

# informe sobre el desarrollo mundial

# 2010



■ PANORAMA GENERAL,  
VERSIÓN PRELIMINAR

## Desarrollo y cambio climático

1000 1500 2000 2100



BANCO MUNDIAL

+3°

+2°

+1°

informe sobre el desarrollo mundial **2010**

*Desarrollo  
y cambio climático*

*Panorama general, versión preliminar*

*Un nuevo clima para el desarrollo*

**Edición provisional, con posibles cambios finales  
(el informe definitivo está previsto para finales de octubre).**



**BANCO MUNDIAL**  
Washington, DC

©2009 Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial  
1818 H Street NW  
Washington, DC 20433  
Teléfono: 202-473-1000  
Sitio web: [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)  
Correo electrónico: [feedback@worldbank.org](mailto:feedback@worldbank.org)

Reservados todos los derechos.

1 2 3 4 12 11 10 09

Este documento es un resumen del *Informe sobre el desarrollo mundial 2010*, realizado por el personal del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial. Las opiniones, interpretaciones y conclusiones aquí expresadas no son necesariamente reflejo de la opinión del Directorio Ejecutivo de la institución ni de los países representados por éste.

El Banco Mundial no garantiza la exactitud de los datos que figuran en esta publicación. Las fronteras, los colores, las denominaciones y demás datos que aparecen en los mapas de este documento no implican juicio alguno, por parte del Banco Mundial, sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni la aprobación o aceptación de tales fronteras.

#### **Derechos y autorizaciones**

El material contenido en esta publicación está registrado como propiedad intelectual. Su reproducción o transmisión total o parcial sin la debida autorización puede constituir una violación de la ley vigente. El Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial alienta la difusión de sus publicaciones y, normalmente, autorizará su reproducción sin demora.

Los permisos para fotocopiar o reproducir cualquier parte de estos materiales pueden obtenerse enviando una solicitud con toda la información necesaria a Copyright Clearance Center, Inc., 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, EE. UU.; teléfono: 978-750-8400; fax: 978-750-4470; sitio web: [www.copyright.com](http://www.copyright.com).

Cualquier otra consulta sobre derechos y licencias, incluidos derechos subsidiarios, deberá dirigirse a la siguiente dirección: Office of the Publisher, The World Bank, 1818 H Street NW Washington, DC 20433, EE. UU.; fax: 202-522-2422; correo electrónico: [pubrights@worldbank.org](mailto:pubrights@worldbank.org).

Diseño de cubierta: Rock Creek Strategic Marketing

Composición tipográfica: Precision Graphics

# Índice del Informe sobre el desarrollo mundial 2010

Prefacio

Agradecimientos

Mensajes principales

Panorama general

Glosario

## 1 Unión indisoluble entre cambio climático y desarrollo

*Tema especial A: La ciencia del cambio climático*

### Primera Parte

## 2 Reducción de la vulnerabilidad humana: Cómo ayudar a la gente a ayudarse

*Tema especial B: La biodiversidad y los servicios del ecosistema en un clima cambiante*

## 3 Ordenación de la tierra y el agua para alimentar a 9.000 millones de personas y proteger los sistemas naturales

## 4 Impulsar el desarrollo sin atentar contra el clima

### Segunda parte

## 5 Integración del desarrollo en un régimen climático mundial

*Tema especial C: Comercio y cambio climático*

6 Generación del financiamiento necesario para la mitigación y la adaptación

7 Aceleración de la innovación y la difusión de tecnologías

8 Superación de la inercia conductual e institucional

Nota bibliográfica

Glosario

Indicadores

Índice alfabético

# Prefacio

El cambio climático es uno de los desafíos más complejos de comienzos de nuestro siglo. Ningún país está inmune. Ningún país puede, por sí solo, afrontar los desafíos interconectados que plantea el cambio climático, entre los que se incluyen decisiones políticas controvertidas, un cambio tecnológico impresionante y consecuencias mundiales de gran alcance.

A medida que se calienta el planeta, cambian las pautas de las precipitaciones y se multiplican los episodios extremos, como sequías, inundaciones e incendios forestales. Millones de personas de las zonas costeras densamente pobladas y de los países insulares perderán sus hogares a medida que se eleve el nivel del mar. La población pobre de África, Asia y otros lugares se enfrenta con la perspectiva de pérdidas de cosechas de consecuencias trágicas, descenso de la productividad agrícola, y aumento del hambre, la malnutrición y las enfermedades.

El Grupo del Banco Mundial, en cuanto institución multilateral cuya misión es un desarrollo integrador y sostenible, tiene la obligación de tratar de explicar algunas de esas interconexiones entre distintas disciplinas: economía del desarrollo, ciencia, energía, ecología, tecnología, finanzas, y sistemas de gobierno y regímenes internacionales eficaces. El Grupo del Banco Mundial, con sus 186 miembros, debe hacer frente cada día al desafío de intensificar la cooperación entre Estados muy heterogéneos, el sector privado y la sociedad civil para alcanzar el bien común. Esta 32.<sup>a</sup> edición del *Informe sobre el desarrollo mundial* trata de aplicar esa experiencia, junto con la investigación, para promover los conocimientos sobre el *desarrollo y cambio climático*.

Los países en desarrollo soportarán la carga principal de los efectos del cambio climático, al mismo tiempo que se esfuerzan por superar la pobreza y promover el crecimiento económico. Para estos países, el cambio climático representa la amenaza de multiplicar sus vulnerabilidades, erosionar los progresos conseguidos con tanto esfuerzo y perjudicar gravemente las perspectivas de desarrollo. Resultará todavía más difícil alcanzar los objetivos de desarrollo del milenio, y garantizar un futuro seguro y sostenible después de 2015. Al mismo tiempo, muchos países en desarrollo temen los límites que puedan imponerse a su llamamiento decisivo en favor del desarrollo de la energía o las nuevas normas que puedan impedirles atender sus muchas necesidades, desde la infraestructura hasta el espíritu empresarial.

Para hacer frente al desafío inmenso y multidimensional del cambio climático se necesita un alto grado de creatividad y cooperación. Un mundo con un “enfoque climático inteligente” es posible en nuestro tiempo, pero, como se mantiene en el informe, para lograr esa transformación debemos actuar ahora, de común acuerdo y de manera diferente.

