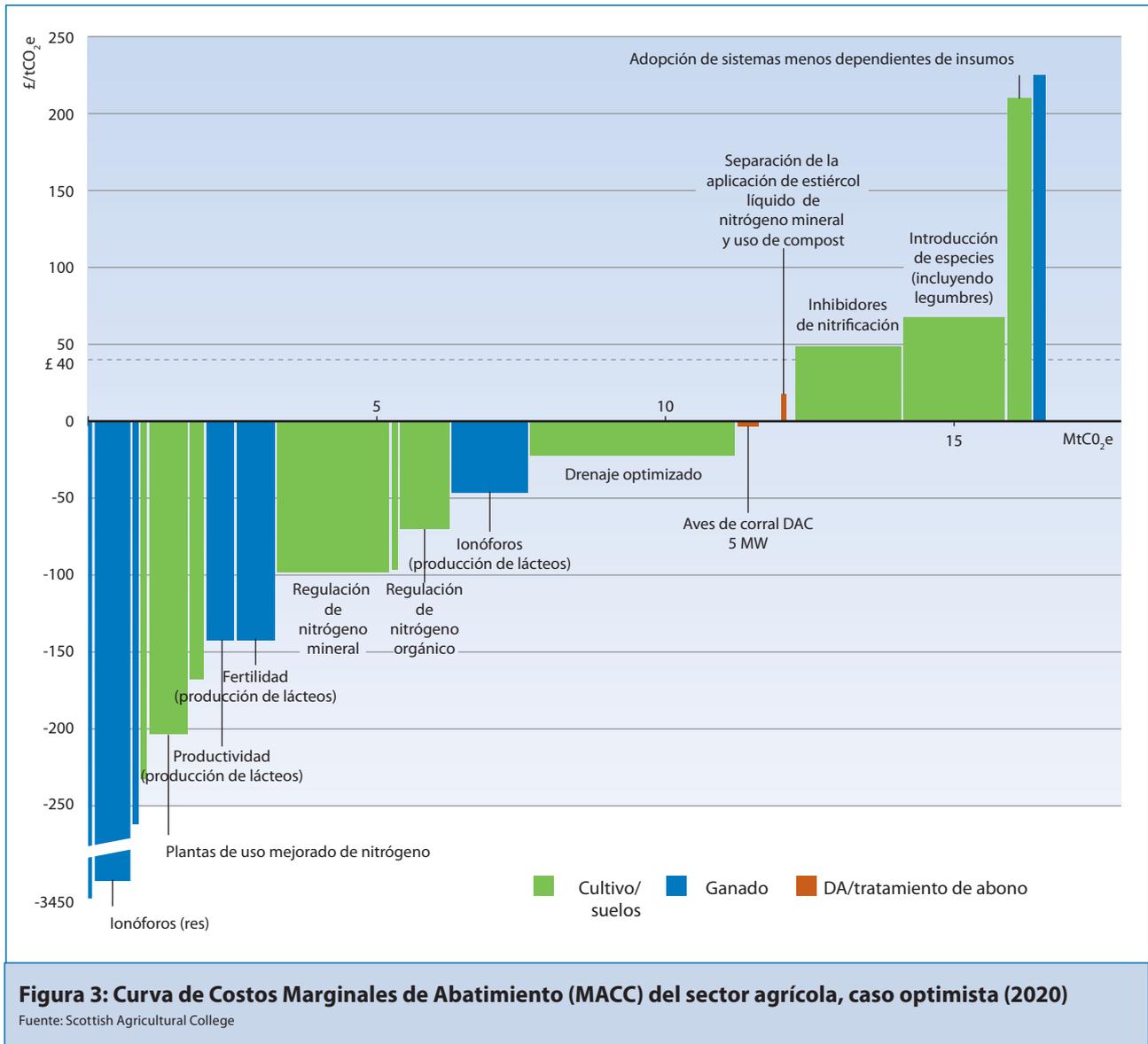
Hasta hace poco, la agricultura había sido ignorada por los participantes del mercado financiero enfocados en la sostenibilidad. Sin embargo, la demanda mundial de productos agrícolas está presionando la oferta, por lo

que la alta tecnología ha entrado ya en los laboratorios agrícolas. También ha quedado claro que la agricultura es una industria altamente contaminante y plantea importantes cuestiones de equidad. La percepción de que la agricultura es ahora una oportunidad potencialmente riesgosa, pero rentable, ha comenzado a atraer la atención del componente de sostenibilidad del sector financiero. Este informe no puede ofrecer ninguna estimación fiable del monto global del financiamiento verde que actualmente fluye hacia la agricultura sostenible en su conjunto. No obstante, los ejemplos de las finanzas responsables para el aceite de palma y la reducción de gases de efecto invernadero en Reino Unido pueden ser ilustrativos.

La producción mundial de aceite de palma se ha duplicado en la última década a más de 36 millones de toneladas métricas por año y se espera que se duplique de nuevo en 2020. En 2008, cuando los precios eran especialmente altos, el mercado del aceite de palma crudo tenía un valor de más de 25,000 millones de dólares. Alrededor del 80 por ciento se utiliza para la comida, por ejemplo, la margarina (WWF Internacional & Profundo, 2008). La producción sostenible de aceite de palma puede ayudar a satisfacer la creciente demanda mundial de aceites comestibles y generar ingresos y empleo para las economías rurales en las regiones tropicales.

Sin embargo, las prácticas no sostenibles en algunos sectores de la industria han tenido consecuencias graves, tales como autorizaciones forestales que destruyen los ecosistemas naturales ricos y que liberan enormes cantidades de GEI a la atmósfera. También ha habido problemas sociales, tales como la extradición involuntaria de comunidades nativas de sus tierras. Debido a que tales problemas pueden implicar un riesgo de sanciones financieras, abandono del cliente y riesgo de reputación, muchos bancos comerciales han reforzado sus políticas de evaluación de riesgos de los préstamos de aceite de palma, y han desarrollado declaraciones de política sobre el aceite de palma por escrito, señalando que una política responsable de aceite de palma tiene que cubrir toda la gama de empresas relacionadas con este sector, incluidas las empresas en la fase inicial, como los productores de crudo de aceite de palma, y la fase final como las empresas que participan en la refinación, comercialización y uso de productos de aceite de palma.

En la mayoría de países de la OCDE, los GEI emitidos por el sector agrícola son significativos y se componen principalmente de metano y óxido nitroso, que interactúan con los procesos microbianos del suelo en formas que no se comprenden completamente (Climate Change Task Force, 2010). Asimismo, la medición de las emisiones y el cumplimiento de las regulaciones no son fáciles, puesto que hay múltiples actores pequeños que están dispersos. Por lo tanto, se presta más atención a los ins-



trumentos de mercado, tales como el comercio de emisiones. Con este fin, Reino Unido desarrolló una Curva de Costo Marginal de Abatimiento (MACC, por sus siglas en inglés) para su sector agrícola (véase la Figura 3).

Este ejercicio identificó un potencial técnico de 9 Mt de CO₂-eq (toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente) que podrían ser abatidas a un costo negativo (es decir, ahorraría dinero para los agricultores bajo las hipótesis utilizadas en el MACC), con 4 Mt de CO₂ equivalente adicionales por debajo de las 40 libras esterlinas/tCO₂-eq. Esto indica un escenario para la política

de gases de efecto invernadero, caracterizado por los impuestos y subsidios o bien un esquema de comercio de emisiones (cap and trade), con un máximo de 6 Mt de CO₂-eq potencialmente disponibles para la reducción para el año 2020 (Climate Change Task Force, 2010), es decir un mercado de más de 100 millones de libras esterlinas. Debido a que las mayores reducciones pueden provenir de los operadores menos eficientes y menos conscientes, vincular el desempeño ambiental con la mejora en la rentabilidad es probablemente eficaz y también debe llegar a ser un modelo de negocio atractivo para las instituciones financieras.

4 Oportunidades y retos del financiamiento de la economía verde

La Sección 2 mostró que los flujos financieros actuales para la economía verde deben incrementarse drásticamente mientras que la sección 3 muestra que los mecanismos financieros innovadores han surgido para muchas áreas ambientales y de recursos naturales y han comenzado a canalizar fondos a estas. En esta sección se identifican algunos de los principales obstáculos para la ampliación de estos flujos durante el ciclo de vida típico de las inversiones desde antes de la inversión hasta su etapa final, y sugiere formas para eliminarlos.

4.1 Haciendo frente al costo total de las externalidades

Si los costos de la degradación ambiental y los daños sociales continúan siendo externos a los costos de las empresas y de la actividad de inversión, entonces la ecuación riesgo/recompensa, que sustenta muchos de los servicios financieros y la inversión, continuará promoviendo prácticas empresariales y actividad financiera no sostenibles en términos ambientales y sociales. Durante la mayor parte del período en el que una industria formal de inversión ha evolucionado en los últimos 200 años, las cuestiones ASG no fueron consideradas en la formulación de políticas de inversión ni en los procesos de decisión de la mayoría de las principales instituciones financieras.

Una de las principales razones de esta omisión es que las externalidades (costos que son externos al balance general de la empresa, como la contaminación o la destrucción de los servicios de los ecosistemas) simplemente no han sido evaluados, monetizados ni tomados en cuenta en las actividades asociadas al mercado tradicional ni en los procesos de inversión que han apoyado dichas actividades. El análisis en el reciente Informe TEEB para empresas (TEEB for Business, 2010) confirmó que las técnicas de valoración de negocios estándar aún no logran captar, para la mayoría de los casos, los valores de los servicios ecosistémicos básicos. Además, los criterios utilizados en contabilidad para asegurar informes financieros confiables y relevantes se enmarcan en una forma que suele excluir a cuestiones intangibles como los impactos y dependencias de los ecosistemas y la biodiversidad.

El fracaso por no internalizar la amplia y diversa gama de externalidades ambientales y sociales impide que grandes

cantidades de capital fluyan hacia una economía verde. A pesar de que los gobiernos, a través de sus actividades de regulación (la regulación directa, los impuestos ambientales, los derechos de uso, y los sistemas de permisos negociables) y las actividades presupuestarias (pago por servicios ambientales) desempeñarán un papel importante para hacer frente a estas externalidades, también pueden contribuir las iniciativas voluntarias dentro de los sectores financieros y de inversión. Si bien no se toman en cuenta las externalidades de la actividad de inversión, la ecuación riesgo/recompensa que sustenta la mayor parte de la actividad del mercado de capitales hace que el incremento drástico de los flujos financieros hacia la economía verde, a corto plazo, no sea factible. En años recientes, sin embargo, algunos de los mayores inversionistas del mundo han comenzado a centrarse en las cuestiones de la responsabilidad fiduciaria y jurídicas fiduciarias en el contexto de los temas ASG (véase el Cuadro 5). En particular, está en el interés de los grandes y diversificados inversionistas institucionales que poseen una muestra bastante representativa de la economía global (los llamados propietarios universales) el actuar para reducir las externalidades negativas (véase el Cuadro 6). Mientras que el interés en torno a la teoría de la propiedad universal sigue creciendo, todavía no forma parte de la corriente principal y hay algunas opiniones divergentes con respecto a la tesis general.

Más recientemente, ha habido intentos por establecer un precio a los daños causados por las empresas en la salud humana, la degradación de los ecosistemas y el agotamiento de los recursos naturales. Evitar estos costos representa uno de los principales beneficios para la sociedad de la economía verde. Por ejemplo, una investigación respaldada por la ONU encontró que el uso humano de los bienes y servicios ambientales en 2008 causó un estimado de 6.6 billones de dólares en costos ambientales, lo que equivale al 11 por ciento de la economía mundial (UNEP FI & PRI, 2010). A medida que los riesgos económicos de una amplia gama 'fracasos lentos' o 'riesgo progresivo' (WEF, 2010b) se hacen más evidentes, existe una creciente necesidad de que los mercados de capitales e instituciones financieras entiendan cómo el valor natural y social en riesgo afectará sus inversiones, tanto a corto como a largo plazo.

Un compromiso estratégico para capturar estos valores e incorporar su consideración en la toma de decisiones interna

Cuadro 5: Materialidad financiera y responsabilidad fiduciaria (Simposio KfW, 2008)

En 2003, un grupo de gestores de activos (UNEP FI AMWG, 2004) que conjuntamente representa 1.7 billones de dólares en AUM comenzó a reconsiderar la materialidad financiera de una amplia gama de cuestiones ASG, que hasta entonces había sido tradicionalmente ignorada o infravalorada por muchos enfoques de inversión. En los años siguientes, el proceso produjo tres informes importantes que han transformado el pensamiento en el mundo de las inversiones.

En la Serie de Materialidad (UNEP FI Materiality Series, 2004 a 2010) los principales analistas financieros exploraron la importancia de una serie de cuestiones ASG, tales como el cambio climático, la salud pública, el trabajo humano y los derechos políticos, así como la confianza empresarial y la de gobierno, a través de una serie de sectores comerciales e industriales. Los sectores incluyeron el de la aviación, la industria automotriz, la industria aeroespacial y de defensa, los productos químicos, los alimentos y bebidas, los productos forestales, los medios de comunicación, los seguros de no vida, los productos farmacéuticos, bienes raíces, y los bienes y servicios públicos. La Serie de Materialidad fue tan eficaz porque mantuvo la idea de que los factores ASG (en particular, ambientales y sociales) tienen relevancia económica, y que son tan útiles para la construcción de una síntesis de gestión de calidad como los factores estrictamente financieros.

La Serie de Materialidad también ayudó a sentar las bases para el desarrollo de los PRI, ahora respaldado por más de 900 inversionistas institucionales que representan activos de 25 billones de dólares.⁴ El tercero y último informe, hasta la fecha, de la serie se centró en el cambio climático y se publicó en tan solo dos meses antes de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de diciembre 2009 en Copenhague. El Informe adopta principalmente la forma de una revisión de la investigación clave del análisis financiero fundamental en materia de cambio climático.

Junto con la creciente aceptación de la materialidad financiera de las cuestiones ASG, se realizó trabajo paralelo para

⁴ Los Principios para la Inversión Responsable (PRI), lanzados en abril de 2006, es una iniciativa de inversión respaldada por la Iniciativa Financiera del Programa de las Naciones Unidas y el Pacto Mundial de las Naciones Unidas. www.unpri.org

demostrar que la consideración de las cuestiones ASG en la toma de decisiones de la política de inversiones es coherente con los marcos jurídicos que regulan el deber fiduciario de muchos inversionistas institucionales para actuar acorde al mejor interés de sus beneficiarios. En octubre 2005, una interpretación jurídica histórica, que regula las nueve jurisdicciones más importantes del mercado de capitales, abrió un nuevo potencial para que los mayores inversionistas institucionales del mundo consideren las cuestiones ASG en sus procesos de inversión (UNEP FI & Freshfields Bruckhaus Deringer, 2005). De hecho, la interpretación argumentó que el examen adecuado de las cuestiones ASG (desde ambos puntos de vista de riesgo y recompensa) era una obligación en la mayoría de las jurisdicciones más importantes del mercado de capitales y, en algunos, eran mandato de la ley. El Informe Freshfields fortaleció en gran medida el argumento dentro de la industria de la inversión en torno a la necesidad de los inversionistas de integrar plenamente las consideraciones materiales ASG en todos los aspectos de los procesos de inversión. En resumen, este trabajo trasladó la discusión sobre la necesidad de que los actores clave del mercado integren, tomen en cuenta y pongan precio a los riesgos asociados con una gama más amplia de externalidades a las que tradicionalmente se habían analizado en la inversión. La interpretación legal Freshfields fue seguida en 2009 por el informe Fiduciario II (UNEP FI, 2009) que se construyó sobre la interpretación inicial. El Informe Fiduciario II concluye que las cuestiones ASG deben ser incluidas en el contrato legal entre los propietarios y los gestores de activos, con la implementación de este marco, regida vía informes ASG a los propietarios de activos. También aboga porque los asesores de los inversionistas institucionales, como los gestores de activos y los asesores de inversión, tienen el deber de señalar proactivamente las cuestiones ASG con sus clientes, y aquellos que no se abren a las posibles responsabilidades legales.

Por último, el estudio sostiene que la inversión responsable debe ser la posición predeterminada para todos los acuerdos de inversión. Para ello, el deber fiduciario debe alinearse mejor con las dimensiones ambientales y sociales. Este proceso evolutivo, donde las cuestiones ASG están incorporadas en el pensamiento en torno a la responsabilidad fiduciaria y a las consideraciones jurídicas, va al corazón mismo del proceso de diseño de políticas y de toma de decisiones de inversión.

puede ayudar a allanar el camino para llevar mayores flujos de capital hacia una economía verde. Las acciones de política pública enfocadas acelerarán este proceso. La necesidad de entender el valor natural y social en riesgo y sus implicaciones para las economías plantea una serie de preguntas

complejas para el sector de servicios financieros, así como para la comunidad empresarial en general. Estas cuestiones son cruciales para estas partes del sistema financiero, tales como los sectores de las pensiones y de la inversión, que deben proteger y hacer crecer los activos a largo plazo.

Cuadro 6: La explicación de la Teoría del Propietario Universal

La Teoría del Propietario Universal (UOT, por sus siglas en inglés) aborda una solución a una contradicción importante en el sistema de inversión: los beneficios a corto plazo para algunos están potencialmente disponibles cuando las externalidades (como el cambio climático, la destrucción de ecosistemas o el incumplimiento de la ley) no se toman en cuenta adecuadamente. Sin embargo, a largo plazo estas externalidades pueden socavar el valor de las inversiones para todos. Los trabajos recientes en torno a la UOT están profundizando nuestra comprensión y comenzando a cuantificar las consecuencias económicas, financieras y de inversión de las externalidades a lo largo de la cadena de inversión.

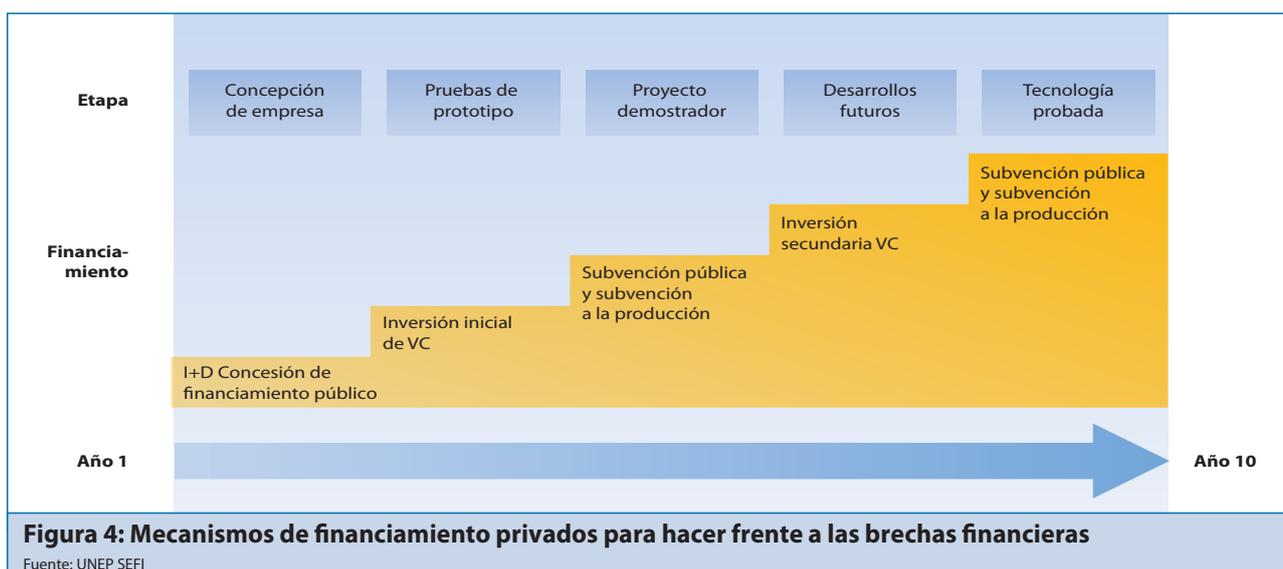
Un informe conjunto de UNEP FI/PRI sobre el tema estima que se externalizó un total equivalente a 6.6 billones de dólares de daño en 2008, es decir, el 11 por ciento del valor de los 60 billones de la economía global (UNEP FI y el PRI, 2010). Si no actuamos, se prevé que el costo de las externalidades ambientales y sociales en relación con el valor de la economía mundial aumente en un 62 por ciento de 2008 a 2050. Si las externalidades ambientales no se tratan, los daños producidos anualmente se prolongarán en el tiempo y se acumularán. El estudio también encontró que las empresas del índice *MSCI All Country* están asociadas con más un billón de dólares en costos por externalidades ambientales anuales. Esto equivale a un 5.6 por ciento de la capitalización bursátil de las empresas en el Índice, y al 56 por ciento de sus ingresos. Las externalidades ambientales podrían presentar un riesgo financiero para los propietarios universales que invierten en los mercados de capitales.

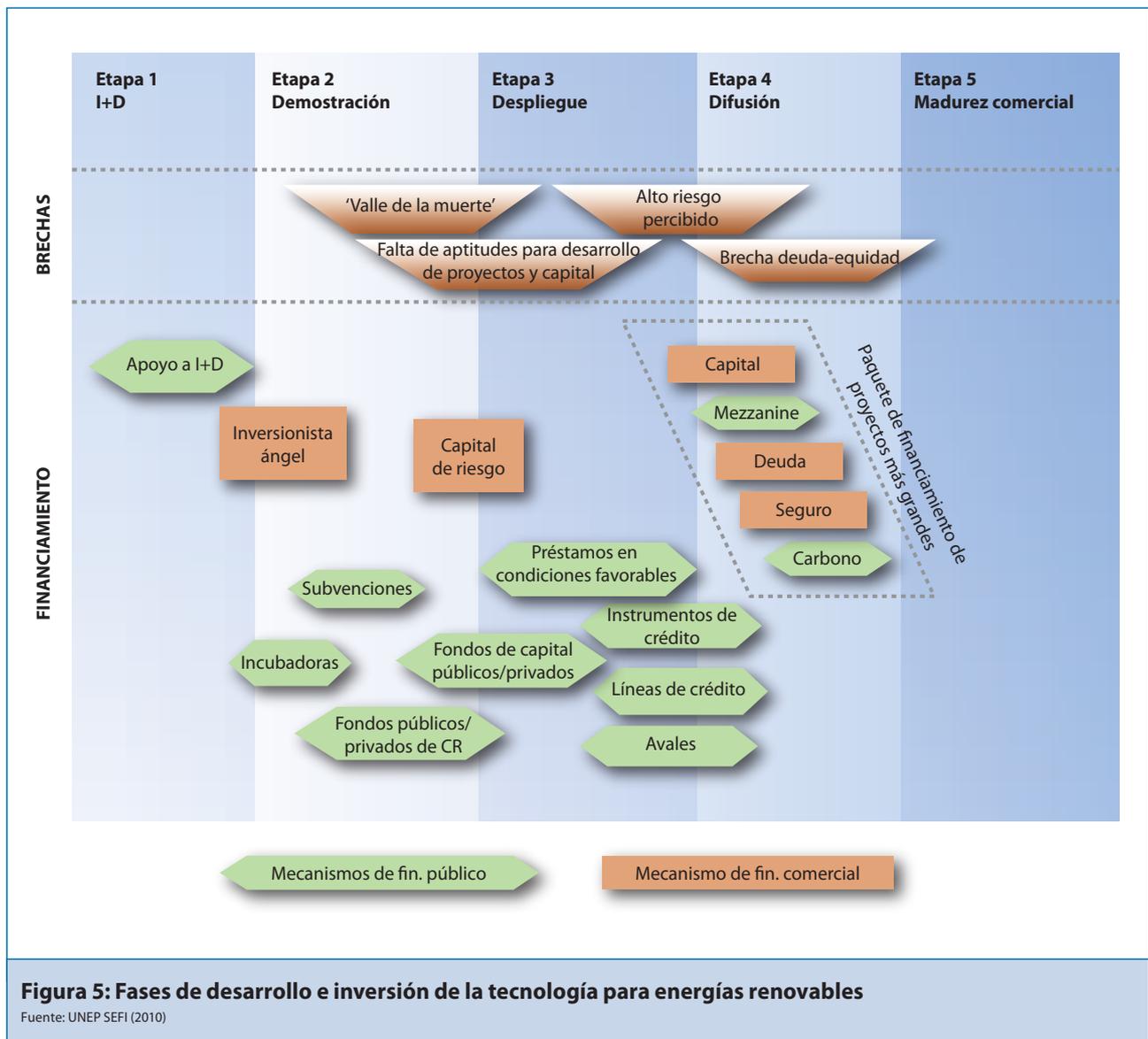
Fuente: UNEP FI & PRI (2010)

4.2 Provisión de financiamiento previo a la inversión

Al menos 83 países cuentan con algún tipo de política diseñada para promover la energía sostenible, pero solo unos pocos han visto un incremento en sus inversiones en operaciones de energía renovable y eficiencia energética (REN21, 2010). Los análisis sugieren que una de las barreras más importantes para esta ampliación es la falta de financiamiento previo a la inversión. La Figura 4 muestra las fases de la inversión, desde los fondos públicos, el financiamiento de capital riesgo (VC, por sus siglas en inglés) y los subsidios a la producción, necesarios para desarrollar una nueva tecnología de energía renovable hasta el punto que pueda comenzar a demostrar una trayectoria y comenzar a atraer financiamiento de segundo piso. La Figura 5 muestra los mecanismos de financiamiento privado utilizados para abordar déficits de financiamiento, que podrían ser a través de una Oferta Pública Inicial (IPO, por sus siglas en inglés) o préstamos de los bancos para el financiamiento de proyectos. El término 'Valle de la Muerte' se utiliza a menudo durante la fase discutida anteriormente para describir las dificultades de acceso al financiamiento comercial entre la inversión de capital de riesgo (VC) inicial y la demostración, o entre la demostración y el despliegue comercial de inversión VC secundaria.

Los diagramas muestran dónde son esenciales las ayudas o subsidios públicos específicos. Se puede concluir que el sector privado es capaz de proporcionar el financiamiento en las etapas más maduras de desarrollo comercial, pero es menos fiable para el financiamiento inicial, donde VC/PE opera. Esto demuestra la necesidad de un reparto potencial del riesgo en las etapas iniciales entre los inversionistas privados y públicos, por ejemplo, proporcionando incentivos para la inversión privada en el despliegue temprano de empresas





de nuevas tecnologías o mejorando la capacidad del mercado de seguros.

4.3 Integración de los riesgos ASG en la toma de decisiones financieras y de inversión

A la fecha, es limitado el grado en que se toman explícitamente en cuenta los riesgos ASG, en gran parte debido a las dificultades de establecer la materialidad financiera de dichos riesgos. Aunque los cambios en la política pública han puesto en marcha procesos para fortalecer la materialidad financiera de una amplia gama de estos riesgos (véase el Cuadro 7), existe un desfase significativo entre el claro reflejo de tales riesgos en la política pública a escala mundial, regional y nacional, y su integración en el funcionamiento interno del sistema financiero. Para el sector bancario, este se relaciona en particular con el entendimiento y la cuantificación del riesgo crediticio, por ejemplo, li-

gado a la probabilidad de una nueva regulación, y las implicaciones de estos riesgos emergentes, así como al impacto negativo sobre las garantías.

También, la velocidad con la cual las instituciones financieras son capaces de transferir los riesgos dentro del sistema por eliminación de la responsabilidad de su propia hoja de balance es un factor importante en la conformación de cómo esos riesgos emergentes impactan en las operaciones bancarias y el grado con el cual son materializable para las instituciones individuales. Un informe de 2006 (UNEP FI y EcoSecurities, 2006) concluye que en muchos casos, para los bancos norteamericanos no existió ninguna relación entre los préstamos bancarios y los riesgos del cambio climático debido al corto vencimiento promedio de este tipo de préstamos y a la velocidad con la que los bancos transfirieron los préstamos de su propio balance.

Si la información que los inversionistas reciben es poco precisa y de corto plazo, entonces sus decisiones

Cuadro 7: Oportunidades y riesgos para el sector financiero asociados al cambio climático

A medida que se internalicen las responsabilidades de carbono dentro de los sistemas contables y financieros, los bancos se verán afectados cada vez más, tanto directamente, a través de impactos en el valor de su propio capital, como indirectamente, a través de cambios en los perfiles de valor y de riesgo de los portafolios de préstamos de las instituciones, y de las garantías tomadas para esos préstamos. El cambio climático crea inquietudes a nivel macro en función de sus riesgos sistémicos a largo plazo, que comprometen regiones, economías e industrias enteras.

El cambio climático también crea preocupaciones a nivel micro en cuanto a los riesgos implícitos en la inversión y el financiamiento llevados a cabo por los bancos. Los cambios legislativos, normativos y en las políticas en curso, en muchos países, para tomar en cuenta más plenamente una gama más amplia de los riesgos ASG también fortalecerá los argumentos del deber fiduciario (UNEP FI AMWG, 2009) y el fiduciario legal (UNEP FI & Freshfields Bruckhaus Deringer, 2005) que requieren un esfuerzo completo y proactivo para integrar los riesgos financieros materiales en todos los aspectos del diseño de políticas de inversiones y de la toma de decisiones de inversión.

Estos cambios tienen implicaciones para los bancos, así como para los muchos otros tipos de intermediarios financieros que existen a lo largo de la cadena de inversión. En la guía anterior, el Comité de Basilea buscó "promover una mayor visión de futuro para la supervisión del capital, que incentive a los bancos a

identificar los riesgos que pueden enfrentar, actualmente y en el futuro, y desarrollar o mejorar su capacidad para gestionar esos riesgos". (UNEP FI AMWG, 2009). Es en esta perspectiva de futuro donde se necesita la plena consideración de los asuntos ASG financieramente materiales por parte del Comité de Basilea, tales como los riesgos que plantea el cambio climático, la escasez de recursos y la destrucción de los ecosistemas, así como las cuestiones de gobernanza relacionadas con la regulación micro y macro. La alineación de los reglamentos y normas de Basilea con las cuestiones ASG lleva consigo la promesa de un sistema financiero estable, resistente y sólido que pueda proporcionar capital para proyectos e iniciativas verdes.

Los requisitos de adecuación de los bancos, incluyendo una amplia gama de consideraciones ASG del capital, serán un paso importante para alinear el sistema bancario mundial con las necesidades de una economía verde en el futuro. Después de la crisis y de las críticas referentes a que el marco de Basilea II no fue eficaz, el Comité de Basilea, bajo el mandato del G-20 de la Junta de Estabilidad Financiera (FSB, por sus siglas en inglés) está en la vanguardia de los esfuerzos para reevaluar la capacidad de resistencia del sistema bancario. Con este fin, se inició la revisión de muchos de los requisitos de supervisión clave en 2009. La oportunidad para reforzar la importancia de las cuestiones ASG en las consideraciones del Comité de Basilea en curso sigue siendo un tema actual a medida que prosigue el establecimiento de normas en los próximos dos años.

de inversión pueden mostrar características similares, es por esto que la comunidad financiera e inversionista está exigiendo más datos sobre temas ASG tales como las emisiones de carbono de las entidades en las que invierten. Este tipo de informes de sostenibilidad/ ASG (de aquí en adelante, "los informes de sostenibilidad") han crecido exponencialmente en los últimos años, por ejemplo, los Principios Ecuador y el Suplemento de la GRI sobre el Sector de Servicios Financieros. Sin embargo, las metodologías y las normas internacionales todavía pueden ser mejoradas. En la actualidad hay movimientos significativos hacia informes más integrados. Con ese fin, en julio de 2010, se formó el Comité Internacional de Informes Integrados (IIRC, por sus siglas en inglés) para tratar de crear un marco mundialmente aceptado de contabilidad para la sostenibilidad, un marco que reúne información financiera y de

ASG de una manera clara, concisa, consistente y con un formato comparable. Este problema también está siendo discutido por las bolsas de valores mundiales.

Sin embargo, el vínculo entre una mejor información y contabilidad, y las prácticas empresariales reales es algo débil. Alrededor de 1,100 instituciones financieras (UNEP FI & PRI) ahora apoyan los principios y declaraciones respaldados por las Naciones Unidas que promueven pasos firmes hacia un sistema financiero sostenible y un enfoque responsable para la inversión; no obstante, el progreso para poner estas declaraciones en marcha puede ser inconsistente y, en muchos casos, incipiente. Como se ha dicho anteriormente en este capítulo, más de 900 organizaciones de inversión que gestionan más de 25 billones de dólares en activos ya han firmado los PRI. Los resultados de las encuestas

de evaluación anual de los PRI muestran que 6.7 billones de dólares de los firmantes de los PRI gestionaron activamente los activos, que representaron un impresionante 51 por ciento de tales activos administrados por los partidarios de los PRI, fueron objeto de integración ASG en 2009. Sin embargo, esto representa solo alrededor del siete por ciento del mercado total de los activos administrados institucionalmente (PRI, 2010).

A pesar de que el progreso sigue siendo lento, también hay evidencia en la Encuesta Anual de Evaluación de los PRI de cómo los propietarios de activos que lideran esta iniciativa están catalizando el cambio a lo largo de la cadena de inversión. Por ejemplo, el 87 por ciento de los gestores de inversiones que participaron en la encuesta tienen ahora una política global de inversiones que aborda las cuestiones ASG, y el 66 por ciento de los firmantes propietarios de activos ahora incluyen las consideraciones específicas de ASG en sus contratos con los gestores y los asesores de inversión.