Debemos actuar ahora, porque lo que hagamos hoy determinará el clima de mañana y las opciones que configurarán nuestro futuro. Hoy emitimos gases de efecto invernadero que retienen el calor en la atmósfera durante decenios, e incluso siglos. Construimos centrales eléctricas, presas, casas, sistemas de transporte y ciudades que durarán, probablemente, 50 años o más. Las tecnologías innovadoras y las variedades de cultivos que experimentamos hoy pueden conseguir fuentes de energía y de alimentos para atender las necesidades de 3.000 millones más de personas para 2050.

Debemos actuar de común acuerdo, porque el cambio climático es una crisis de los bienes comunes. El problema del cambio climático no puede resolverse si los países no cooperan a escala mundial para mejorar la eficiencia energética, desarrollar y desplegar tecnologías limpias, y ampliar los sumideros naturales que permitan absorber gases y proteger el medio ambiente. Debemos proteger la vida humana y los recursos ecológicos. Debemos actuar de común acuerdo y de un modo diferenciado y equitativo. Los países desarrollados han producido la mayoría de las emisiones del pasado y tienen un alto nivel de emisiones per cápita. Estos países deberían marcar

la pauta reduciendo significativamente su huella de carbono y estimulando las investigaciones sobre alternativas verdes. No obstante, la mayoría de las emisiones futuras se generarán en el mundo en desarrollo. Estos países necesitarán fondos suficientes y transferencia de tecnología para poder emprender una trayectoria con bajos niveles de carbono, sin poner en peligro sus perspectivas de desarrollo. También necesitan ayuda para adaptarse a los inevitables cambios del clima.

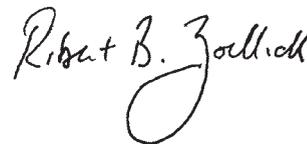
Debemos actuar de manera diferente, pues no podemos prepararnos para el futuro tomando como base el clima del pasado. Las necesidades climáticas del mañana nos obligarán a construir una infraestructura que pueda resistir a las nuevas condiciones y sustentar a un número mayor de personas, utilizar los limitados recursos de tierras y aguas para suministrar alimentos suficientes y biomasa para combustible al mismo tiempo que se conservan los ecosistemas, y remodelar los sistemas mundiales de energía. Para ello se necesitarán medidas de adaptación basadas en las nuevas informaciones sobre las pautas cambiantes de las temperaturas, las precipitaciones y las especies. Cambios de esta magnitud requerirán un cuantioso financiamiento adicional para la adaptación y la mitigación, y para intensificar estratégicamente las investigaciones con el fin de proyectar en mayor escala los planteamientos prometedores y explorar nuevas ideas audaces.

Necesitamos un nuevo impulso. Es fundamental que, en diciembre, en Copenhague, los países lleguen a un acuerdo sobre el clima que compagine las necesidades del desarrollo con las iniciativas sobre el clima.

El Grupo del Banco Mundial ha elaborado varias iniciativas de financiamiento para ayudar a los países a hacer frente al cambio climático, como se esboza en nuestro Marco Estratégico sobre Desarrollo y Cambio Climático. Entre ellas se incluyen nuestros fondos y servicios sobre el carbono, que continúan creciendo en paralelo con el crecimiento considerable de la eficiencia energética y la nueva energía renovable. Estamos tratando de adquirir experiencia práctica sobre la forma en que los países en desarrollo pueden aprovechar y respaldar un régimen del cambio climático: desde mecanismos viables que brinden incentivos para evitar la deforestación hasta los modelos de crecimiento con bajos niveles de carbono y las iniciativas que combinan la adaptación y la mitigación. Con estos medios respaldamos el proceso de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y prestamos apoyo a los países que conciben nuevos incentivos y desincentivos internacionales.

Se necesita mucho más. De cara al futuro, el Grupo del Banco está revisando nuestras estrategias de energía y medio ambiente, y ayudando a los países a reforzar sus prácticas de gestión de riesgos y a ampliar sus redes de seguridad para hacer frente a los riesgos que no se pueden mitigar por completo.

El *Informe sobre el desarrollo mundial 2010* es un llamamiento a la acción en el frente del clima. Si actuamos ahora, de común acuerdo y de manera diferente, existen oportunidades reales de configurar el futuro del clima de manera que sea posible una globalización integradora y sostenible.



Robert B. Zoellick  
Presidente  
Grupo del Banco Mundial

# Agradecimientos

Este informe fue elaborado por un equipo básico dirigido por Rosina Bierbaum y Marianne Fay e integrado por Julia Bucknall, Samuel Fankhauser, Ricardo Fuentes, Kirk Hamilton, Andreas Kopp, Andrea Liverani, Alexander Lotsch, Ian Noble, Jean-Louis Racine, Mark Rosegrant, Xiaodong Wang, Xueman Wang y Michael Ian Westphal. Se recibieron importantes contribuciones de Arun Agrawal, Philippe Ambrosi, Elliot Diringer, Calestous Juma, Jean-Charles Hourcade, Kseniya Lvovsky, Muthukumara Mani, Alan Miller y Michael Toman. El equipo contó con la colaboración de Rachel Block, Doina Cebotari, Nicola Cenacchi, Sandy Chang, Nate Engle, Hilary Gopnik y Hrishikesh Patel. Lidvard Gronnevet y Jon Strand realizaron contribuciones adicionales.

Bruce Ross-Larson fue el editor principal. Los mapas han sido confeccionados por la Unidad de Diseño Cartográfico del Banco Mundial bajo la dirección de Jeff Lecksell. La Oficina del Editor brindó servicios de edición, diseño, composición tipográfica e impresión bajo la supervisión de Mary Fisk, Stephen McGroarty y Andrés Meneses.