El sector bancario también ha mostrado signos positivos de reforma. En la primavera de 2010, el sector fue advertido de que después de la crisis, "los actores privados tendrán que rendir cuentas a las normas nuevas y más estrictas de integridad económica y a la gestión prudente" (Trichet, 2010). Un organismo internacional, el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (BCBS, por sus siglas en inglés), parte del Banco de Pagos Internacionales (BIS, por sus siglas en inglés)⁵, desempeña un papel clave en el contexto internacional para definir las reglas que rigen cómo deben manejar el riesgo los bancos para reforzar la estabilidad y la resistencia del sistema financiero, a la vez que garantiza los préstamos suficientes para promover el crecimiento económico. El resumen ejecutivo del BCBS, Basilea III, sobre las principales reformas bancarias dice: "Un sistema bancario fuerte y resistente es la base para el crecimiento económico sostenible, ya que los bancos están en el centro del proceso de intermediación crediticia entre los ahorradores y los inversionistas" (BCBS, 2009).

Por otra parte, los bancos proporcionan servicios esenciales para los consumidores, las pequeñas y medianas empresas, las grandes corporaciones y los gobiernos que dependen de estos para realizar sus actividades diarias, tanto a nivel doméstico como a nivel internacional. Considerar una gama más amplia de riesgos ambientales y sociales en los procesos bancarios y en disciplinas tales como las reguladas por el Comité de Basilea tendría profundas implicaciones para

el sector bancario y catalizaría la transición hacia una economía verde.

4.4 Expansión de los seguros verdes

La industria de seguros ocupa un lugar privilegiado en nuestras economías como un mecanismo de mercado privado para compartir el riesgo, al compartir los riesgos globales que, de otra manera, tendrían que ser asumidos exclusivamente de manera individual y por las entidades; estos se estiman en aproximadamente 400 billones de dólares (UNEP FI GTI, 2009). Como esta distribución del riesgo es esencial para el funcionamiento eficiente de los mercados, de las economías y de las sociedades, la industria de seguros es un elemento clave de para los reguladores y formuladores de política. Esta distribución del riesgo es solo posible con la disposición de los inversionistas a colocar capital en riesgo, por lo que la creación de valor es necesaria para continuar su existencia. En ningún lugar del sector del aseguramiento es más evidente la convergencia entre los intereses públicos y privados que en los riesgos y en las oportunidades que presentan las cuestiones ASG.

La comunidad de aseguradores, incluyendo la de reaseguradores, con su experiencia en la evaluación, fijación de precios, gestión del riesgo y liberación del flujo de capital de riesgo, puede desempeñar un papel importante para apoyar el surgimiento de una agenda de economía verde a través de los negocios, la industria y los mercados. Es importante entender que el seguro no es solo un mecanismo de transferencia riesgo para compensar las pérdidas financieras, sino también un mecanismo de gestión de riesgo porque las aseguradoras llevan a cabo medidas de prevención y mitigación de pérdidas cuando realizan negocios. Por lo tanto, la industria de seguros tiene una capacidad sin precedentes para comprender y crear enfoques y mecanismos para gestionar nuevos riesgos ASG.

Como tal, la industria de seguros es una palanca poderosa para la transición a una economía verde debido a su tamaño, su alcance en la comunidad y el importante papel que desempeña en la economía, no solo en las esferas de gestión y de transferencia de riesgos, sino también como inversionista a través del gran conjunto de reservas de las compañías de seguros. En 2008, el total del volumen mundial de primas de vida y no vida de todas las aseguradoras superó los 4.2 billones de dólares (Swiss Re, 2009), lo que coloca al sector asegurador como la industria más grande de la economía global. El AUM global de la industria en 2010 se situó en 24.6 billones de dólares (TheCityUK, 2011). La Tabla 6 muestra la prima de la industria mundial de seguros en 2008, y también da una indicación de la brecha de aseguramiento entre las regiones desarrolladas y en vías de desarrollo.

5 El Banco de Pagos Internacionales fue establecido el 17 de mayo de 1930, y es la organización internacional financiera mundial más antigua. El BPI fomenta la cooperación monetaria y financiera internacional y sirve como banco para los bancos centrales. <http://www.bis.org/about/index.htm>

Región	Volumen de las primas (millones de dólares)	Crecimiento real	Proporción del mercado global (%)	Primas como porcentaje del PIB (penetración)	Prima per cápita (dólares) (densidad)
América	1,450,749	-2.4	33.98	7.29	1,552.7
Norte América	1,345,816	-3.1	31.52	8.54	3,988.8
Latinoamérica y el Caribe	104,933	8.4	2.46	2.53	175.8
Europa	1,753,200	-6.2	41.06	7.46	2,043.9
Europa Occidental	1,656,281	-6.9	38.79	8.33	3,209.2
Europa Central y Oriental	96,919	9.0	2.27	2.79	299.2
Asia	933,358	6.6	21.86	5.95	234.3
Japón y economías asiáticas recientemente industrializadas	675,109	3.8	15.81	10.41	3,173.2
Asia meridional y oriental	229,036	16.3	5.36	3.20	65.5
Oriente Medio y Asia Central	29,213	4.7	0.68	1.45	110.3
Oceanía	77,716	8.6	1.82	7.02	2,271.9
África	54,713	4.9	1.28	3.57	55.6
Mundo	4,269,737	-2.0	100.00	7.07	633.9
Países Industrializados	3,756,939	-3.4	87.99	8.81	3,655.4
Mercados Emergentes	512,799	11.1	12.01	2.72	89.4
OCDE	3,696,073	-3.2	86.56	8.32	3,015.2
G7	2,925,946	-4.4	68.53	8.96	3,930.2
UE, 27 países	1,616,461	-6.7	37.86	8.28	3,061.3
NAFTA	1,364,839	-3.0	31.97	8.10	3,065.7
ASEAN	45,493	0.4	1.07	2.99	85.1

Tabla 6: Aseguramiento mundial en 2008

Fuente: Swiss Re (2009)

La industria de seguros ha estado, desde hace mucho tiempo, a la vanguardia en la comprensión y gestión de riesgos, y al amplificar las señales de riesgo ha servido como un sistema de alerta temprana importante para la sociedad. Por ejemplo, la comunidad de aseguradores y reaseguradores fueron de las primeras organizaciones de servicios financieros en participar y explicar los riesgos económicos a largo plazo asociados al cambio climático (UNEP FI, 1995). Además de las amenazas que plantea el calentamiento global, hoy en día las aseguradoras están comunicando señales fuertes de riesgos derivados de una amplia gama de cuestiones ASG como la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas, la escasez de agua, la pobreza, los nuevos riesgos sanitarios provocados por el hombre, el envejecimiento de la población, el trabajo infantil y la corrupción (UNEP FI GTI, 2007). Debido a que algunos riesgos son demasiado grandes para ser asumidos por una sola compañía de seguros, estos riesgos se distribuyen en toda la industria en un complejo sistema de distribución de riesgos que consta de muchos jugadores, con el principio básico de 'uno para todos, todos para uno' que ha apoyado el desarrollo social y económico en toda la historia de

la humanidad. Los aseguradores, reaseguradores y retrocesionarios, son todos portadores de riesgo, ya que ponen en riesgo el capital y finalmente pagan las reclamaciones. Los agentes de seguros y corredores de seguros proporcionan servicios a los asegurados y aseguradores. Del mismo modo, los corredores de reaseguros y agentes de suscripción de reaseguro proveen servicios a los aseguradores, reaseguradores y retrocesionarios. El denominador común para los agentes y corredores en este sistema es que todos son intermediarios que actúan como canales de distribución de riesgos. Existen otros proveedores de servicios, como proveedores de modelos de catástrofe, ajustadores de pérdidas, y las agencias calificadoras, pero no están involucrados directamente en el proceso de distribución de riesgos.

En las últimas dos décadas, la industria de seguros también ha sido testigo de la aparición de los títulos relacionados con los seguros, como los bonos catastróficos, donde los portadores del riesgo han transferido los riesgos más altos a los mercados de capital a través de la bursatilización, por ejemplo, su exposición al riesgo acumulado en territorio determinado debido a catás-

trofes naturales. Al igual que los grandes inversionistas, la industria de los seguros ha protegido a la sociedad, catalizado las finanzas y las inversiones, y ha formado los mercados y el desarrollo económico a través de la prevención y la mitigación de las pérdidas, asumiendo los riesgos. Sin embargo, la importancia de la industria de seguros como estímulo de una economía verde es poco conocida por los formuladores de política, la comunidad empresarial y el público en general.

La industria de seguros está empezando a explorar la viabilidad comercial de la concepción, el desarrollo y el despliegue de nuevos productos y servicios que abordan cuestiones de sostenibilidad global desde una posición única para comprender la naturaleza fundamental de los riesgos emergentes en las comunidades, la economía mundial, sectores enteros de la industria y sus propias inversiones (UNEP FI GTI, 2007). La industria de seguros también está empezando a aprovechar el potencial de los microseguros (seguros para personas de bajos ingresos) tanto como una oportunidad primordial de negocio y una poderosa herramienta para la inclusión financiera y el desarrollo sostenible. Los nuevos mercados potenciales incluyen el aseguramiento de los riesgos emergentes para la salud provocados por el hombre y la protección de los recursos naturales, en particular la biodiversidad y los ecosistemas (ej. bosques) y agua. La industria de los seguros también se está dando cuenta de que actuar de manera sostenible, como es el

caso de la eficiencia interna de los recursos y el reciclaje de los activos dañados, ahorra dinero y es una manera concreta de predicar con el ejemplo (ver ejemplos en el Cuadro 8).

Claramente, las compañías de seguros son entidades únicas. Sus operaciones de seguros y de inversión son sistemas muy complejos, con múltiples actores y funciones, haciéndola una industria que no es fácil de entender por muchos grupos de interés. Es crucial para las aseguradoras generar ingresos bilateralmente todo el tiempo, es decir, la gestión de riesgos prudente y disciplinada, la suscripción de pólizas y la gestión de inversiones, son procesos clave para mantener rentabilidad a largo plazo y la creación de valor. Las cuestiones ASG son relevantes tanto para las aseguradoras como para la inversión, ya que los riesgos planteados por las cuestiones ASG pueden minar la solvencia de una compañía de seguros y la salud económica a largo plazo de la industria de seguros y de sus asociados, que van de los asegurados (hogares, empresas y gobiernos) hasta las entidades financiadas por el capital de seguros. Por lo tanto, es imperativo para los aseguradores, reguladores y formuladores de las políticas abordar colectivamente las cuestiones ASG en la industria de seguros.

Las razones principales que afectan negativamente a la asegurabilidad de los riesgos pueden ser clasificadas como barreras de oferta y de demanda. Las barreras de

Cuadro 8: Asegurarse contra el peor escenario esperando lo mejor

La sequía es un riesgo importante en Etiopía, donde el 85 por ciento de la población depende de la agricultura de secano de los pequeños propietarios. Menos del 0.5 por ciento tiene seguro. El cambio climático amenaza la producción agrícola a medida en que la lluvia se vuelve menos predecible, y muchas personas corren el riesgo de endeudarse o tener que vender activos. Por lo tanto, el uso de seguros basados en índices climáticos puede mejorar significativamente la calidad de vida.

A través del proyecto Transferencia del Riesgo para la Adaptación de la región del Cuerno de África, Swiss Re ha estado trabajando con Oxfam América y la Universidad de Columbia (EE.UU.) para proteger a la población rural pobre contra el riesgo de sequía. El proyecto involucra a los agricultores de la comunidad en iniciativas de adaptación al cambio climático lideradas por las comunidades y diseñadas localmente, tales como los proyectos de reforestación y de riego de cultivos, donde ganan primas por hacer y usar composta, construir estructuras de captación de agua, y plantar árboles ricos en nitrógeno y pastos vetiver. Este enfoque único de gestión de riesgos ha permitido a los hogares rurales, muchos di-

rigidos por mujeres, beneficiarse de los seguros. Desde su lanzamiento en 2008, el consumo ha aumentado de 200 hogares en el primer año a 1,300 en 2010. El proyecto abarca actualmente cinco pueblos, dos zonas climáticas, y cuatro variedades de cultivos.

Los productos HSBC de Seguros Verdes en Brasil están vinculados a la inversión para preservar los bosques. Para el seguro de automóviles, HSBC se compromete a preservar 88 m² de bosque durante cinco años; mientras que para el seguro de los hogares, 44 m² para el mismo período. Los cálculos se basan en la huella ecológica de un automóvil o de una residencia durante ese período. HSBC ha invertido ya cerca de ocho millones de reales (4.8 millones de dólares) para preservar 3,000 hectáreas del Bosque Tropical de la Mata Atlántica, lo que equivale a unos 4,800 campos de fútbol y un uno por ciento de los bosques prístinos restantes de Araucaria. El trabajo se realiza con la ONG Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem. Los fondos se entregan a los propietarios y cada uno recibe una suma mensual para las áreas a ser preservadas, así como un plan de gestión forestal.

la oferta incluyen la volatilidad en la ocurrencia de las reclamaciones, en particular para seguros relacionados con el clima. Esto puede ser suavizado, hasta cierto punto, con el reaseguro, pero plantea la barrera relacionada con los datos de mala calidad. La escasez de datos sobre los riesgos y los peligros del cambio climático significa que la incertidumbre es mucho mayor y esto ocasiona que el mercado privado de seguro y reaseguro esté menos dispuesto a participar en la asunción del riesgo. Los datos geográficos, económicos y climáticos tienden a ser más pobres para los países en vías de desarrollo y el acceso a tal información implica costos prohibitivos.

También existen barreras regulatorias. Se necesita encontrar un equilibrio entre el control regulatorio del mercado para proteger a los consumidores y la flexibilidad en la gestión de operaciones de los seguros en respuesta a un escenario cambiante de riesgo. Las regulaciones excesivamente rígidas a los seguros disua-

dirán a los aseguradores privados o podrán resultar en soluciones de seguros subóptimas. De la misma manera, es importante que se mantenga el control público del marco de gestión de riesgos (desarrollo del suelo, el régimen de seguridad, etc.). Es igualmente importante que los reguladores establezcan un estándar razonable de cuidado para evitar el riesgo moral de los asegurados, es decir, la adopción de prácticas muy arriesgadas en la creencia de que los reguladores limitarán la libertad de los aseguradores para modificar las condiciones de las políticas. Una última dificultad reside en los altos gastos administrativos, un problema importante para los asegurados que poseen pocos activos porque los productos tradicionales de seguros tienen gastos generales relativamente altos. Los productos simplificados pueden ayudar a resolver esto.

Algunas barreras de la demanda pueden ser superadas por el sector privado a través del tiempo, mientras que otras pueden necesitar la intervención del sector públi-

Cuadro 9: Dirigiendo la inversión privada hacia la energía sostenible en India

India tiene la quinta mayor capacidad instalada de energía renovable en el mundo. En 2009, las inversiones privadas de las energías renovables en India ascendieron a 2,300 millones dólares colocándola dentro de los diez primeros miembros del G-20, mientras que el financiamiento de VC/capital privado se situó en 100 millones de dólares (Pew Charitable Trust and the Clean Energy Economy, 2010). Esto ha sido impulsado por un conjunto de políticas a escala estatal y federal que ha incluido:

- Se identificaron objetivos claros a corto y largo plazo para la energía renovable y la eficiencia energética por un valor de 14 GW de nueva capacidad de energía renovable para el 2012, y un plan ambicioso para instalar 20 GW de energía solar para 2022 (Pew Charitable Trust and the Clean Energy Economy, 2010), financiado a través de un sistema nacional de aumento gradual de las obligaciones de compra renovables (RPO, por sus siglas en inglés) para los servicios públicos de energía combinados con reducción gradual de tarifas de alimentación a la red eléctrica;
- Se implementaron tarifas de alimentación a la red eléctrica y subsidios fiscales para la energía solar fotovoltaica (PV por sus siglas en inglés) y la energía solar térmica, complementados con el apoyo para la fabricación de energía fotovoltaica en las zonas económicas especiales (página web del CERC). Estas políticas condujeron a 18,000 millones de dólares en nuevos planes de inversión de manufactura o propuestas por parte de empresas de PV;

- Se estableció una norma de portafolios renovables para los servicios públicos, comenzando en un cinco por ciento en 2010 y llegando a un 15 por ciento en 2020. Un estado ya ha aplicado sanciones a las empresas de servicios públicos que no cumplan con la norma;

- Están en vigor unos códigos de conservación de la energía a escala nacional para los edificios residenciales, hoteles y hospitales con sistemas centralizados de agua caliente, lo que requiere al menos el 20 por ciento de la capacidad de calentamiento de agua de la energía solar;

- La Misión Nacional de Eficiencia Energética (NMEF, por sus siglas en inglés) iniciará la negociación de los certificados de energía para varios sectores industriales. La NMEF tendrá dos fondos: uno para ofrecer garantías a los bancos que concedan préstamos a proyectos de eficiencia energética y el otro para apoyar las inversiones para la fabricación de productos de eficiencia energética y la prestación de servicios de eficiencia energética. El régimen de comercio potencialmente generará transacciones cerca 15,000 millones de dólares en 2015, y

- Un impuesto al carbón de un dólar por tonelada se puso en marcha en 2010 para alimentar el Fondo Nacional de la Energía Limpia. India depende del carbón para el 66 por ciento de sus necesidades energéticas y este impuesto generaría ingresos anuales de 600 millones de dólares.

co. El más significativo es probablemente la baja sensibilización sobre el riesgo, sobre todo en el caso de eventos de gran importancia y baja frecuencia. En el caso del seguro de catástrofe, la introducción de un seguro de catástrofe obligatorio por los gobiernos puede ser un elemento importante en la superación de este problema. A menudo, se afirma que las primas son inasequibles. Esto puede ser una señal del mercado privado de seguros que el riesgo es muy elevado e insostenible, que hay una gran incertidumbre, que la escala de las operaciones es demasiado pequeña, o que se necesita más gestión del riesgo por parte de las partes en riesgo.