El *Informe sobre el desarrollo mundial 2010* contó con el copatrocinio de la Vicepresidencia de Economía del Desarrollo y la Red de Desarrollo Sostenible. El trabajo se realizó bajo la dirección general de Justin Yifu Lin, de la Vicepresidencia de Economía del Desarrollo, y Katherine Sierra, de la Red de Desarrollo Sostenible. Warren Evans y Alan H. Gelb también proporcionaron valiosas orientaciones. Un panel de asesores integrado por Neil Adger, Zhou Dadi, Rashid Hassan, Geoffrey Heal, John Holdren (hasta diciembre de 2008), Jean-Charles Hourcade, Saleemul Huq, Calestous Juma, Nebojša Nakićenović, Carlos Nobre, John Schellnhuber, Robert Watson y John Weyant proporcionó amplio y valioso asesoramiento en todas las etapas del informe.

El presidente del Banco Mundial, Robert B. Zoellick, aportó comentarios y brindó orientación.

Muchas otras personas, tanto del Banco como ajenas a la institución, aportaron comentarios valiosos. El Grupo de gestión de datos sobre el desarrollo efectuó aportes al anexo y tuvo a su cargo la elaboración de los indicadores seleccionados del desarrollo mundial.

El equipo sacó gran provecho de las amplias consultas realizadas. Se celebraron reuniones y talleres regionales de carácter presencial o por videoconferencia (a través de la Red mundial de educación sobre el desarrollo) en Alemania, Argentina, Bangladesh, Bélgica, Benin, Botswana, Burkina Faso, China, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Dinamarca, Emiratos Árabes Unidos, Etiopía, Filipinas, Finlandia, Francia, Ghana, India, Indonesia, Kenya, Kuwait, México, Mozambique, Nicaragua, Noruega, Países Bajos, Perú, Polonia, Reino Unido, República Dominicana, Senegal, Sudáfrica, Suecia, Tailandia, Tanzania, Togo, Túnez y Uganda. El equipo quiere agradecer a los participantes de esos talleres y videoconferencias, en los que intervinieron miembros del sector académico, investigadores de políticas, funcionarios públicos y personal de organizaciones no gubernamentales, de la sociedad civil y el sector privado.

Por último, también desea expresar su agradecimiento por el generoso apoyo recibido del Gobierno de Noruega, el Departamento del Desarrollo Internacional del Reino Unido, el Gobierno de Dinamarca, el Gobierno de Alemania a través del Organismo Alemán para la Cooperación Técnica, el Gobierno de Suecia a través del Programa sueco sobre biodiversidad internacional del Centro de Biodiversidad, el Fondo fiduciario para el desarrollo ambiental y socialmente sostenible, el fondo fiduciario programático de varios donantes y el programa Conocimientos para el Cambio.

Rebecca Sugui fue la asistente ejecutiva del equipo, mientras que Sonia Joseph y Jason Victor se desempeñaron como ayudantes de programas, y Bertha Medina, como auxiliar del equipo. Evangeline Santo Domingo cumplió la función de auxiliar de la gestión de recursos.

# *Conclusiones principales:*

## *Informe sobre el desarrollo mundial 2010*

**La reducción de la pobreza y el desarrollo sostenible siguen siendo una prioridad fundamental en el plano internacional.** Una cuarta parte de la población de los países en desarrollo continúa viviendo con menos de US\$1,25 al día. Unos 1.000 millones de personas carecen de agua potable; 1.600 millones, de electricidad, y 3.000 millones, de servicios de saneamiento adecuados. La cuarta parte de todos los niños de países en desarrollo están malnutridos. Hacer frente a estas necesidades debe seguir siendo la prioridad tanto para los países en desarrollo como para las entidades que prestan ayuda para el desarrollo, en vista de que el progreso se volverá más arduo, y no más fácil, debido al cambio climático.

**No obstante, se debe encarar el cambio climático con urgencia.** El cambio climático amenaza al mundo entero, pero los países en desarrollo son los más vulnerables. Según las estimaciones, soportarán aproximadamente entre el 75% y el 80% del costo de los daños provocados por la variación del clima. Incluso un calentamiento de 2°C por encima de las temperaturas preindustriales —probablemente lo mínimo que padecerá el planeta— podría generar en África y Asia meridional una reducción permanente del producto interno bruto (PIB) de entre el 4% y el 5%. La mayor parte de los países en desarrollo carecen de la capacidad financiera y técnica suficiente para manejar el creciente riesgo climático. Asimismo, dependen en forma más directa de recursos naturales sensibles al clima para generar sus ingresos y su bienestar. Además, la mayoría se ubica en regiones tropicales y subtropicales ya sujetas a un clima sumamente variable.

**Es improbable que el crecimiento económico por sí solo sea lo suficientemente rápido o equitativo para contrarrestar las amenazas derivadas del cambio climático, en particular si continúa el elevado nivel de intensidad del carbono y se acelera el calentamiento mundial.** En consecuencia, la política climática no puede presentarse como una opción entre crecimiento y cambio climático. De hecho, las políticas climáticas inteligentes son las que propician el desarrollo, reducen la vulnerabilidad y permiten financiar la transición hacia caminos con niveles más bajos de emisión de carbono.

**Es posible lograr un mundo donde se aborde con inteligencia el cambio climático si actuamos ahora, actuamos de común acuerdo y actuamos de manera diferente a como lo hemos hecho en el pasado:**

- **Actuar ahora** es esencial; de lo contrario, las opciones desaparecen y los costos se incrementan a medida que el mundo avanza por senderos de niveles elevados de emisión de carbono y trayectorias de calentamiento en gran medida irreversibles. El cambio climático ya pone en peligro los esfuerzos por mejorar los niveles de vida de la población y alcanzar los objetivos de desarrollo del milenio. Para no apartarse de los 2°C por encima de los niveles preindustriales —probablemente el mejor resultado que se puede lograr— se necesita una verdadera revolución en el sector de la energía, esto es, la difusión inmediata de las tecnologías con bajos niveles de emisión de carbono ya disponibles y la eficiencia energética, acompañadas de cuantiosas inversiones en la próxima generación de tecnologías, sin las cuales no se puede lograr el crecimiento con bajos niveles de emisión de carbono. También se deben adoptar acciones inmediatas para hacer frente al cambio climático, minimizar los costos que representa hoy en día para las personas, la infraestructura y los ecosistemas, y prepararse para los cambios de mayor magnitud que se avecinan.

- **Actuar de común acuerdo** es fundamental para evitar que aumenten los costos y encarar con eficacia tanto a la adaptación como la mitigación. El proceso debe comenzar por los países de ingreso alto, quienes deben tomar medidas enérgicas para reducir sus propias emisiones. Esto liberaría un poco de “espacio de contaminación” para los países en desarrollo y, lo que es más importante, estimularía la innovación y la demanda de nuevas tecnologías, que podrían así difundirse rápidamente. También ayudaría a crear un mercado del carbono suficientemente amplio y estable. Estos efectos son fundamentales para que los países en desarrollo se encaminen hacia una trayectoria de niveles más bajos de emisión de carbono y logren a la vez rápido acceso a los servicios energéticos que necesitan para desarrollarse, si bien esto deberá complementarse con apoyo financiero. Pero actuar juntos es también esencial para lograr el avance del desarrollo en un entorno más hostil: los crecientes riesgos climáticos excederán la capacidad de las comunidades para adaptarse. Será imprescindible contar con apoyo nacional e internacional para proteger a los más vulnerables a través de programas de asistencia, desarrollar mecanismos internacionales de distribución de riesgos y promover el intercambio de conocimientos, tecnología e información.
- **Actuar de manera diferente** es condición necesaria para abrir paso a un futuro sostenible en un mundo cambiante. En las próximas décadas, se deben transformar los sistemas energéticos de todo el mundo a fin de que las emisiones mundiales disminuyan entre un 50% y un 80%. Las obras de infraestructura se deben construir de modo que soporten nuevas condiciones extremas. Para alimentar a 3.000 millones de personas más sin someter a peligros mayores a los ecosistemas ya alterados, deben incrementarse la productividad agrícola y la eficiencia en el uso del agua. Sólo mediante una planificación flexible y una gestión integrada de largo plazo y en gran escala se podrá satisfacer la mayor demanda de recursos naturales para la producción de alimentos, bioenergía, energía hidroeléctrica y servicios de los ecosistemas, a la vez que se conserva la diversidad biológica y se mantienen las reservas de carbono presentes en la tierra y los bosques. Las estrategias económicas y sociales sólidas serán las que tengan en cuenta la creciente incertidumbre y posibiliten la adaptación a una variedad de situaciones climáticas futuras y no sólo lidien “perfectamente” con el clima del pasado. Las políticas eficaces requerirán una evaluación conjunta de las medidas que procuran el desarrollo, la adaptación y la mitigación, puesto que todas ellas recurren al mismo conjunto limitado de recursos (humanos, financieros y naturales).

**Se necesita un acuerdo mundial sobre el clima que sea equitativo y eficaz.** Dicho acuerdo debe reconocer las diversas necesidades y limitaciones de los países en desarrollo, ayudarlos con el financiamiento y la tecnología necesarios para hacer frente a las nuevas dificultades que debe superar el progreso, garantizar que no queden confinados a una proporción siempre escasa de los bienes comunes y establecer mecanismos que permitan disolver la conexión entre el lugar donde se ponen en práctica medidas de mitigación y quien paga por ellas. La mayor parte del aumento de las emisiones se producirá en las naciones en desarrollo, cuya huella de carbono es en la actualidad desproporcionadamente baja y cuyas economías deben crecer con rapidez a fin de reducir la pobreza. Los países de ingreso alto deben brindar asistencia financiera y técnica tanto para la adaptación como para lograr un crecimiento con bajos niveles de emisión de carbono en los países en desarrollo. El financiamiento que se destina hoy en día a la adaptación y la mitigación representa menos del 5% de lo que posiblemente se necesite por año hacia 2030, pero este déficit se puede cubrir mediante mecanismos de financiamiento innovadores.

**El éxito depende de que se logre un cambio en los comportamientos y en la opinión pública.** Los individuos, en tanto ciudadanos y consumidores, determinarán el futuro del planeta. Si bien un creciente número de personas sabe sobre el cambio climático y cree necesario adoptar medidas, son muy pocos los que lo consideran una prioridad y demasiados los que no actúan cuando la oportunidad se presenta. En consecuencia, el mayor desafío reside en modificar comportamientos e instituciones, en particular en los países de ingreso alto. Es necesario introducir cambios en las políticas públicas (locales, regionales, nacionales e internacionales) para facilitar y hacer más atractiva la acción de empresas y ciudadanos.

**Capítulo 1:** El cambio climático pone en peligro el logro de los objetivos de desarrollo, puesto que sus impactos más severos se sienten en los países y los sectores pobres. El cambio climático no puede controlarse a menos que el crecimiento de países tanto ricos como pobres genere niveles más bajos de emisión de gases de efecto invernadero. Debemos actuar ahora: las decisiones de los países en materia de desarrollo confinan al mundo a un determinado nivel de intensidad de carbono y determinan el futuro calentamiento. Si la situación no se modifica, podrían producirse incrementos de temperatura de 5°C o más durante este siglo. Y debemos actuar juntos: si se pospone la mitigación en los países en desarrollo, los costos podrían duplicarse, y es probable que así suceda, a menos que se movilicen sumas significativas de financiamiento. Pero si actuamos ahora y actuamos juntos, los costos incrementales de mantener el calentamiento cercano a los 2°C serán pequeños y podrán justificarse en vista de los peligros que probablemente entrañe un cambio climático mayor.

**Capítulo 2:** Es inevitable que el cambio climático continúe. Afectará a las personas tanto en el aspecto físico como económico, en particular en los países pobres. La adaptación requiere decisiones energéticas: una planificación de largo plazo y el análisis de un amplio espectro de situaciones climáticas y socioeconómicas posibles. Los países pueden reducir los riesgos físicos y financieros asociados con condiciones meteorológicas variables y extremas. También pueden proteger a los más vulnerables. Se deberán ampliar ciertas prácticas establecidas (como los seguros y la protección social) y otras deberán modificarse (como la planificación urbana y de la infraestructura). Estas medidas de adaptación generarían beneficios aun en ausencia del cambio climático. Están surgiendo iniciativas prometedoras, pero para aplicarlas en la escala necesaria se necesitará dinero, esfuerzo, ingenio e información.