La industria de seguros tiene una capacidad sin precedentes para comprender e ingeniar enfoques y mecanismos para gestionar los riesgos ASG a medida que vayan surgiendo; asimismo, ha servido como un sistema importante de alerta temprana para la sociedad, mediante la amplificación de las señales de riesgo. Las medidas destinadas a mejorar el conocimiento del riesgo, incluyendo tal vez un mejor uso de la tecnología para medir el riesgo con precisión, y más educación para los consumidores para impulsar la demanda de productos de seguros sostenibles, puede ayudar a la industria de seguros a superar las barreras y convertirse en un líder en la movilización de recursos financieros hacia la economía verde (el próximo PSI).⁶

4.5 Creación de mecanismos público-privados

La falta de financiamiento público adecuado es también un importante obstáculo para el aumento del flujo de inversiones verdes. El financiamiento público se justifica por las externalidades positivas que se esperan de una economía verde y que pueden ser importantes para la captación de la inversión privada. Por ejemplo, se ha establecido que un dólar de inversión pública gastado a través de mecanismo de finanzas públicas (PFM, por sus siglas en inglés) bien diseñado puede crear entre tres y 15 dólares del sector privado (UNEP & Partners, 2009). Sin embargo, el simple hecho de tener una o varias políticas diferentes no es suficiente para catalizar un nuevo suministro de capital a gran escala. El ejemplo de India (véase el Cuadro 9) muestra que un conjunto de instrumentos de política y mecanismos bien planeados e instituciones que respondan es ne-

⁶ La Iniciativa de los Principios el Seguro Sostenible (PSI, por sus siglas en inglés) es un grupo de compañías globales líderes en seguros que son miembros de la Iniciativa Financiera del Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas, que están encabezando los Principios para la Iniciativa de los Principios el Seguro Sostenible, que establecerá un marco de sostenibilidad global de mejores prácticas para el negocio de los seguros, y una iniciativa global para las aseguradoras que hacen frente a los riesgos y las oportunidades de sostenibilidad. Estos principios se presentarán en la Conferencia de 2012 de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Cumbre de la Tierra Rio+ 20).

cesario para catalizar el financiamiento a lo largo de la innovación continua.

En 2009, el PNUMA y sus asociados exploraron los tipos de PFM que podrían ser eficaces para movilizar los fondos de los inversionistas institucionales hacia una infraestructura baja en carbono, especialmente en los países en vías de desarrollo (UNEP & Partners, 2009). Se identificaron cinco obstáculos principales, junto con los PFM correctivos. Se señaló que las políticas de inversión para movilizar el sector financiero privado hacia la revolución energética necesitaban ser ambiciosas (Hamilton, 2009) y deberían:

- Adoptar objetivos y calendarios legalmente exigibles para la adopción de la energía renovable en un programa continuo de 15 años dentro de un marco para la estabilización de las concentraciones globales de emisiones de GEI;

- Reorientar la política energética: la adopción de la fijación de precios reales para productos no renovables de manera progresiva; ofrecer un programa de apoyo para las energías renovables, eliminando gradualmente los subsidios; y simplificar y clarificar el régimen de los proyectos de energía renovable y el financiamiento de carbono;

- Alinear otras políticas, especialmente las de transporte, desarrollo, educación y cambio climático;

- Mantener bien informados sobre el cambio climático y las energías renovables a los tomadores de decisiones clave de las principales instituciones financieras; y

- Asegurar que las instituciones públicas multilaterales y nacionales del sector financiero apoyen la transferencia de tecnologías renovables adecuadamente (UNEP FI, 2004).

4.6 Ampliación de las microfinanzas para una economía verde

También son frecuentes las oportunidades para los préstamos sostenibles a nivel micro. Además de su éxito reconocido para ayudar a proporcionar medios de subsistencia sostenibles y reducir la pobreza, las microfinanzas se han extendido recientemente a áreas como el agua potable y el saneamiento, y los pequeños sistemas de energía descentralizados (véase el Cuadro 10). La industria de las microfinanzas, creciendo en términos de madurez y puesta a prueba por la crisis económica mundial, en los últimos años ha visto una mayor intensidad de riesgos crediticios y de liquidez, aunado a una mayor competencia, volatilidad y problemas de integridad de los sistemas a medida que se involucran más intermediarios financieros. Esto subraya

Cuadro 10: Microfinanzas, gestión de riesgos ambientales y sociales, y oportunidades sostenibles

El Netherlands Development Finance Company (FMO) es uno de los mayores bancos bilaterales de desarrollo del sector privado en todo el mundo y ha ayudado a financiar y gestionar proyectos sostenibles de microfinanzas en países como Kenia, Nepal, Mongolia, Camboya y Bolivia.

Por ejemplo, en Nepal, el FMO ha financiado al Banco de Desarrollo de Energía Limpia Ltd. (CEDB, por sus siglas en inglés). El CEDB es un banco de desarrollo de Nepal que proporciona acceso al financiamiento para los pequeños y medianos emprendedores de la agricultura, la industria, el comercio y otras actividades productivas. El enfoque clave del CEDB es invertir en energía limpia a través de sus innovadores productos de energía renovable, incluidos los proyectos mini y medianos de energía hidroeléctrica, así como proyectos de energía solar y biogás, que ofrecen a las comunidades rurales electricidad/energía sostenible que es tan crucial para el desarrollo del sector privado. El CEDB también ofrece microcréditos a personas en las zonas rurales a través de las IMF y sus redes de sucursales propias.

Del mismo modo, el FMO invirtió en K-Rep Bank, una institución de microfinanzas de Kenia (IMF) que participa en el financiamiento de la implementación de una amplia gama de programas con temas ambientales y sociales, tales como:

- Pequeños proyectos de drenaje de agua y saneamiento;
- Recolección de lluvia en el hogar/tanques de almacenamiento de agua;
- La gestión integrada de residuos sólidos urbanos en asentamientos informales;

- Pequeño suministro comunitario/hidroeléctrico de agua;
- Ecosaneamiento: sanitarios de pago por visita en zonas periurbanas;
- Instalación de sistemas de iluminación solar para las escuelas en las zonas rurales;
- Bombeo de agua a través de sistemas eléctricos eólicos;
- Biogás para el hogar, y
- El uso de estiércol compostado en huertos.

El FMO ofrece una guía innovadora de herramientas de Orientación a la Sostenibilidad IMF para todas las IMF que deseen reducir los riesgos ambientales y sociales. El FMO también ha desarrollado e introducido el mecanismo de un incentivo de precios sostenibles, por lo general una reducción de los intereses, como parte de un acuerdo de préstamo. A modo de ejemplo, el FMO ha acordado un incentivo de precios con la Federación Salvadoreña de Asociaciones de Crédito y Bancos de los Trabajadores (Fedecrédito). El detonante para adjudicar la reducción de interés es el desarrollo y la implementación oportunos de un amplio sistema de gestión de riesgo ambiental y social a través de los bancos Fedecrédito.

La implementación de medidas prácticas de gestión de riesgo ambiental y social dentro del financiamiento de las micro y PYME y las historias de éxito del financiamiento sostenible de IMF/SME específicas demuestran que los bancos SME y las IMF pueden contribuir sustancialmente a una economía verde.

la necesidad de pasar de la gestión de crisis a sistemas de gestión más integral y sistémica de riesgos a medida que la industria madura. La experiencia también demuestra la importancia de desarrollar asociaciones de colaboración y alianzas significativas con las organizaciones involucradas en la industria en cuestión, por ejemplo, la industria agroalimentaria o la cadena de valor (ADB, 2008).

Los productos de microseguros tienen el potencial de ayudar a los hogares, PYME y otros agentes micro a escala local para adaptarse a retos como el cambio climático. Por ejemplo, el primer microseguro de lluvia en el mundo fue lanzado en India en 2003, a través de una estrecha colaboración entre BASIX, una IMF india (institución de

microfinanzas), el Banco Mundial y los aseguradores y reaseguradores privados. El proyecto piloto ha tenido un éxito impresionante, puesto que todas las partes interesadas obtienen ganancias: el gobierno, por la reducción de los pagos por concepto de asistencia y de los problemas sociales, así como por un programa presupuestario más sencillo; la aseguradora, por cumplir su cuota de seguro social; el MFI, por complementar sus servicios al cliente y reducir la tasa de morosidad de sus préstamos; los agricultores pobres, por recibir una protección confiable para sus ingresos y activos; y las agencias de desarrollo internacional, por evitar distracciones por las llamadas de socorro de emergencia, y por proveer asistencia más rápida a los clientes.

5 Condiciones favorables para el enverdecimiento del financiamiento e inversiones mundiales

5.1 Elaboración de políticas y marcos regulatorios

Los marcos regulatorios a través de los mercados de capitales son fundamentales para canalizar suficientes recursos financieros hacia una economía verde. Aunque se están reduciendo las brechas entre la alta política, las leyes nacionales y el sistema de mercado financiero y de capitales, aún siguen siendo significativas. Los sistemas legales, reglamentarios y cuasi reglamentarios, incluidos los órganos de control y las agencias de calificación crediticia que rigen los servicios financieros son, en el mejor de los casos, un trabajo en curso y, en el peor de los casos, están mal diseñados y no son compatibles con los fines de la economía verde. Estos sistemas son importantes porque transmiten los objetivos de la política verde a lo largo de la cadena de inversión, en los procesos de intermediación financiera y, a través de estos, a la economía real. Cabe resaltar que para hacer frente a estas deficiencias también es importante tomar en cuenta que existe un periodo de tiempo restringido para crear un marco de política. El cambio climático y la escasez de recursos ya están comenzando a impactar negativamente en el desarrollo social y económico, así como en la integridad ambiental. Las pérdidas económicas anuales asociadas con el cambio climático y los desastres naturales superaron los 150,000 millones de dólares al año en 2005 (Munich RE, 2009); un escenario creíble (UNEP FI CCWG, 2007) sugirió que bajo el escenario base (BAU), es posible llegar a una pérdida de un billón de dólares en un año determinado para el año 2040.

Sin embargo, es importante tomar en cuenta que los vínculos formales entre la política financiera y el diseño de políticas enfocadas en la sostenibilidad en el más alto nivel son todavía relativamente nuevos. La primera reunión formal de los Ministerios de Finanzas para discutir el cambio climático se llevó a cabo en diciembre de 2007 en una reunión paralela a la Cumbre del Clima de las Naciones Unidas en Bali (Indonesia), cuando se reunieron durante dos días los ministros o los formuladores de políticas financieras de alto nivel. La convocatoria de 2010 del Secretario General Ban Ki-moon para crear un Grupo de Alto Nivel con el fin de estudiar la respuesta del financiamiento para el

cambio climático es un avance acogido muy favorablemente.

En esta sección se exponen brevemente algunas de las normas e iniciativas de política propuestas para ayudar a integrar los 'riesgos latentes' no tradicionales, como el cambio climático y la escasez de recursos, en la elaboración de la política financiera. Estos incluyen marcos para una mayor divulgación ambiental y social en el sector de las inversiones, y normativa para los préstamos verdes y responsabilidad ambiental.

Es evidente que las políticas públicas sólidas y los marcos regulatorios adecuados son indispensables para liberar el flujo de financiamiento privado hacia una economía verde. La ecuación riesgo/recompensa sigue funcionando desfavorablemente para los posibles inversionistas verdes. Por lo que los gobiernos deben involucrar al sector privado en el establecimiento de políticas y marcos regulatorios estables y coherentes que requieren la integración de las cuestiones ambientales, sociales y de gobierno para la formulación de políticas financieras. Además, los gobiernos y las instituciones financieras deberían utilizar sus propios recursos para aprovechar el flujo financiero del sector privado hacia las oportunidades económicas verdes incipientes.

5.2 Fortalecimiento de la divulgación ambiental y social

Los inversionistas solicitan a las empresas la divulgación completa de ASG a fin de que los riesgos puedan ser monitoreados. Se puede aplicar el mismo enfoque con los especialistas en finanzas e inversión. Por ejemplo, este año el 40 por ciento de los firmantes del PRI revelará íntegramente su declaración anual sobre la forma en que están llevando a cabo la inversión responsable. El espacio creado por esta iniciativa de carácter voluntario está siendo examinado de cerca por los mercados financieros y los reguladores en todo el mundo. Reino Unido ha introducido el Stewardship Code (UK), un código 'cumple o explica' dirigido a los inversionistas institucionales para informar sobre sus actividades administrativas.

La guía de la GRI y de otros sobre la sostenibilidad y la presentación de informes integrados proporciona una oportunidad para que las instituciones financieras privadas y públicas den a conocer su enfoque de gestión para un programa de la economía verde e informen el progreso en la implementación de los criterios ASG. En combinación con el compromiso de los actores específicos, esto puede mejorar la capacidad de la administración para considerar efectivamente los impactos directos e indirectos, así como la huella de los servicios que prestan. Esto requiere la creación de capacidades para el uso de indicadores reconocidos y de métricas adecuadas de evaluación, comparación y finanzas. Los bancos públicos y privados podrían ser alentados a medir la contribución neta de sus actividades al cambio climático, a la pérdida de biodiversidad y a la economía

verde en general. Se pueden diseñar políticas para mejorar su eficiencia verde, por ejemplo mediante el examen y la presentación de informes del carbono y de la huella ecológica de sus portafolios de inversión.

Las normas relacionadas con los requisitos de divulgación del progreso incluyen los códigos de gobernanza para las bolsas de valores, los préstamos verdes y normas de inversión, las normas verdes para los fondos soberanos, las normas de responsabilidad ambiental, y la aprobación obligatoria de los códigos de financiamiento voluntario y de inversión. Cuando dichas normas y políticas progresistas se combinan, los efectos pueden ser impresionantes, como es el caso del rápido progreso del sector financiero verde en China (véase el Cuadro 11).

Cuadro 11: El enverdecimiento del sector financiero en China

Los formuladores de política chinos han introducido, en los últimos años, una orientación sobre el crédito verde para el sector bancario del país y una guía de responsabilidad ambiental para la industria de los seguros. Los bancos líderes en China están trabajando para poner en práctica sistemas revisados de evaluación a través de sus líneas de negocio principales. Además, los bancos comerciales en las ciudades, los bancos rurales y las cooperativas están involucrados en el enverdecimiento del sistema crediticio del país. Del mismo modo, 20 aseguradoras del país están explorando activamente nuevos productos y servicios de seguros de responsabilidad ambiental, a la vez que se realiza una serie de pruebas piloto de iniciativas de seguros ambientales llevadas a cabo con varias autoridades provinciales y municipales en todo el país.

La Comisión Reguladora Bancaria de China (CRBC) se encarga de la regulación y supervisión de los bancos y de las instituciones financieras no bancarias. En 2007, la CBRC introdujo reglamentos de Conservación de la Energía y Reducción de Emisiones que exigen que las instituciones financieras establezcan un marco de organización y procedimientos internos para avanzar en criterios ambientales. Entre otras cosas, las regulaciones de la CBRC requieren que en cada institución un banquero sénior sea el responsable de rendir cuentas sobre el crédito verde, así como de aumentar los préstamos hacia la energía renovable y los sectores verdes.

La CBRC identifica dos roles para las instituciones que regula. En primer lugar, a través de préstamos para promover nuevos sectores como la energía eólica y

la solar. En segundo lugar, mediante la imposición de restricciones a los clientes que no cumplan con las leyes y los reglamentos ambientales e, incluso, retirarles los préstamos existentes, en casos extremos. Los bancos están obligados a presentar un informe anual a la CBRC para exponer sus avances en el ámbito del crédito verde y, a su vez, el regulador informa al Consejo de Estado sobre los desarrollos. La CBRC anima a sus instituciones reguladas para aplicar los protocolos internacionales que apoyen la sostenibilidad de los servicios financieros.

Es importante el papel de las instituciones financieras internacionales para apoyar el enverdecimiento del sector financiero chino. Por ejemplo, el Banco Industrial de China, el Banco de Desarrollo Pudong, y el Banco Comercial de Beijing han trabajado en estrecha colaboración con la IFC para promover proyectos de eficiencia energética. La IFC proporciona garantías y ayuda a los bancos para la preparación de los proyectos del CDM. El Banco Industrial de China estima que la reducción de emisiones de CO₂ de sus proyectos de eficiencia energética durante dos años es equivalente a las emisiones totales de la flota de taxis de Beijing. Por el lado de la banca, el ICBC, el mayor banco del mundo por capitalización de mercado, ha creado un Departamento de Políticas de Crédito Ambiental como un esfuerzo por convertirse en el banco verde líder en China. Además, el banco participa en las actividades de socorro en caso de desastres y en la educación rural. En materia de crédito verde, el ICBC clasifica los clientes en nueve categorías y tiene un sistema con códigos de colores (negro, verde, rojo y gris) para evaluar la elegibilidad de los créditos.

5.3 Apoyando instituciones y otros facilitadores

Los marcos de política también deben apoyar a las instituciones y a las instalaciones que pueden financiar la transición hacia una economía verde. Las principales áreas de enfoque incluyen los instrumentos de mercado (es decir, los regímenes de comercio de emisiones, esquemas de pago por servicios ambientales, etc.), los mercados de bonos verdes, las normas de cotización y el rendimiento corporativo ASG, el papel de las IFD, el enverdecimiento de los fondos soberanos de inversión, y las políticas fiscales.

Los instrumentos de mercado: los regímenes de comercio de emisiones

Los esquemas de comercio de emisiones todavía son nuevos para los mercados financieros y las pruebas piloto, tales como el EU ETS, han demostrado ser útiles, pero necesitan mejoras para que puedan ser más eficaces. Las políticas nacionales e internacionales en los países desarrollados y en vías de desarrollo deben dar señales claras de los precios de las emisiones de carbono y crear mercados de carbono bien diseñados que eviten un exceso de permisos o la falta de capacidad de ejecución.

La ampliación y profundización del mercado internacional del carbono tendrá que incluir una mayor claridad en la interacción futura entre los proyectos del CDM, los proyectos de Aplicación Conjunta y los nuevos mecanismos de crédito como las Acciones de Mitigación Apropriadas a cada país (NAMA, por sus siglas en inglés) y REDD+ (véase el Cuadro 2).

Asimismo, los distintos esquemas regionales deben garantizar la coherencia y la comparabilidad en cuanto a cómo se miden, verifican y reportan las emisiones y las compensaciones, y se debe evitar el crecimiento de un mercado poco claro de derivados de carbón que pueda tener consecuencias sistémicas perjudiciales. Durante las fases I y II del EU ETS, los derechos de emisión se distribuyeron gratuitamente, en parte para evitar la fuga de carbono causada por la reubicación en el extranjero de la producción industrial. Sin embargo, esto llevó a las ganancias inesperadas para algunas empresas, y ha sido objeto de apuesta de la industria pesada para asegurar que los límites de emisiones no sean demasiado difíciles. La consecuencia ha sido un precio del carbono relativamente bajo y un efecto suavizado en los niveles de emisión, en comparación con lo que se considera necesario.

Sin embargo, el sistema europeo está en constante evolución. En 2010, la Comisión Europea trabajó para adoptar decisiones que regirán los aspectos críticos de la Fase III del EU ETS para el período de 2013 a 2020.

Estas incluyen la introducción y la operación de un sistema de subastas de permisos de emisión en los principales sectores, así como la cantidad y la distribución de derechos de emisión gratuitos a los sectores expuestos a la fuga de carbono, es decir, la competencia generada por los países sin límites de emisiones. También existe la posibilidad de revisar la meta de reducir las emisiones de un 20 por ciento a 30 por ciento en 2020, en línea con el objetivo de evitar un cambio climático peligroso, que se considera un incremento de 2°C (CDC Climate Research, 2010).

Los mercados de bonos verdes

Como se mencionó anteriormente en este capítulo, el mercado de bonos verdes está creciendo rápidamente. Un número cada vez mayor de bancos multilaterales de desarrollo están emitiendo estos productos, que también están siendo emitidos a escala municipal. Existe también la colaboración con el sector empresarial. Por ejemplo, en abril de 2010, el Banco Europeo de Inversiones (calificación Moody: Aaa/S & P: AAA) y el Daiwa Securities Group anunció una emisión de 300 millones euros en bonos de concientización sobre el cambio climático para financiar futuros proyectos de préstamos del banco en las áreas de energía renovable y eficiencia energética.

Claramente, los marcos de políticas deben ser lo suficientemente flexibles para apoyar las diferentes ideas emergentes a la escala requerida. Si los bonos verdes deben alcanzar la escala necesaria para financiar la transición hacia una economía verde, entonces corren el riesgo de poner en peligro la calificación AAA de los bancos multilaterales de desarrollo que los emiten. Estas instituciones solo pueden obtener cierta deuda adicional antes de afectar su calificación crediticia, que está custodiada cuidadosamente por sus departamentos de tesorería. Esto también es cierto para los países desarrollados, especialmente a la luz de los recientes déficits muy altos y los consecuentes fuertes préstamos durante la crisis financiera. Las emisiones de bonos se encuentran en una escala que no debería presentar problemas fundamentales, están en cientos de millones e incluso en miles de millones. Sin embargo, un asunto diferente a considerar son las decenas o cientos de miles de millones de emisión de bonos necesarios para ampliar la escala de las iniciativas verdes. Este problema debe ser abordado por los formuladores de política y los reguladores. Hasta cierto punto, será mitigado por las mejoras en la economía global y a medida que los gobiernos y las instituciones financieras en todo el mundo reparen sus balances.

Las instituciones locales también pueden necesitar apoyo de capital humano en para llegar a la escala necesaria. Tomando en cuenta el riesgo asumido por los emisores de bonos y la necesidad de obtener capital

de bajo costo que fluya, la pregunta es quién está en mejor posición para tomar decisiones rápidas y correctas para poner a trabajar el capital en inversiones verdes que obtengan una rentabilidad adecuada. En última instancia, para ayudar a cerrar la 'brecha verde' se necesita que el costo de la deuda del capital sea mucho menor y esté a disposición de los promotores y desarrolladores de proyectos verdes. Esto probablemente significa que tendrá que ser canalizado a través de instituciones financieras locales en los países en vías de desarrollo donde estos proyectos existen. Esto tiene que ocurrir de manera eficiente y con las menores pérdidas posibles en costos de inventarios cobrados por estos intermediarios. Algunos abogan por bonos respaldados por activos y clasificados para ser emitidos directamente por los desarrolladores principales de los proyectos. Esta alternativa se puede desarrollar con el tiempo.

Las normas de cotización y el rendimiento corporativo ASG

Los intercambios pueden desempeñar (y a menudo lo hacen) un papel clave en la promoción de una mayor divulgación empresarial y resultados ASG en los mercados centrales entre compradores y vendedores de valores de renta variable y de otros activos (Siddy, 2009).

Las bolsas de valores proporcionan aproximadamente 50 índices de sostenibilidad diferentes, que van desde el índice general FTSE4 Good al índice especializado de Deutsche Börse de Energía Alternativa DAXglobal®. Las bolsas tales como BM&FBovespa en Brasil, la Bolsa de Valores de Johannesburgo y Bursa Malaysia también ayudan a impulsar la disponibilidad de la información ASG a través de la sensibilización empresarial y de líneas directrices de gestión empresarial integrada. En varios mercados, como Suráfrica, Malasia y China, las bolsas han trabajado con los reguladores para incorporar los requisitos de divulgación ASG en las normas de registro y en el derecho de sociedades.

Las bolsas de valores que han tenido este tipo de iniciativas hasta ahora han tenido resultados mixtos en términos del refuerzo positivo de los inversionistas. Además, las empresas suelen resaltar el hecho de que los principales analistas de inversión deben prestar más atención a las cuestiones ASG (UNEP FI y WBCSD, 2010). Sin embargo, a nivel mundial, la cantidad y la calidad de la divulgación de cuestiones ASG por parte de las sociedades cotizadas es muy variable y tiene brechas importantes. Hay una presión cada vez mayor de algunos inversionistas, bajo el marco de los PRI, para fortalecer la regulación sobre divulgación de las cuestiones ASG. Un resultado de esto, por ejemplo, es que en enero de 2010, la SEC de EE.UU. emitió una guía interpretativa sobre los requisitos de divulgación

SEC existentes, puesto que se aplican en los desarrollos de negocios o legales relacionados con el cambio climático. Las siguientes áreas son ejemplos de cómo el cambio climático puede desencadenar los requisitos de divulgación:

■ **El impacto de la legislación y de la regulación (US SEC 2010):** Al evaluar las potenciales obligaciones de divulgación de información, es fundamental para una empresa considerar el impacto de ciertas leyes y regulaciones vigentes respecto al cambio climático. Bajo ciertas circunstancias, una empresa también debe evaluar el impacto potencial de la legislación y regulación pendiente relacionada con este tema;

■ **El impacto de los tratados internacionales:** Una compañía debe considerar y dar a conocer, cuando sea pertinente, los riesgos o los efectos de los acuerdos y tratados internacionales relacionados con el cambio climático en sus negocios;

■ **Las consecuencias indirectas de las tendencias de la regulación o de los negocios:** los desarrollos legales, tecnológicos, políticos y científicos sobre el cambio climático pueden crear nuevas oportunidades o riesgos para las empresas. Por ejemplo, una empresa puede enfrentar una menor demanda de bienes que producen emisiones significativas de GEI o una mayor demanda de bienes que producen menos emisiones que los productos competidores. Como tal, una empresa debe considerar, para efectos de divulgación, las consecuencias indirectas reales o potenciales que pueden enfrentar debido al cambio climático relacionado con las tendencias regulatorias o de los negocios, y

■ **Los impactos físicos del cambio climático:** Las empresas también deben evaluar, para propósitos de divulgación, los impactos significativos reales y potenciales de las cuestiones ambientales en sus negocios.

Instituciones financieras de desarrollo

Con el fin de proporcionar financiamiento público a largo plazo en el país y en el extranjero, las IFD pueden desempeñar un papel importante apoyando los elementos clave de la nueva economía verde. Cuestiones tales como el cambio climático, la seguridad energética y la seguridad alimentaria fueron, en 2010, un factor clave en la decisión de los gobiernos accionistas para proporcionar un aumento significativo de capital a los bancos multilaterales de desarrollo clave. Las IFD incluyen:

■ IFD multilaterales como el Banco Mundial, el IFC, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Asiático de Desarrollo, el Banco Africano de Desarrollo, el BERD y el BEI, que en 2009, se informó que comprometieron 168,000 millones dólares (World Bank, 2010b);

■ IFD bilaterales, como el grupo KfW, que es propiedad del gobierno alemán, con dos filiales internacionales centradas en el financiamiento del desarrollo; el AFD, un banco estatal francés enfocado en los países en desarrollo y emergentes y las comunidades francesas de ultramar; el FMO, un banco de desarrollo empresarial fundado por el Gobierno holandés, dirigido al sector privado en los países en desarrollo; el CDC, una institución de Reino Unido propiedad del gobierno, proporcionando capital de inversión a empresas, particularmente en el África Subsahariana y en Asia Meridional; y el Banco Japonés para la Cooperación Internacional/Agencia Japonesa de Cooperación Internacional y

■ IFD nacionales como el Banco de Desarrollo del Sur de África, un banco estatal surafricano enfocado en el desarrollo de la infraestructura en el Sur de África y su subregión; el Banco de Desarrollo de Brasil, que es propiedad del Gobierno y financia el desarrollo en Brasil y la expansión de empresas nacionales en el extranjero; el grupo Caisse des Dépôts, un inversionista público que apoya el desarrollo económico de Francia; y la Overseas Private Investment Corporation, que es propiedad del gobierno de EE.UU. y apoya a las empresas americanas en el país y en el extranjero.

Algunas de estas instituciones pertenecen a más de una categoría. Por ejemplo, el KfW es a la vez una importante institución financiera nacional y un sólido banco de desarrollo internacional. Dentro de este grupo de bancos, muchos ofrecen préstamos, tanto favorables como no favorables, solamente a los gobiernos. Pero hay un creciente número que financian a entidades subregionales, empresas de propiedad estatal y empresas del sector privado.

Esta inversión extranjera directa (IED) desempeña un papel fundamental en el financiamiento de las políticas macroeconómicas, las políticas sectoriales, los grandes proyectos de infraestructura y el desarrollo del sector privado. Su contribución al enverdecimiento de las economías nacionales ya es significativo. Ellos financian los grandes sectores como el agua, la energía renovable, la silvicultura y la agricultura. La IED ha sido fundamental para la integración de las microfinanzas y para el apoyo al desarrollo de las industrias privadas en sectores verdes de riesgo, durante las etapas iniciales de desarrollo. Sin embargo, su función podría fortalecerse aún más, aprovechando la posición privilegiada que ocupan en el financiamiento de los programas de inversión nacionales. Los pasos en esta dirección incluirían una mejor identificación de los aspectos de la economía verde en sus objetivos estratégicos, una mayor proporción de sus actividades dedicadas a estos aspectos, una mejor metodología de medición y de presentación de informes, una mejora de la cooperación entre ellos y el compartir mejores prácticas.

Los gobiernos están en condiciones de asignar oficialmente a estas instituciones el apoyo al desarrollo de la economía verde, respaldado por metas y objetivos concretos. La reducción de las emisiones de carbono, el acceso al agua y saneamiento, el fomento a la biodiversidad, entre otros, podrían convertirse en objetivos oficiales para la IED, además de la reducción de la pobreza (UNDP, 2007) y el financiamiento de la infraestructura.

La banca de desarrollo también tiene una gran influencia indirecta o directa a través de las condiciones con que atan a sus fondos, o a través de la auditoría verde de compra que practican, por ejemplo cuando financian empresas privadas. Asimismo, proporcionan asistencia técnica a las instituciones públicas y privadas. Las tres categorías de instituciones pueden colaborar en la definición de protocolos estándar para la auditoría verde de compra, y trabajar sobre las normas y los objetivos para los sectores en los que tienen una gran influencia, como las finanzas municipales, el transporte y la energía. Algunas de las instituciones financieras de desarrollo nacionales e internacionales desempeñan un papel importante en las finanzas municipales y en la vivienda. Se trata de dos áreas críticas para la economía verde: el desarrollo de prácticas verdes en los municipios locales y el enverdecimiento del sector vivienda, especialmente la vivienda social.

Los accionistas de las IFD dedicadas al sector privado, o las ramas del sector privado de los bancos de desarrollo, podrían considerar la promoción de su papel más allá de lo tradicional, en la incubación y en el desarrollo de mercados nacientes verdes. Dada la escasez de capital, un obstáculo aún mayor que el acceso al crédito para las actividades verdes, podría incluir un apoyo adicional al capital privado para tecnología limpia y a los fondos de capital de riesgo verdes en los países en vías de desarrollo. Estos también podrían desempeñar un papel aún más importante influyendo en el sector de la banca privada, proporcionando líneas de crédito dedicadas a actividades de mercados verdes con tasas de interés bajas e incentivos para que los bancos públicos y comerciales trasladen sus servicios hacia los objetivos de la economía verde.

En el plano internacional, algunas IFD, como el Banco Mundial, se centran exclusivamente en el financiamiento soberano, que es el crédito y otro tipo de apoyo para los gobiernos. Otras, como la CFI y el BERD, son total o principalmente responsables del desarrollo del sector privado en los mercados emergentes y de la inversión en términos comerciales. Las IFD utilizan una amplia gama de instrumentos, incluyendo el financiamiento de la deuda, la inversión en capital, las garantías y los programas de financiamiento del comercio. Los bancos multilaterales de desarrollo también aprovechan subvenciones de los gobiernos donantes o en-

Cuadro 12: Caisse de Dépôts (Caja de Depósitos) y un modelo de inversión a largo plazo

El grupo Caisse des Dépôts, una institución financiera pública francesa, está definida por la ley como un inversionista de largo plazo al servicio del interés público y el desarrollo económico. Ha integrado criterios ASG en su proceso de toma de decisiones de inversión, así como en las actividades de sus accionistas a través de un diálogo permanente con las empresas que cotizan en la bolsa de valores en la que posee acciones. El modelo Caisse des Dépôts es ampliamente reconocido. A principios de 2011, se celebró en Marruecos un primer foro mundial de con las principales instituciones públicas financieras similares a Caisse des Dépôts para examinar el potencial de réplica de este modelo y abordar a largo plazo las necesidades económicas.