**Capítulo 3:** El cambio climático hará más difícil producir alimentos suficientes para la creciente población mundial; asimismo, alterará los tiempos, la disponibilidad y la calidad de los recursos hídricos. A fin de no avanzar sobre los ecosistemas ya alterados, las sociedades deberán prácticamente duplicar la tasa actual de crecimiento de la productividad agrícola y a la vez minimizar el daño ambiental conexo. Para esto, se requieren esfuerzos específicos destinados a aplicar prácticas conocidas pero dejadas de lado, identificar variedades de cultivo capaces de soportar crisis climáticas, diversificar los medios de subsistencia de la población rural, mejorar el manejo de los bosques y los recursos pesqueros, e invertir en sistemas de información. Los países deberán cooperar para manejar los recursos hídricos compartidos y mejorar el comercio de alimentos. Es importante aplicar políticas básicas adecuadas, pero también están surgiendo nuevas tecnologías y prácticas. Los incentivos financieros serán de ayuda. Algunos países están reorientando sus subvenciones a la agricultura para respaldar medidas ambientales. Por otro lado, los futuros créditos por el carbono almacenado en los árboles y en la tierra podrían contribuir a los objetivos de reducción de emisiones y de conservación.

**Capítulo 4:** Para resolver el problema del cambio climático se requiere la acción inmediata en todos los países y una transformación esencial en los sistemas energéticos, esto es, una significativa mejora en la eficiencia energética, un cambio decidido hacia la energía renovable y posiblemente hacia la energía nuclear, y el uso generalizado de tecnologías avanzadas para capturar y almacenar las emisiones de carbono. Los países desarrollados deben ponerse a la cabeza de estos esfuerzos y reducir abruptamente sus propias emisiones (en hasta un 80% para 2050), poner en el mercado nuevas tecnologías y ayudar a financiar la transición de los países en desarrollo hacia caminos de energía limpia. Pero actuar ahora también redundará en beneficio de los países en desarrollo, puesto que así evitarán atarse a una infraestructura con altos niveles de emisión de carbono. Muchos cambios, como la eliminación de señales que distorsionan los precios y el incremento de la eficiencia energética, son beneficiosos tanto para el desarrollo como para el medio ambiente.

**Capítulo 5:** Un problema mundial de la magnitud del cambio climático exige la coordinación internacional. Sin embargo, para poner en marcha una solución se deben adoptar medidas dentro de los países. En consecuencia, un esquema internacional que aborde con eficacia el cambio climático debe integrar las inquietudes relacionadas con el desarrollo y romper la dicotomía entre medio ambiente y equidad. Un modo de avanzar en este terreno puede ser la elaboración de un marco de múltiples vías para la acción en materia de cambio climático, con objetivos o políticas diferentes para los países desarrollados y en desarrollo. En este marco se debería analizar el proceso para definir y medir el éxito. El esquema internacional referido al cambio climático también deberá respaldar la integración de la adaptación en el desarrollo.

**Capítulo 6:** El financiamiento de las medidas contra el cambio climático constituye un medio para reconciliar la equidad con la eficacia y la eficiencia en medidas destinadas a reducir las emisiones y lograr la adaptación al cambio climático. Pero los niveles actuales de financiamiento son considerablemente menores que las necesidades: el financiamiento total para la esfera del cambio climático en los países en desarrollo alcanza hoy en día los US\$10.000 millones al año, mientras que, según las proyecciones, para 2030 se requerirán US\$75.000 millones anuales para la adaptación y US\$400.000 millones anuales para actividades de mitigación. Para salvar este déficit se deben reformar los mercados del carbono existentes y aprovechar nuevas fuentes, incluidos los impuestos al carbono. Al fijarse un precio para el carbono, se transformará el financiamiento de las medidas contra el cambio climático en el ámbito nacional, pero se necesitarán transferencias financieras internacionales y comercio de derechos de emisión para no impedir el crecimiento y la reducción de la pobreza de los países en desarrollo en un mundo con restricciones a la emisión de carbono.

**Capítulo 7:** Para alcanzar los objetivos relativos al cambio climático y al desarrollo, es necesario ampliar significativamente los esfuerzos internacionales de modo de difundir las tecnologías existentes y desarrollar y divulgar otras nuevas. La inversión pública y privada (que en la actualidad alcanza valores equivalentes a decenas de miles de millones de dólares al año) debe incrementarse marcadamente hasta llegar a los cientos de miles de millones de dólares anuales. Las políticas de impulso tecnológico basadas en el incremento de la inversión pública en investigación y desarrollo no serán suficientes. Deben complementarse con políticas de estímulo del mercado que creen incentivos para que los sectores público y privado generen emprendimientos y colaboración y busquen soluciones innovadoras en sitios impensados. Difundir las tecnologías climáticas inteligentes implica mucho más que enviar a los países en desarrollo equipos listos para usar: requiere desarrollar capacidad de absorción y mejorar la habilidad de los sectores público y privado para identificar, adoptar, adaptar, mejorar y utilizar las tecnologías más adecuadas.

**Capítulo 8:** Si se pretende lograr resultados en el tema del cambio climático, es preciso ir más allá de la movilización de financiamiento y tecnología en el plano internacional y abordar las barreras psicológicas, políticas y de organización que obstaculizan la acción en este ámbito. Estas barreras derivan del modo en que las personas perciben el problema climático y piensan acerca de él, de la manera en que funcionan las burocracias y de los intereses que configuran la acción gubernamental. Para cambiar las políticas es preciso modificar los incentivos políticos e incluso las responsabilidades en las organizaciones. Y se necesita promover activamente las políticas sobre el clima, aprovechando las normas y los comportamientos sociales a fin de traducir la preocupación del público en comprensión del problema y esta comprensión en acción, empezando por el propio hogar.