Lo que caracteriza a los inversionistas de largo plazo como Caisse des Dépôts, es su base de capital sólida que les permite absorber fluctuaciones financieras a corto plazo. Por esta razón se encuentran en una posición para hacer frente a los desafíos de financiamiento de la economía verde desde I+D hasta la producción. Ellos pueden fomentar la innovación mediante plataformas de financiamiento que reúnan centros de investigación y empresas privadas con el fin de valorar avances tecnológicos en el campo de la innovación ecológica y de las energías renovables. Los inversionistas de largo plazo, también tienen la capacidad de financiar proyectos que producen ingresos solo en cinco a diez años. Caisse des Dépôts ha creado una plataforma y desde 2008 está implementando un plan de inversión de 150 millones de euros en varios sectores, como la energía solar fotovoltaica, la biomasa, aerogeneradores y la energía hidráulica, para contribuir a los

esfuerzos de Francia para reducir sus emisiones de GEI en un 20 por ciento.

El banco también ha unido sus fuerzas con otros inversionistas, en el marco del Club de Inversión a Largo Plazo, y ha creado con sus socios (Cassa Depositi e Prestiti, KfW Bankengruppe, y el BEI) dos fondos de inversión en el sector de la infraestructura. Uno de ellos, el fondo Marguerite 2020 para la energía, el cambio climático y la infraestructura, se dedica a la zona UE27 y se comprometió a invertir del 35 al 45 por ciento del tamaño total del fondo en energías renovables. El otro, InfraMed, se centra en la zona mediterránea. La gestión de ambos sigue una filosofía de inversiones a largo plazo, lo que significa que:

- Las inversiones son estables durante 20 años y ningún patrocinador principal puede transferir sus acciones durante el plazo forzoso de 10 años;
- Los incentivos del equipo de asesoramiento se basan en criterios de rendimiento a largo plazo y son plenamente compatibles con los principios generales de rendimiento a largo plazo aprobado por el G-20; y
- En términos de gobernabilidad, se busca un buen equilibrio entre los intereses de los inversionistas y la autonomía del equipo asesor. Para el fondo de InfraMed, se aplican estrictos criterios ASG de acuerdo con los requisitos del BEI.

La experiencia de los inversionistas europeos a largo plazo, podría servir de base para la construcción de un conjunto de reglas para la inversión pública responsable en la economía verde.

tidades como el FMAM y prestan asistencia técnica y servicios de asesoramiento.

La comunidad IFD también incluye inversionistas a largo plazo, como el CDC francés, el CdP italiano, el KfW de Alemania y el CDG marroquí, que se caracterizan por una baja dependencia a la liquidez del mercado a corto plazo gracias a los recursos estables, y que a menudo están compuestas por depósitos regulados o garantizados a largo plazo, de productos de ahorro a largo plazo o de endeudamiento a largo plazo. Estas instituciones suelen tener una base de capital sólida, derivada principalmente de la acumulación de reservas, lo que

les permite absorber fluctuaciones a corto plazo en los mercados financieros. Por esta razón pueden invertir en instrumentos de capital o de deuda, a menudo sin liquidez, que generan un retorno rentable en el largo plazo, estos incluyen los instrumentos emitidos por las empresas que operan en sectores tales como los servicios públicos de interés general, las infraestructuras o las energías renovables (véase el Cuadro 12).

Las operaciones del Banco Mundial van desde la integración de las cuestiones del cambio climático en las estrategias sectoriales hasta la gestión de los fondos de inversión especializados y la obtención de capital

para el financiamiento de proyectos a través de los bonos verdes. En el ámbito del sector privado, la CFI ofrece una serie de servicios financieros y de asesorías que van desde el financiamiento de instalaciones de eficiencia energética para la intermediación de los bancos locales, hasta el apoyo a los índices de inversiones bajas en carbono y a la emisión de bonos verdes. Como un fondo mundial dedicado al medio ambiente, el FMAM (véase el Cuadro 13) provee fondos para cubrir los costos incrementales o adicionales asociados con la transformación de un proyecto con beneficios nacionales en uno con beneficios ambientales globales. Su Fondo para la Tierra se enfoca en la participación del sector privado a través de asociaciones público-privadas. Hasta 2009, el FMAM ha invertido 2,700 millones de dólares para apoyar proyectos de mitigación del cambio climático en los países en vías de desarrollo y las economías en transición, y ha movilizado otros 17,200 millones de dólares para el cofinanciamiento de proyectos. Con su enfoque a largo plazo, puede proporcionar un apoyo crítico en la ampliación de proyectos de economía verde en áreas tales como el clima, el agua, el suelo, los bosques y la gestión de los productos químicos.

La Iniciativa de Energía Sostenible (SEI, por sus siglas en inglés) del BERD tiene un objetivo de inversión de 3,000 millones a 5,000 millones de euros de 2009 a 2011, con un objetivo de reducción de carbono correspondiente de 25 a 35 millones de toneladas de CO₂

equivalente al año. Entre otras actividades, el BERD se ha convertido en el inversionista dominante en energías renovables en la región donde opera (Europa Central y Oriental, y Asia Central), concentrándose principalmente en la energía eólica. Al igual que el Grupo del Banco Mundial, el BERD también ha comenzado a aumentar su enfoque en la adaptación al cambio climático mediante el desarrollo de nuevas herramientas para integrar el riesgo de adaptación a la auditoría verde de compra y la estructuración de los proyectos, así como el financiamiento de proyectos de infraestructura, como sistemas de defensa contra inundaciones. El IFC, el BERD y otras instituciones financieras de desarrollo están colaborando también en los protocolos para la evaluación de las emisiones de GEI y varios de ellos informan públicamente las reducciones y aumentos anuales de emisiones asociadas con los nuevos proyectos aprobados cada año.

Las instituciones de financiamiento del desarrollo pueden desempeñar un papel clave en la incubación y en el desarrollo de mercados nacientes. Estos han sido fundamentales en la última década para el apoyo a las microfinanzas, de tal manera que ahora son una clase relativamente madura de activos. Las acciones en curso en las actividades de vanguardia incluyen el apoyo para el capital privado para tecnologías limpias y para los fondos de capital de riesgo en los países en vías de desarrollo, y un creciente énfasis en las soluciones para los consumidores pobres.

Cuadro 13: El Fondo para el Medio Ambiente Mundial

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), el mayor fondo ambiental público del mundo, otorga donaciones a países en desarrollo y a los países con economías en transición para proyectos relacionados con la biodiversidad, el cambio climático, aguas internacionales, la degradación de la tierra, la capa de ozono y los contaminantes orgánicos persistentes. El FMAM actúa como mecanismo financiero para las convenciones de la ONU sobre la Diversidad Biológica, el Cambio Climático, Contaminantes Orgánicos Persistentes y la Desertificación. El FMAM está asociado con diez organizaciones intergubernamentales, incluyendo a PNUMA, PNUD y al Banco Mundial como organismos de ejecución. Este último también ha servido como fideicomisario del Fondo Fiduciario del FMAM desde 1994. Establecido en 1991, el FMAM es actualmente el mayor financiador de proyectos para mejorar el medio ambiente glo-

bal. El FMAM tiene asignados 9,200 millones de dólares, complementados con más de 40,000 millones de dólares en cofinanciamiento, para más de 2,700 proyectos en más de 165 países en vías de desarrollo y países con economías en transición. A través de su Programa de Pequeñas Donaciones (PPD), el FMAM también ha realizado más de 12,000 pequeñas donaciones directamente a las organizaciones no gubernamentales y comunitarias, por un total de 495 millones de dólares. Las donaciones pueden concederse hasta un límite máximo de 50,000 dólares, con una donación media típicamente alrededor de los 25,000 dólares por proyecto. La red de pequeñas donaciones que ha sido diseñada para empoderar a las comunidades locales a tomar decisiones de inversión tiene la ventaja de generar múltiples empleos verdes locales, a la vez que protege el medio ambiente mundial.

Enverdecimiento de fondos soberanos de inversión (FSI)

El crecimiento de los fondos de inversión de propiedad estatal que desean invertir a escala mundial es relativamente nuevo, pero ya es significativo en términos de su impacto. Si bien hay preocupación por la creciente influencia de los FSI, tales como su capacidad para explorar las ineficiencias del mercado y la falta de transparencia, estos fondos pueden desempeñar un papel importante en el financiamiento de la transición hacia una economía verde.

El apoyo debe estar dirigido a ayudar a los fondos soberanos a incorporar las consideraciones de riesgo climático de manera directa y sistemática en su selección de valores y en los procesos de construcción del portafolio, como es el caso en el ejemplo del Fondo de Pensiones Global de Noruega (véase el Cuadro 14). También es importante considerar sugerencias como la creación de fondos de inversión verdes comunes invertidos en los FSI, como el Fondo Amazonas de Brasil lanzado en 2008 para solicitar donaciones internacionales para salvar la selva amazónica.

Al igual que los fondos de pensiones, los FSI tienden a tener un horizonte de largo plazo. Como resultado, los fondos soberanos tienen un claro interés en mejorar el desempeño ambiental de las empresas y de otras entidades en las que invierten, a fin de mejorar sus retornos a largo plazo y mejorar la gestión del riesgo y de la reputación.

5.4 Las políticas fiscales

Las opciones de política fiscal de la economía verde se dividen en cinco grandes categorías. Estas cubren reformas fiscales ambientales e instrumentos tales como los impuestos al carbono, las exenciones y reducciones fiscales; impuestos por contaminación más amplios y sólidos; subsidios verdes, donaciones y préstamos subsidiados para recompensar el buen desempeño ambiental; la eliminación de subsidios ambientalmente dañinos; y dirigir el gasto público en infraestructura. Estas pueden servir, entre otras cosas, a hacer frente a los altos costos iniciales de inversión. Esta combinación inteligente también puede reforzarse mutuamente, por ejemplo, utili-

Cuadro 14: Fondo de Pensiones Global de Noruega

El Fondo de Pensiones Global de Noruega, uno de los mayores FSI del mundo, tiene una participación amplia en aproximadamente 8,400 empresas en todo el mundo. El fondo está invertido en gran parte de manera pasiva y mantiene una participación accionaria promedio del uno por ciento en cada empresa en que invierte. El fondo es un propietario universal con un horizonte de inversión a largo plazo, y sí tiene un claro interés financiero en las empresas que tienen una buena gobernanza corporativa, y que realmente toman en cuenta los aspectos ambientales y sociales. La responsabilidad fiduciaria para el fondo también incluye la salvaguarda de valores éticos compartidos. El fondo cuenta con las siguientes herramientas en el ámbito de las cuestiones ambientales, incluyendo la mitigación y la adaptación al cambio climático:

Investigación. El Ministerio de Finanzas de Noruega, en calidad de director del fondo, actualmente participa en un proyecto de investigación del cambio climático y de asignación estratégica de activos entre la consultoría de inversión Mercer y otros 13 grandes fondos de pensiones internacionales de Europa, Norteamérica, Asia y Australia. Un informe de este proyecto fue publicado en febrero de 2011.

Programa de inversión ambiental. El Ministerio de Finanzas de Noruega ha establecido un nuevo

programa de inversiones para el fondo que se centrará en las oportunidades de inversión en medio ambiente, como la energía amigable con el clima, la eficiencia energética, la mejora de la tecnología, el CCS, el agua y la gestión de los residuos y la contaminación. Las inversiones tendrán un objetivo financiero claro (Ministerio de Finanzas de Noruega, 2010). A finales de 2009, más de siete mil millones de coronas noruegas se han invertido en este programa, a una escala más rápida que la prevista inicialmente (Ministerio de Finanzas de Noruega, 2011).

Diálogo con las empresas. El director del fondo de pensiones, Norges Bank, a través de su departamento de gestión de activos Norges Bank Investment Management (NBIM), ha expuesto sus expectativas sobre la gestión del cambio climático en las empresas. Como un inversionista de largo plazo, es de vital importancia que el fondo sea capaz de evaluar el grado en el que se expone una determinada empresa a los riesgos y a las oportunidades que surgen del cambio climático, tanto en sus operaciones directas como a través de su cadena de suministro. El NBIM considera que la adaptación eficiente de las empresas a esta transición es un factor importante para la protección de los activos financieros del fondo, y espera que las empresas desarrollen una estrategia de cambio climática bien definida.

zando los impuestos para reforzar el impacto de otros instrumentos, como las normas y los subsidios. En el campo de la construcción (ver el capítulo de 'Construcción'), los créditos fiscales pueden utilizarse para impulsar el desarrollo verde o el desarrollo eficiente en energía, y la renovación de las inversiones inmobiliarias.

Los casos de los incentivos fiscales y los subsidios demuestran que no se trata simplemente de nuevos incentivos, sino que se trata de asegurar que los incentivos existentes no apoyen actividades no sostenibles. Algunos enfoques y reformas son más difíciles de implementar que otros. Por ejemplo, la creación de subsidios verdes o la eliminación de subsidios ambientalmente dañinos a menudo es difícil desde el punto de vista técnico y de política, sobre todo cuando las finanzas públicas son estrechas y cuando existe la creencia de que la eliminación de los subsidios tiene efectos negativos en los hogares pobres. Asimismo, la realidad del sector financiero tradicional es que permanece apegado a atender las necesidades de financiamiento, inversión y seguros de la economía marrón, así como a las necesidades tradicionales de infraestructura a través de la industria pesada, la generación de electricidad y el transporte, un caso clásico de los intereses creados.

Por ejemplo, se estima que la eliminación de los 500 millones de dólares en subsidios que sustentan el sector de los combustibles fósiles en todo el mundo podría impulsar la economía mundial sobre el 0.3 por ciento (PNUMA, 2010), un beneficio claro a medio y largo plazo para las instituciones de servicios financieros. Sin embargo, a corto y medio plazo, la eliminación de estos subsidios cambia fundamentalmente la ecuación riesgo/recompensa para todo el sector de los combustibles fósiles. Por lo tanto, su eliminación necesitaría ser gradual y se requerirán medidas de acompañamiento dirigidas a la protección de la población en condiciones de pobreza contra los impactos potencialmente adversos.

Lograr una alineación óptima de las políticas públicas y de las decisiones de inversión en infraestructura que actúe para 'atraer' en lugar de 'rechazar' el financiamiento privado y la inversión (por ejemplo, para la construcción de una red eléctrica inteligente) será un requisito para crear un acervo de capital a largo plazo que apoye

la transición hacia una economía verde (PNUMA, 2010). Como se señaló anteriormente, entre el 15 y 20 por ciento de los tres billones de dólares de paquetes públicos de estímulo a escala mundial se comprometieron en respuesta a la crisis financiera, más de 470,000 millones de dólares, se destinó a gastos de la economía verde, incluyendo cantidades significativas de proyectos de infraestructura creadores de empleos verdes.

Estas inversiones no se limitan a dar respuestas a corto plazo a la crisis financiera y económica; sin embargo, hay nuevas reflexiones que van más allá de la recuperación para asegurar una transición duradera. Por ejemplo, durante el período del duodécimo plan de cinco años que empieza en 2011, el Gobierno chino invertirá 468,000 millones de dólares en los sectores verdes en comparación con los 211,000 millones de dólares en los últimos cinco años, con un enfoque en tres sectores: el reciclaje y la reutilización de los residuos, las tecnologías limpias y las energías renovables. Con esta cantidad de inversión pública, se espera que la industria de protección medioambiental de China continúe creciendo a un promedio de 15 a 20 por ciento al año y que su producción industrial llegue a 743,000 millones de dólares durante el nuevo período de cinco años, frente a los 166,000 millones en 2010. El efecto multiplicador de este sector emergente se estima que sea de ocho a diez veces mayor que el de otros sectores industriales.

En los países donde están restringidas las finanzas públicas basadas en los ingresos fiscales y la capacidad de los gobiernos para pedir prestado a los mercados de capitales, se puede utilizar la reforma a los subsidios y a las políticas fiscales para abrir un espacio fiscal para las inversiones verdes. Los subsidios en los sectores energía, agua, pesca y agricultura, por ejemplo, reducen los precios y estimulan el uso excesivo del capital natural correspondiente. Al mismo tiempo, imponen una carga constante sobre el presupuesto público. El desacoplamiento gradual de los subsidios y la introducción de impuestos sobre el uso de la energía y los recursos naturales puede mejorar la eficiencia, a la vez que fortalece las finanzas públicas y libera recursos para las inversiones verdes. La eliminación de los subsidios en estos cuatro sectores por sí solos, por ejemplo, podría ahorrar entre un uno y un dos por ciento del PIB mundial cada año.

6 Conclusiones

El papel del sector financiero como facilitador del proceso hacia el desarrollo sostenible ha evolucionado considerablemente desde que el concepto recibió la atención mundial en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro en 1992. Durante los años posteriores se han experimentado transformaciones significativas, que van desde asociaciones exitosas, como la Iniciativa Financiera del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP FI, por sus siglas en inglés)⁷ y los PRI,⁸ hasta la integración de los factores ASG en la propiedad de los activos y el crecimiento significativo de los flujos del sector privado para las clases de activos especializados, como las microfinanzas, la tecnología limpia y la energía sostenible. Los inversionistas se están moviendo cada vez más de la inversión responsable (no causar daño) a la inversión sostenible (inversión en las soluciones a los desafíos de la sostenibilidad).