## Panorama general

# Un nuevo clima para el desarrollo

En estos 30 últimos años, la proporción de la población en situación de pobreza extrema ha bajado de la mitad a una cuarta parte<sup>1</sup>. Ahora, es mucho menor la proporción de niños malnutridos y con riesgo de muerte prematura. El acceso a la infraestructura moderna está mucho más generalizado. Un factor decisivo para el progreso ha sido el rápido crecimiento económico impulsado por la innovación tecnológica y la reforma institucional, en particular en los países de ingreso mediano de nuestros días, donde los ingresos per cápita se han duplicado. No obstante, las necesidades continúan siendo enormes, y, por primera vez en la historia, este año se ha superado el umbral de los 1.000 millones de personas hambrientas<sup>2</sup>. Cuando son todavía tantos los que viven en la pobreza y sufren hambre, el crecimiento y la mitigación de la pobreza continúan siendo la prioridad dominante para los países en desarrollo.

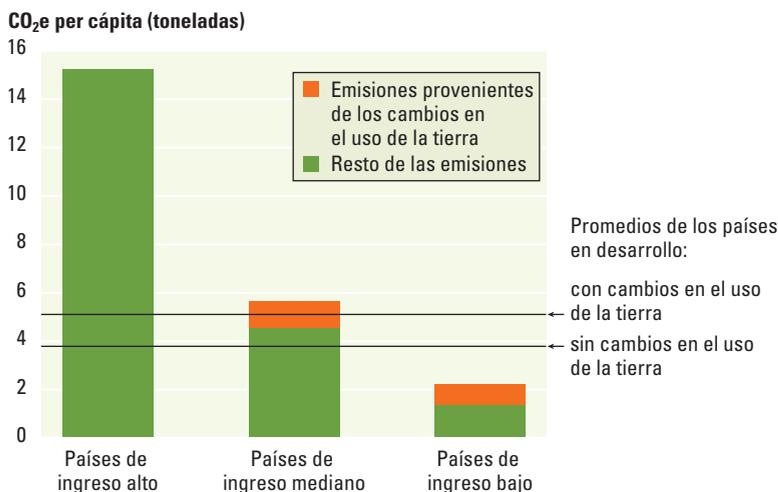
El cambio climático complica todavía más este desafío. En primer lugar, sus efectos son ya visibles: más sequías, más inundaciones, tormentas más fuertes y más olas de calor, que someten a duras pruebas a las personas, las empresas y los gobiernos, y reducen los recursos disponibles para el desarrollo. En segundo lugar, un cambio climático continuado, con el ritmo actual, planteará desafíos cada vez más graves para el desarrollo. A finales del siglo, podría llevar a un calentamiento de 5°C o más con respecto a la era preindustrial y a un mundo muy distinto, con más episodios atmosféricos extremos, un número mucho menor de especies y naciones insulares enteras sumergidas. Es probable que, aunque hagamos todo lo que está de nuestra parte, no podamos evitar que las temperaturas sean al menos 2°C superiores a las de la era preindustrial, y

este calentamiento requerirá considerables esfuerzos de adaptación.

Los países de ingreso alto pueden y deben reducir su huella de carbono. No pueden continuar acaparando una parte desproporcionada e insostenible de los bienes comunes atmosféricos. Pero los países en desarrollo —cuyas emisiones medias per cápita son un tercio de las de los países de ingreso alto (Gráfico 1)— necesitan expansiones masivas de la energía, el transporte, los sistemas urbanos y la producción agrícola. Estas ampliaciones imprescindibles, si se llevan a cabo con las tecnologías e intensidades de carbono tradicionales, producirán más gases de efecto invernadero, y por lo tanto más cambio climático. El interrogante que se plantea no es simplemente cómo conseguir un desarrollo con mayor capacidad de resistencia al cambio climático, sino cómo impulsar el crecimiento y la prosperidad sin provocar un cambio climático “peligroso”<sup>3</sup>.

La política sobre el cambio climático no es un simple dilema entre un mundo con un nivel alto o un nivel bajo de crecimiento y de carbono, en cuyo caso se trataría simplemente de elegir entre crecer o conservar el planeta. Son muchas las ineficiencias que motivan la elevada intensidad de carbono actual<sup>4</sup>. Por ejemplo, las actuales tecnologías y prácticas recomendables podrían reducir el consumo de energía en el sector de la industria y la electricidad entre un 20% y un 30%, con lo que se reduciría la huella de carbono sin necesidad de sacrificar el crecimiento<sup>5</sup>. Muchas medidas de mitigación —es decir, cambios para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero— tienen importantes beneficios colaterales en la salud pública, la seguridad energética, la sostenibilidad ambiental y los ahorros financieros. En África, por ejemplo, las

**Gráfico 1 Huellas de carbono desiguales: Emisiones per cápita en países de ingreso bajo, mediano y alto (2005)**



Fuentes: Banco Mundial, 2008c; WRI, 2008 complementado con los datos sobre emisiones provenientes de los cambios en el uso de la tierra de Houghton, 2009.

Nota: Las emisiones de gases de efecto invernadero corresponden a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y gases con alto potencial de contribuir al calentamiento mundial (gases fluorados). Para poder sumarlas, las emisiones se expresan en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e), que miden las cantidades de cualquier gas comparándolas con la cantidad de CO<sub>2</sub> que produciría el mismo calentamiento. Los promedios per cápita de los países de ingreso bajo y mediano se calculan con y sin emisiones provenientes de los cambios en el uso de la tierra. En 2005, las emisiones provenientes de los cambios en el uso de la tierra en los países de ingreso alto fueron insignificantes.

oportunidades de mitigación están vinculadas con una ordenación más sostenible de las tierras y los bosques, con el uso y desarrollo de la energía limpia (por ejemplo, geotérmica o hidroeléctrica) y con la creación de sistemas de transporte urbano sostenibles. Por ello, el programa de mitigación en África será probablemente compatible con un mayor desarrollo<sup>6</sup>. De igual manera lo es en América Latina<sup>7</sup>.

En el pasado ha habido una fuerte relación entre mayores niveles de riqueza y prosperidad y mayor producción de gases de efecto invernadero, pero esta relación no es inevitable. No puede decirse lo mismo de algunos modelos de consumo y producción. Aun cuando se excluyan los países productores de petróleo, las emisiones per cápita en algunos países de ingreso alto son cuatro veces mayores que en otros, ya que van desde 7 t de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e)<sup>8</sup> per cápita en Suiza hasta 27 en Australia y Luxemburgo<sup>9</sup>.

La dependencia de los combustibles fósiles no puede calificarse de inevitable, dados los pocos esfuerzos realizados para encontrar soluciones alternativas. Mientras que las subvenciones mundiales a los productos del petróleo ascienden a unos US\$150.000 millones anuales, el gasto público en investigación, desarrollo y despliegue (IDD) de la energía se ha mantenido en torno a los US\$10.000 millones durante decenios, con excepción de una breve

subida durante la crisis del petróleo. Ello representa el 4% del total de la IDD pública. El gasto privado en IDD en energía, situado entre US\$40.000 millones y US\$60.000 millones anuales, representa el 0,5% de los ingresos privados, es decir, una mínima parte de lo que invierten en IDD algunos sectores innovadores, como el de las telecomunicaciones (8%) o el de los productos farmacéuticos (15%)<sup>10</sup>.

Para llegar a un mundo con bajo nivel de carbono gracias a la innovación tecnológica y a las correspondientes reformas institucionales, hay que comenzar con una intervención inmediata y agresiva por parte de los países de ingreso alto con el fin de reducir su huella de carbono insostenible. De esa manera se libraría espacio en los bienes comunes atmosféricos (Gráfico 2). En particular, un compromiso creíble por parte de los países de ingreso alto de reducir drásticamente sus emisiones estimularía la IDD necesaria de nuevas tecnologías y procesos relacionados con la energía, el transporte, la industria y la agricultura. Y una demanda considerable y previsible de tecnologías alternativas reducirá su precio y ayudará a hacerlas competitivas con los combustibles fósiles. Sólo con nuevas tecnologías y precios competitivos podrá frenarse el cambio climático sin renunciar al crecimiento.

Los países en desarrollo tienen la posibilidad de adoptar trayectorias con un nivel más bajo de carbono sin poner en peligro el desarrollo, pero la situación varía según los países y dependerá del grado de asistencia financiera y técnica recibida de los países de ingreso alto. Esta asistencia sería equitativa (y en consonancia con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992, o CMNUCC): los países de ingreso alto, con una sexta parte de la población mundial, producen casi dos tercios de los gases de efecto invernadero existentes en la atmósfera (véase el Gráfico 3). Sería también eficiente: los ahorros conseguidos con la ayuda destinada a financiar actividades tempranas de mitigación en los países en desarrollo —por ejemplo, mediante la construcción de infraestructuras y viviendas en los próximos decenios— son tan considerables que representan beneficios económicos claros para todos<sup>11</sup>. No obstante, el diseño, por no hablar de la aplicación, de un acuerdo internacional que implique transferencias de recursos considerables, estables y previsibles no es una tarea fácil.

Los países en desarrollo, en particular los más pobres y más vulnerables, necesitarán también ayuda para adaptarse al cambio climático. Soportan ya los episodios atmosféricos más

extremos (véase el Capítulo 2). E incluso un calentamiento adicional relativamente modesto supondrá grandes ajustes en el diseño y ejecución de la política de desarrollo, en las formas de vivir y ganarse la vida y en los peligros y las oportunidades que se deben tener en cuenta.

La actual crisis financiera no puede servir de excusa para relegar el cambio climático a un segundo plano. En promedio, una crisis financiera dura menos de dos años y provoca una pérdida del 3% del producto interno bruto (PIB), que posteriormente se compensa con un crecimiento de más del 20% durante ocho años de recuperación y prosperidad<sup>12</sup>. A pesar de todo el daño que puedan causar, las crisis financieras son pasajeras. No ocurre así con la creciente amenaza del cambio climático. ¿Por qué?

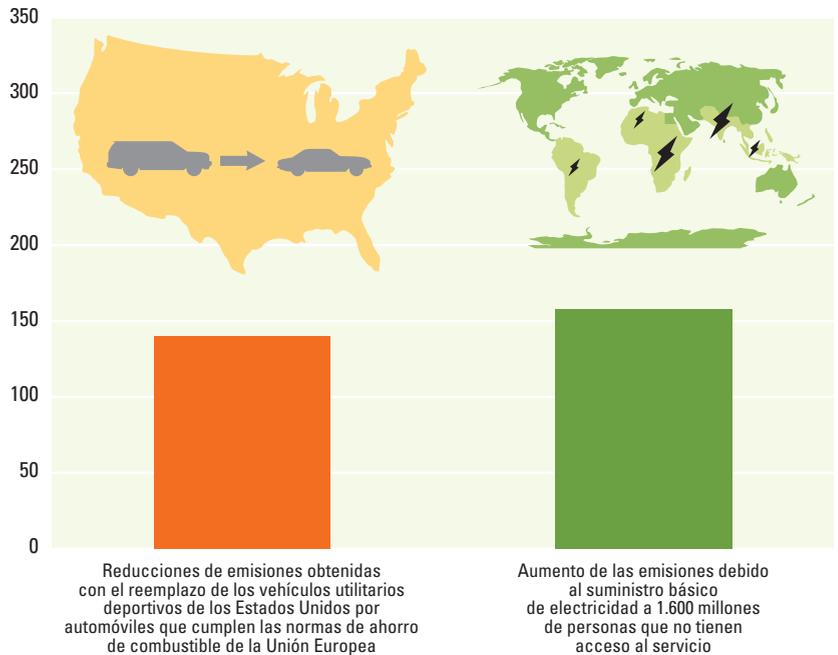
Porque el tiempo no juega a nuestro favor. Los impactos de los gases de efecto invernadero depositados en la atmósfera durarán decenios, e incluso milenios<sup>13</sup>, lo que hace muy difícil el regreso a un nivel “seguro”. Esta inercia del sistema climático limita gravemente la posibilidad de compensar los modestos esfuerzos actuales con una mitigación acelerada en el futuro<sup>14</sup>. Los retrasos aumentan también los costos debido a que los efectos se intensifican, y las opciones baratas de mitigación desaparecen a medida que las economías se ven condenadas a una infraestructura y a estilos de vida con altos niveles de carbono, es decir, aun más inercia.