Una transición global hacia una economía verde requerirá de un cambio sustancial de las inversiones para aumentar el nivel actual de los flujos de los sectores público y privado hacia las áreas prioritarias, la mayor parte de los cuales tendrán que ser movilizados a través de los mercados financieros. El análisis y la modelación realizada para el GER sugieren que el nivel de inversión adicional necesaria es del uno al 2.5 por ciento del PIB mundial anual de 2010 a 2050. Actualmente, la inversión en la economía verde es muy inferior al uno por ciento del PIB mundial.

Para que los principales objetivos de desarrollo sostenible se logren en las escalas de tiempo necesarias, una gran mayoría de la inversión que necesita redirigirse hacia la economía verde deberá provenir del sector financiero privado. Los recursos del sector público tanto nacionales como internacionales son significativamente menores que los del mercado financiero global. A raíz de la crisis financiera de 2008 a 2009, el BIS ha proyectado una razón alta de deuda/PIB para muchas economías importantes en los próximos veinte años. Como consecuencia de ello, los fondos públicos disponibles para un cambio hacia una economía verde están

probablemente muy por debajo del nivel requerido. Los países en vías de desarrollo, con la excepción de las economías emergentes más dinámicas, tendrán opciones fiscales limitadas para financiar una economía verde.

Si un caso de negocio sólido se puede crear y demostrar debidamente, por ejemplo, por los gobiernos que apliquen plenamente los principios 'quien contamina paga' y 'el usuario paga'- acordados por los países de la OCDE, entonces podría decirse que una parte de este nuevo despliegue de capital se producirá de forma natural a medida que los inversionistas persigan su propio interés y trasladen sus activos de las actividades menos atractivas de la economía marrón (basada en los combustibles fósiles). Existen oportunidades en el mercado para ampliar la escala del financiamiento verde, especialmente en sectores como las energías renovables o los inmuebles verdes; y en el financiamiento tradicional mediante la creciente tendencia hacia la consideración de las cuestiones ASG que atiendan las externalidades ambientales. Sin embargo, los sectores menos maduros y más recientes del financiamiento de la economía verde, como REDD+ o los servicios sostenibles de energía para la población en condiciones de pobreza, requerirán una incubación paciente y sabia.

No obstante, el financiamiento público es esencial para la transición hacia una economía verde y está más que justificado por las externalidades positivas que se generarían. El papel de las finanzas públicas para financiar una economía verde fue demostrado por los componentes verdes de los paquetes de estímulos fiscales masivos lanzados por los países del G-20 para responder a la crisis financiera y económica que estalló en 2008. Más del 15 por ciento de los tres billones de dólares de los fondos de estímulo, se asignó a los sectores verdes o al enverdecimiento de sectores marrones.

El financiamiento público para las inversiones verdes no se limita a las respuestas a corto plazo para la crisis financiera y económica. La República de Corea, por ejemplo, ha incluido los fondos públicos para las inversiones verdes en el Plan Nacional de Desarrollo de cinco años. Sin embargo, en muchos países menos desarrollados, el financiamiento público que cubre los ingresos fiscales y la capacidad de los gobiernos para pedir prestado directamente de los mercados de capitales se encuentran seriamente limitados. En estos países, la banca de desarrollo internacional y regional debería explorar cómo puede aumentar el financiamiento

7 En 2010, 200 bancos, aseguradoras y organizaciones de inversión eran firmantes de la Iniciativa Financiera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <http://www.unepfi.org>

8 Más de 900 organizaciones de inversión, incluidas las organizaciones de servicios, apoyan a los Principios de Inversión Responsable respaldados por las Naciones Unidas. <http://www.unpri.org/principles>

para el desarrollo que apoye las prioridades acordadas para la inversión verde.

Es poco probable que los paquetes de estímulo verde y los mercados financieros ágiles, por sí solos, puedan liberar el monto de financiamiento privado necesario para la transición hacia una economía verde. También son indispensables las políticas públicas y los marcos regulatorios adecuados. Si bien un número creciente de instituciones financieras se está interesando en una economía verde, la mayoría de los actores del mercado continúan aferrados a la economía marrón tradicional. Esto se debe principalmente a políticas y marcos normativos inadecuados que no logran proporcionar un campo de juego nivelado. La ecuación riesgo/recompensa sigue funcionando desfavorablemente para los posibles inversionistas verdes.

Los gobiernos deberían involucrar al sector privado en el establecimiento de una política estable y coherente y de marcos regulatorios que integren mejor las cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza en la toma de decisiones de inversión y en el diseño de políticas financieras. Adicionalmente, gobiernos e instituciones financieras multilaterales deberían utilizar sus propios recursos para aprovechar los flujos financieros

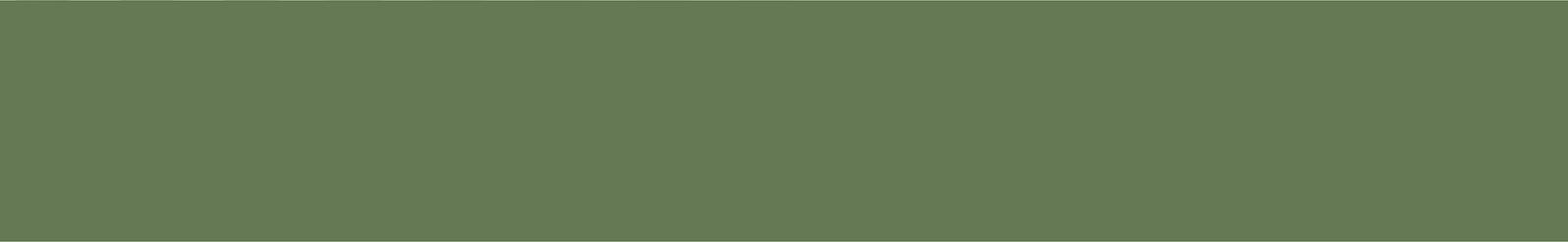
del sector privado y dirigirlos hacia las nuevas oportunidades económicas verdes.

En el período previo a la Cumbre de la Tierra (Río+20) celebrada en Brasil en 2012, existía la necesidad de establecer marcos claros y viables, incluyendo la regulación cuando fuera necesario, para reequilibrar la ecuación riesgo/recompensa de los especialistas en finanzas e inversión a favor de la inversión verde. Está claro que se requieren cambios significativos en la filosofía, la cultura, la estrategia y el enfoque, sobre todo en el dominio abrumador del 'cortoplacismo', a través de los bancos, las inversiones y los seguros (actividades básicas del sistema financiero mundial) para que el capital y el financiamiento se reasignen para acelerar el surgimiento de la economía verde. Al mismo tiempo, es necesario que evolucionen los aspectos fundamentales de los sistemas de contabilidad y las disciplinas del mercado de capitales en el mundo, así como nuestra comprensión de la responsabilidad fiduciaria en las decisiones y en la formulación de la política de inversión, para integrar plenamente una gama más amplia de factores ASG de la que se realiza hoy en día. Sin estos cambios, las señales de precios e incentivos que podrían apoyar la transición hacia una economía verde se mantendrán débiles.

Referencias

- BCBS. (2009). *Strengthening the resilience of the banking sector: Consultative document*. Basel: The Basel Committee on Banking Supervision.
- Bloomberg New Energy Finance. (2009). *Fortifying the foundation: State of the voluntary carbon markets 2009*. Hamilton, K., Sjardin, M., Shapiro, A., & Marcello, T. A. Report by Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance.
- Capgemini and Merrill Lynch Wealth Management. (2009). *World wealth report 2009*. Retrieved from <http://www.ml.com/media/113831.pdf>
- CDC Climate Research. (2010). *Tendances carbone, No. 50*. Retrieved from http://www.bluenext.fr/publications/TendancesCarbone/TCN.50_09.2010_En.pdf
- CDC Mission Climate. (2008). Reducing emissions from deforestation and degradation: What contribution from carbon markets? *Climate Report*, 14, September 2008. Retrieved from http://www.cdclimat.com/IMG/pdf/14_Etude_Climat_EN_Deforestation_and_carbon_markets.pdf
- Central Electricity Regulatory Commission, India. Retrieved from <http://www.cercind.gov.in/>
- Chalmin, P. & Gaillochet, C. (2009). *From waste to resource: An abstract of world waste survey*. Veolia Environmental Services. Retrieved from http://www.veolia-environmentalservices.com/veolia/ressources/files/1/927,753,Abstract_2009_GB-1.pdf
- Chicago Climate Exchange. (2011). *Fact Sheet, v1.0*. June 30, 2011. Retrieved from https://www.theice.com/publicdocs/ccx/CCX_Fact_Sheet.pdf
- Cleantech Group and Deloitte. (2010). *3Q 2010 investment monitor*. Retrieved from <http://info.cleantech.com/Download3Q2010IMAbstract.html>
- Climate Change Task Force. (2010). *Agriculture industry GHG action plan: Framework for action*. UK. Retrieved from http://www.agindustries.org.uk/document.aspx?fn=load&media_id=3739&publicationId=2473
- DTZ Research MiP Database. (2009). *Money into property global 2009*. Retrieved from <http://www.dtz.com/Global/Research/Money+into+Property+Global+2009>
- Ellerman, D., & Joskow, P. (2008). *The European Union's emissions trading system in perspective*. Pew Center on Global Climate Change.
- European Renewable Energy Council & Greenpeace. (2010). *Energy [R] evolution: A sustainable world energy outlook*. (3rd ed.). (2010 World Energy Scenario). Retrieved from <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/climate/2010/fullreport.pdf>
- Fernando, N. A. (2008). *Managing microfinance risks: Some observations and suggestion*. Manila: Asian Development Bank. Retrieved from <http://www.adb.org/Documents/Papers/Managing-MicrofinanceRisks/Managing-Microfinance-Risks.pdf>
- Gilbertson, T. & Reyes, O. (2009). Carbon trading: How it works, why it fails. *Critical Currents, Dag Hammarskjold Foundation*, No. 7. November, 2009. Retrieved from http://www.dhf.uu.se/pdf/11/11_cc7_web.pdf
- Hamilton, K. (2009). *Unlocking finance for clean energy: The need for 'investment grade' policy*. Chatham House. Retrieved from http://www.chathamhouse.org/sites/default/files/public/Research/Energy,%20Environment%20and%20Development/1209pp_hamilton.pdf
- Hawley, J. P. & Williams, A. T. (2000). *The rise of fiduciary capitalism: How institutional investors can make corporate America more democratic*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- HSBC Centre of Climate Change Excellence. (2009). *Building a green recovery*. Retrieved from http://www.hsbc.com/1/PA_1_1_S5/content/a_ssets/sustainability/090522_green_recovery.pdf
- HSBC Global Research. (2010). *Sizing the climate economy*. Retrieved from <http://www.research.hsbc.com/midas/Res/RDV?ao=20&key=wU4BbdyRmz&n=276049.pdf>
- International Energy Agency. (2010). *Energy technology perspectives: Scenarios & strategies to 2050*. IEA. Retrieved from <http://www.iea.org/techno/etp/etp10/English.pdf>
- International Energy Agency. (2009). *World energy outlook 2009*. IEA. Retrieved from <http://www.worldenergyoutlook.org/2009.asp>
- International Monetary Fund. (2009). *Global financial stability report: Responding to the financial crisis and measuring systemic risks*. IMF: Washington, DC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *IPCC Fourth assessment report: Climate change 2007 (AR4)*. IPCC. Retrieved from http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_report_s.shtml
- McCabe, J. (2010). Plastic use no longer under wraps as Clinton launches investor initiative. *Environmental Finance*, September 23, 2010.
- Mercer LLC & Ceres. (2010). *Energy efficiency and real estate: Opportunities for investors*. Retrieved from http://www.ceres.org/resources/report_s/energy-efficiency-and-real-estate-opportunities-2009
- Munich RE. (2009). *TOPICS GEO: Natural catastrophes 2009: Analyses, assessments, positions*. Retrieved from http://www.munichre.com/publications/302-06295_en.pdf
- Norwegian Ministry of Finance. (2010). *GPFG responsible investment*. Retrieved from http://www.regjeringen.no/upload/FIN/brosjyre/2010/spu/english_2010/index.htm
- Norwegian Ministry of Finance. (2011). *The national budget for 2011*. Retrieved from http://www.statsbudsjett.no/upload/Statsbudsjett_2011/dokumenter/pdf/Summary.pdf
- OECD. (2004). *Financing water and environmental infrastructure for all: Some key issues*. (Global Forum on Sustainable Development, 2004).
- Parliament Committee on Climate Change. (2010). *Meeting carbon budgets: Ensuring a low-carbon recovery*. (2nd Progress Report to Parliament Committee on Climate Change. June 2010). London. Retrieved from http://downloads.theccc.org.uk/0610/pr_meeting_carbon_budgets_full_report.pdf
- Parry, M. et al. (2009). *Assessing the costs of adaptation to climate change: A review of the UNFCCC and other recent estimates*. IIED: London, UK.
- Pew Charitable Trust & The Clean Energy Economy. (2010). *Who's winning the clean energy race? Growth, competition and opportunity in the world's largest economies: G-20 Clean Energy Factbook 2010*. Retrieved from http://www.pewtrusts.org/uploadedFiles/wwwpewtrustsorg/Reports/Global_warming/G-20%20Report.pdf
- Preqin. (2004-2010). *Quarterly Fundraising Update Series and Wealth Bulletins*. Retrieved from www.preqin.com
- Principles for Responsible Investment. (2010). *Report on Progress 2010: An analysis of signatory progress and guidance on implementation*. Retrieved from http://www.unpri.org/files/2010_Report-on-Progress.pdf
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2010). *Renewables 2010: Global status report*. Retrieved from http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR_2010_full_revisedpercent20Sept2010.pdf
- RICS. (2009). *Doing well by doing good?* London: The Royal Institute for Chartered Surveyors. Retrieved from http://www.rics.org/site/scripts/download_info.aspx?fileID=5763
- Sakamoto, K., Dalkmann, H., & Palmer, D. (2010). *A paradigm shift towards sustainable low-carbon transport: Financing the vision ASAP*. New York: Institute for Transportation and Development Policy. Retrieved from http://www.itdp.org/documents/A_Paradigm_Shift_towardSustainable_Transport.pdf
- Scottish Agricultural College. (2010). *Review and update of UK marginal abatement cost curves for agriculture*. The Committee on Climate Change. Retrieved from http://downloads.theccc.org.uk/s3.amazonaws.com/0610/pr_supporting_research_SAC_agriculture.pdf
- Siddy, D. (2009). *Exchanges and Sustainable Investment*. World Federation of Exchanges. Retrieved from <http://www.world-exchanges.org/sustainability/WFE-ESG.pdf>
- Streck, C., Estrada, M., Bracer, C., & Coren, M. (2010). *Options for managing financial flows from REDD+*. ClimateFocus. Retrieved from http://www.climatefocus.com/documents/files/options_for_managing_financial_flows_from_redd.pdf
- Swiss Re. (2009). World insurance in 2008: Life premiums fall in the industrialized countries: Strong growth in emerging economies. *Sigma*, 3, 2009. Retrieved from http://media.swissre.com/documents/sigma3_2009_en.pdf
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Business, TEEB. (2010). *Executive Summary*. Nairobi: United Nations Environment

- Programme. Retrieved from <http://www.teebweb.org/Portals/25/Documents/TEEB%20for%20Business/TEEB%20for%20Bus%20Exec%20English.pdf>
- The Eliasch Review. (2008). *Climate change: Financing global forests*. Retrieved from <http://www.official-documents.gov.uk/document/other/9780108507632/9780108507632.pdf>
- TheCityUK. (2010). *Carbon Markets 2010*. Retrieved from <http://www.thecityuk.com/media/173627/carbonpercent20marketspercent202010.pdf>
- TheCityUK. (2011). *Fund Management 2011*. Financial Market Series London. Available at: <http://www.thecityuk.com/assets/Uploads/Fund-Management-2011.pdf>
- Trichet, J.-C. (2010). *Keynote speech*. (The 9th Munich Economic Summit. April 29, 2009). Retrieved from <http://www.ecb.int/press/key/date/2010/html/sp100429.en.html>
- United Nations. (2008). *The Millennium Development Goals report*. New York. Retrieved from http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/Progress2008/MDG_Report_2008_En.pdf#page=UNFCCC
- UNFCCC. (1998). *Identifying, analysing and assessing existing and potential new financing resources and relevant vehicles to support the development, deployment, diffusion and transfer of environmentally sound technologies*. (Interim report by the Chair of the Expert Group on Technology Transfer). Retrieved from <http://unfccc.int/resource/docs/2008/sb/eng/inf07.pdf>
- UNDP. (2007). *The Human Development Report 2007/2008: Fighting climate change: Human solidarity in a divided world*. United Nations Development Programme. Retrieved from http://hdr.undp.org/en/media/HDR_20072008_EN_Complete.pdf
- UNEP. (2010). *Driving a Green Economy through public finance and fiscal policy reform*. Retrieved from <http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/30/docs/DrivingGreenEconomy.pdf>
- UNEP FI. (1995). *Statement of environmental commitment by the insurance industry*. Retrieved from <http://www.unepfi.org/statements/ii/index.html>
- UNEP FI. (1997). *Statement by financial institutions on the environment and sustainable development*. Retrieved from <http://www.unepfi.org/statements/ii/index.html>
- UNEP FI. (2004). *CEO briefing: Renewable energy*. June 2004 Retrieved from http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEO_briefingrenewable_energy_2004.pdf
- UNEP FI. (2008). *Making forests competitive: Exploring insurance solutions for permanence*. (Concept Paper). Climate Change Working Group. Retrieved from http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/Exploring_Insurance_Solutions_for_Permanence.pdf
- UNEP FI. (2009). *Fiduciary responsibility: Legal and practical aspects of integrating environmental, social and governance issues into institutional investment*. Retrieved from <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/fiduciaryll.pdf>
- UNEP FI. (2011a). *REDDy-set-grow: A briefing for financial institutions: Opportunities and roles for financial institutions in forest carbon markets*. (Part I). Biodiversity and Ecosystems Workstream. Retrieved from <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/reddysetgrow.pdf>
- UNEP FI. (2011b). *REDDy-set-grow: Private sector suggestions for international climate change negotiators: Designing an effective regime for financing forest-based climate change mitigation*. (Part II). Biodiversity and Ecosystems Workstream. Retrieved from <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/reddysetgrowll.pdf>
- UNEP FI AMWG. (2004). *The materiality of social, environmental and corporate governance issues to equity pricing*. (The Materiality Series). Retrieved from http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/amwg_materiality_equity_pricing_report_2004.pdf
- UNEP FI AMWG. (2006). *Show Me the Money: Linking environmental, social, and governance issues to company value*. (The Materiality Series). Retrieved from http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/show_me_the_money.pdf
- UNEP FI AMWG. (2009). *The materiality of climate change: How finance copes with the ticking clock*. (The Materiality Series). Retrieved from <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/materiality3.pdf>
- UNEP FI BES. (2010). *CEO briefing: Demystifying materiality hardwiring biodiversity and ecosystem services into finance*. Biodiversity and Ecosystem Services Workstream. Retrieved from http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEO_DemystifyingMateriality.pdf
- UNEP FI CCWG. (2007). *Declaration on climate change by the financial services sector*. Climate Change Working Group. Retrieved from http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/cc_statement_jun2007.pdf
- UNEP FI & EcoSecurities. (2006). *Global climate change: Risk to bank loan*. Retrieved from http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/global_climate_change_risk.pdf
- UNEP FI & Freshfields Bruckhaus Deringer. (2005). *A legal framework for the integration of environmental, social and governance issues into institutional investment*. Retrieved from http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/freshfields_legal_resp_20051123.pdf
- UNEP FI IWG. (2009). *The global state of sustainable insurance: Understanding and integrating ESG factors in insurance*. Insurance Working Group. Retrieved from <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/global-state-of-sustainable-insurance.pdf>
- UNEP FI IWG. (2007). *Insuring for sustainability: Why and how the leaders are doing it*. Insurance Working Group. Retrieved from https://www.allianz.com/staticresources/en/responsibility/media/documents/v_1275078369000/insuring_for_sustainability.pdf
- UNEP and Partners. (2009). *Catalysing low carbon growth in developing economies: Public finance mechanisms to scale up private sector investment in climate solutions*. Retrieved from http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/catalysing_lowcarbon_growth.pdf
- UNEP FI & PRI. (2010). *Universal ownership: Why environmental externalities matter to institutional investors*. Retrieved from http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/universal_ownership.pdf
- UNEP FI PWG (2011a). *Implementing responsible property investment strategies*. Retrieved from http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/responsible_property_toolkit4.pdf
- UNEP FI PWG. (2011b). *An investors' perspective on environmental metrics for property*. Property Working Group. Retrieved from <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/EnvironmentalMetrics.pdf>
- UNEP FI & WBCSD. (2010). *Translating ESG into sustainable business value: Key insights for companies and investors*. Retrieved from <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/translatingESG.pdf>
- UNEP SBCL. (2007). *Buildings & climate change: Status, challenges and opportunities*. Retrieved from <http://www.unep.org/sbci/pdfs/BuildingandClimateChange.pdf>
- UNEP SEFI. (2010). *Global trends in sustainable energy investment in 2010*. Retrieved from <http://sefi.unep.org/english/globaltrends2010.html>
- US SEC. (2010). *Interpretive guidance on disclosure related to business or legal developments regarding climate change*. Washington, DC: Securities and Exchange Commission.
- World Bank. (2010a). *World development report 2010: Development and climate change*. Retrieved from <http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1226014527953/WDR10-Full-Text.pdf>
- World Bank. (2010b). *World development indicators*. Retrieved from <http://data.worldbank.org/sites/default/files/wdi-final.pdf>
- World Economic Forum. (2010a). *Green investing 2010: Policy mechanisms to bridge the finance gap*. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_IV_GreenInvesting_Report_2010.pdf
- World Economic Forum. (2010b). *Global risks 2010: A Global risk network report* (p. 6). (Executive Summary). Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_IV_GreenInvesting_Report_2010.pdf
- World Water Council. (2003). *Financing water for all*. (Executive Summary). World Panel on Financing Water Infrastructure. Retrieved from http://financingwaterforall.org/fileadmin/www/Library/Publications_and_reports/CamdessusReport.pdf
- WWF International & Profundo. (2008). *The palm oil financing handbook*. Retrieved from http://assets.panda.org/downloads/the_palmoil_financing_handbook.pdf





Conclusiones



Conclusiones

Avanzar hacia un modelo basado en la economía verde tiene el potencial de lograr un desarrollo sostenible y erradicar la pobreza con rapidez y eficacia a una escala sin precedentes. Este potencial se deriva de dos cambios simultáneos. En primer lugar, porque el escenario internacional y los riesgos a los que nos enfrentamos han cambiado de forma considerable. Estos cambios precisan de una reformulación fundamental de nuestro enfoque económico. En segundo lugar, existe mayor reconocimiento de que el medioambiente constituye la base de nuestro acervo de activos físicos y debe ser administrado como una fuente de crecimiento, prosperidad y bienestar.

Como se ha argumentado en este informe se deben re-dirigir las inversiones públicas y privadas (estimuladas a través de reformas a las políticas y en las condiciones adecuadas) para acumular o aumentar el capital natural que incluye activos como los bosques, el agua, la tierra y los recursos pesqueros, particularmente importantes para aquellas poblaciones rurales en condiciones de pobreza. Las inversiones en un nuevo contexto de sostenibilidad impulsarán a los nuevos sectores y tecnologías, que serán las principales fuentes de desarrollo económico y crecimiento futuro. Por ejemplo, las tecnologías relacionadas con el uso y generación de energías renovables; las instalaciones y equipamientos eficientes en el uso de los recursos energéticos; los sistemas de transporte público con bajas emisiones de gases contaminantes; las infraestructuras para vehículos con emisiones cero; y servicios de gestión de residuos y reciclaje. De forma paralela, se necesitan inversiones complementarias relacionadas con el capital humano, incluyendo el conocimiento, la administración y habilidades técnicas asociadas a este nuevo giro para asegurar así una transición gradual hacia la senda de un desarrollo más sostenible.

Una de las principales conclusiones de este informe es que una economía verde apoya el crecimiento, los beneficios y la creación de empleos; y que la supuesta disyuntiva entre el progreso económico y la sostenibilidad ambiental es un mito, especialmente, si se mide la riqueza como un acervo de activos, incluyendo los bienes naturales, y no únicamente como un flujo de producción. Los resultados de este documento indican que, a corto plazo, el crecimiento económico bajo un nuevo escenario verde puede ser menor que tomando en consideración el escenario base. Sin embargo, a largo plazo (a partir de 2020) la transición hacia un modelo de economía verde superará al escenario base (BAU) tanto en indicadores tradicionales (crecimiento del PIB) como en indicadores más integrales (crecimiento per cápita).

Este informe también permite ver que en sectores clave como la agricultura, la construcción, los bosques y el transporte, una economía verde ofrece más empleos a corto, medio y largo plazo que bajo el escenario base (BAU). En sectores donde el capital ha sido gravemente degradado, como en el caso de las pesquerías, el enverdecimiento exigirá una pérdida en el ingreso y los empleos a corto y medio plazo para así restaurar los acervos naturales; de este modo, lo anterior evitará una pérdida permanente de ingresos y empleos. En estos casos, se necesitarán establecer estrategias de transición para proteger a los trabajadores de los impactos negativos en sus medios de subsistencia.

Aunque el grueso de las inversiones requeridas para la transformación verde provendrá del sector privado, las políticas públicas también desempeñan un papel primordial para superar distorsiones provocadas por subsidios perversos y costos de las externalidades. Además, se requerirá que la inversión pública impulse una transición efectiva hacia una economía verde.

Hay mucho más capital privado disponible que recursos financieros del sector público. Sin embargo, muchos países en vías de desarrollo tienen un acceso limitado al capital privado. Una gran parte de los fondos necesarios para las inversiones verdes a gran escala en los periodos iniciales de la transición hacia una economía verde deben provenir de mecanismos de financiamiento nuevos e innovadores. En este sentido, el nuevo Fondo Verde para el Clima y los nuevos mecanismos REDD+ ofrecen una esperanza significativa para alcanzar el financiamiento requerido. La banca de desarrollo multilateral ha tomado una posición ideal para ofrecer ayuda financiera y permitir que los países que tienen condiciones presupuestales limitadas se embarquen en una trayectoria de desarrollo verde.

Indicaciones para futuras investigaciones

Este informe ha analizado las condiciones necesarias para movilizar las inversiones, y los beneficios potenciales de estas inversiones para enverdecer la economía mundial. Asimismo, ha brindado nuevas perspectivas sobre las relaciones sinérgicas entre el crecimiento económico incluyente y la inversión en tecnología baja en carbono y eficiente en el uso de los recursos.

Inevitablemente, conforme se produce nueva investigación, se encuentran nuevas brechas y límites al conocimiento. Durante el proceso de redacción del presente informe han surgido diversas áreas en las que se requerirá una mayor investigación para ofrecer una orientación más específica para la transformación

hacia una economía verde. Estas áreas incluyen investigaciones para responder las siguientes preguntas, entre otras:

1. ¿Cómo gestionar una transición gradual y justa de la economía verde en el mundo? En este informe, las respuestas a los problemas de la transición se han centrado en esfuerzos en cuanto a la creación de capacidades, la capacitación y educación. Sin embargo, también es importante analizar cómo deberían establecer los países un ritmo apropiado para la transición de una economía mayoritariamente marrón a una verde. Muchos países se enfrentan a la rigidez de infraestructuras y una base industrial desarrolladas bajo un modelo económico marrón. En muchos casos, y debido a esta rigidez, la inercia de cambiar de economía marrón es probable que continúe durante algún tiempo. ¿Cómo debe el cambio hacia una economía verde tomar en cuenta esta inercia?

2. ¿Cómo asegurar que las políticas verdes no serán utilizadas como un pretexto para el proteccionismo en el comercio? Este informe ha identificado el papel positivo que el comercio puede desempeñar para facilitar la transferencia y el desarrollo de tecnologías ambientales entre los países. Asimismo, ha advertido que las políticas de la economía verde no deben usarse como pretexto para el proteccionismo en el comercio. Se requieren de soluciones prácticas para gestionar los conflictos emergentes. En algunos países, podría decirse que 'comprar productos locales' es una política de economía verde, dado que una menor necesidad de transporte podría reducir la huella ecológica. Sin embargo, este tipo de políticas pueden tener un impacto adverso sobre las exportaciones de otros países, incluidos aquellos que necesitan de divisas para importar bienes que son esenciales para reducir la pobreza y mejorar los estándares de vida.

Otro conflicto emergente surge debido a que los países que ofrecen apoyo estatal para los sectores verdes de la economía, como las tecnologías de energía renovable, brindan la oportunidad de competir a las empresas nacionales en la exportación de estas tecnologías. Surge la pregunta: ¿es posible garantizar el comercio justo, a la vez que se reconoce la necesidad de la intervención del estado para poner en marcha la transición hacia una economía verde?

3. ¿Cómo medir el progreso de la transición hacia una economía verde? Los diversos capítulos de este informe han utilizado una amplia gama de indicadores para resaltar:

- El alcance de los retos, por ejemplo, el nivel de emisiones de CO₂ y la cantidad de personas sin acceso a la energía;

- El alcance de las oportunidades, tal como el tamaño del mercado para las tecnologías bajas en carbono y más eficientes en el uso de los recursos;

- Las políticas establecidas, tales como las metas de energía renovable; y,

- Los resultados de las políticas, tales como la tasa de reciclaje alcanzada o la intensidad de materiales y de energía de la producción y el consumo.

A pesar de que cada sector necesita de distintas matrices para medir el progreso hacia el enverdecimiento, desde un ámbito de la economía nacional se requieren de indicadores agregados para orientar la formulación de políticas. Actualmente, la comunidad estadística no ha llegado a un acuerdo ni ha desarrollado completamente estos indicadores agregados. Se necesita de mayor investigación sobre un número limitado de indicadores que puedan medir el progreso que han hecho los países al transformar su estructura económica de marrón a verde, incluyendo indicadores más adecuados para medir la prosperidad económica y la creación de riqueza más allá del PIB.

Hacia una economía verde

Este informe representa el primer paso para identificar cuestiones clave para la transición hacia una economía verde tanto desde una perspectiva nacional como global. En resumen, se ha encontrado que una economía verde valora e invierte en capital natural, puesto que los servicios ambientales están mejor conservados, lo que lleva a mejores redes de seguridad e ingresos para los hogares de las comunidades rurales pobres. Las técnicas agrícolas respetuosas con el medio ambiente mejoran los rendimientos de subsistencia para los agricultores de forma significativa. Las mejoras en el acceso al agua potable y saneamiento, y las innovaciones para la energía fuera de la red eléctrica (electricidad solar, calderas de biomasa, entre otras), se añaden al conjunto de estrategias de economía verde, que también pueden ayudar a aliviar la pobreza.

Una economía verde sustituye los combustibles fósiles por energía limpia y tecnologías bajas en carbono, y afronta así el cambio climático, crea empleos dignos y reduce la dependencia de las importaciones. Las nuevas tecnologías que promueven la eficiencia en el uso de la energía y los recursos ofrecen oportunidades de crecimiento en nuevas direcciones, contrarrestando la pérdida de empleos de la economía marrón. La eficiencia de los recursos tanto en el uso de la energía como de los materiales se vuelve una propuesta para impulsar ya sea una mejor gestión de los residuos, más transporte público, construcciones verdes o un menor desperdicio en la cadena alimentaria.

Las regulaciones, las normas y los objetivos son importantes para guiar hacia esa dirección. No obstante, se debe permitir que los países en vías de desarrollo avancen a su propio ritmo, y respetar sus objetivos de desarrollo, circunstancias y restricciones. Los países desarrollados tienen un papel clave en la construcción de habilidades y capacidades en los países en vías de desarrollo, y en la creación de un mercado internacional y una infraestructura jurídica para una economía verde.

Las condiciones favorables deben ser administradas y financiadas adecuadamente para una transición exitosa hacia una economía verde. Ambos objetivos son sumamente alcanzables. Los subsidios ambiental y socialmente dañinos son una barrera y deben eliminarse gradualmente. Sin embargo, en determinadas circunstancias y en periodos definidos, el uso racional de subsidios puede facilitar la transición hacia una economía verde. Los impuestos y otros instrumentos de mercado pueden utilizarse para estimular la inversión y la innovación necesarias para financiar la transición. El nivel

de financiamiento necesario para la transición a una economía verde es alto, pero se puede movilizar mediante políticas públicas inteligentes y mecanismos de financiamiento innovadores.

Una economía verde puede generar tanto crecimiento y empleo como una economía marrón, y supera a esta última a medio y largo plazo, a la vez que brinda significativamente más beneficios ambientales y sociales. Desde luego, existen muchos riesgos y desafíos a lo largo del camino. Sin embargo, el mayor riesgo de todos es mantener el *statu quo* y no comprometerse con una transición hacia una economía verde.

Transitar hacia una economía verde requerirá que los líderes mundiales, la sociedad civil, y las empresas líderes trabajen en colaboración durante esta transición. Se necesitará de un esfuerzo sostenido de parte de los formuladores de políticas públicas y del electorado para repensar y redefinir las medidas tradicionales de riqueza, prosperidad y bienestar.