Se necesita una intervención inmediata para mantener el calentamiento lo más próximo posible a los 2°C. No es que ese nivel de calentamiento sea deseable, pero es probablemente lo más que podemos hacer. Entre los economistas no hay consenso en que ésta sea la solución económica óptima. No obstante, en círculos oficiales y científicos hay cada vez más acuerdo en que la opción más responsable en estos momentos es un calentamiento de 2°C<sup>15</sup>. En este informe se ratifica esa posición. Desde la perspectiva del desarrollo, un calentamiento muy superior a los 2°C es sencillamente inaceptable. Por otro lado, para mantener el objetivo de los 2°C se necesitarán grandes cambios en los estilos de vida, una verdadera revolución en el sector de la energía y una transformación en la forma en que gestionamos las tierras y bosques. Se necesitaría también una adaptación considerable. Para hacer frente al cambio climático se necesitará toda la capacidad de innovación e inventiva de que el hombre es capaz.

Inercia, equidad e inventiva son tres temas omnipresentes en este informe. La inercia es la

**Gráfico 2 Recobrar el equilibrio: Con reemplazar sólo en los Estados Unidos los vehículos utilitarios deportivos por automóviles de bajo consumo de combustible, prácticamente se contrarrestarían las emisiones generadas por la producción de electricidad para 1.600 millones de personas más**

**Emisiones (millones de toneladas de CO<sub>2</sub>)**

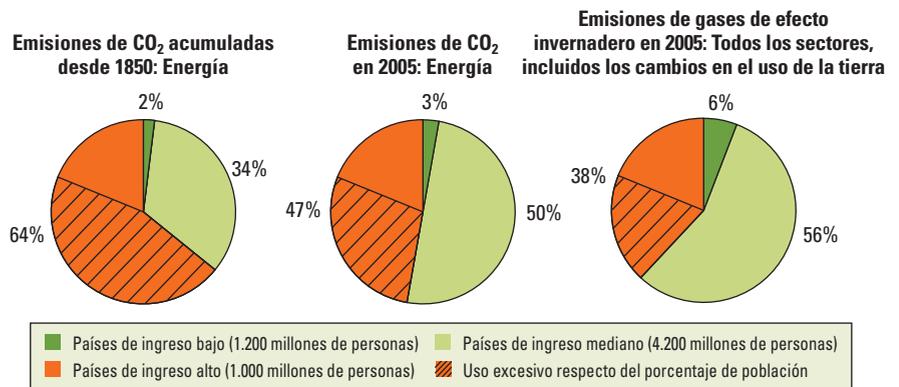


Fuente: Cálculos del equipo del IDM basados en BTS, 2008.

Nota: Las estimaciones se basan en el cálculo de que en los Estados Unidos existen 40 millones de vehículos utilitarios deportivos (SUV) que recorren un total de 480.000 millones de millas por año (unas 12.000 millas anuales por vehículo). Con una eficiencia de combustible promedio de 18 millas por galón, el conjunto de SUV consume 27.000 millones de galones al año y emite 2.421 gramos de carbono por galón. Si se utilizaran automóviles de bajo consumo de combustible con la eficiencia de los nuevos vehículos de pasajeros que se comercializan en la Unión Europea (45 millas por galón; véase ICCT, 2007), se lograría una reducción anual de 142 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (39 millones de toneladas de carbono). Se calcula que el consumo de electricidad de un hogar pobre de países en desarrollo es de 170 kilovatios-hora por persona al año, y se estima que la electricidad se suministra con la actual intensidad de carbono media mundial de 160 gramos por kilovatio-hora, que equivale a 160 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (44 millones de toneladas de carbono). El tamaño de los símbolos de electricidad que aparecen en el mapa es proporcional al número de personas sin acceso a este servicio.

**Gráfico 3 Históricamente, los países de ingreso alto han sido y continúan siendo responsables de un porcentaje desproporcionadamente elevado de emisiones mundiales**

**Porcentaje de emisiones mundiales, históricamente y en 2005**



Fuentes: DOE, 2009; Banco Mundial, 2008c; WRI, 2008 complementado con los datos sobre emisiones provenientes de los cambios en el uso de la tierra de Houghton, 2009.

Nota: Los datos abarcan más de 200 países en el caso de los años más recientes. No existen datos disponibles para todos los países en el siglo XIX, pero se incluyen los principales emisores de la época. Las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes de la energía incluyen todo tipo de quema de gas y combustibles fósiles, y la producción de cemento. Las emisiones de gases de efecto invernadero corresponden a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) y gases con alto potencial de contribuir al calentamiento mundial (gases fluorados). Entre los sectores se encuentran el de la energía y los procesos industriales, la agricultura, el cambio en el uso de la tierra (de Houghton, 2009) y los desechos. El uso excesivo de los bienes comunes atmosféricos de acuerdo con la cantidad de habitantes se basa en las desviaciones del mismo nivel de emisiones per cápita; en 2005, los países de ingreso alto constituían el 16% de la población mundial; desde 1850, en promedio, los países de ingreso alto han constituido cerca del 20% de la población mundial.

característica distintiva del desafío climático: es la razón por la que tenemos que intervenir de inmediato. La equidad es la clave para llegar a un acuerdo mundial eficaz, para generar la confianza necesaria para encontrar una solución eficiente a esta tragedia de los bienes comunes: es la razón por la que tenemos que actuar de común acuerdo. Y la inventiva es la única respuesta posible a un problema que es política y científicamente complejo, la calidad que nos permitiría actuar de distinta manera a como lo hemos hecho en el pasado. Actuar ahora, de común acuerdo y de manera diferente: éstos son los pasos que pueden situar a nuestro alcance un mundo con un planteamiento climático inteligente. Pero lo primero de todo es convencerse de que la intervención está justificada.

### Argumentos en favor de la acción

La temperatura media de la Tierra ha subido ya casi 1°C desde comienzos del período industrial. En palabras del *Cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos*

sobre el Cambio Climático (IPCC), documento basado en el consenso de más de 2.000 científicos representantes de todos los países de las Naciones Unidas, “[e]l calentamiento del sistema climático es inequívoco”<sup>16</sup>. Las concentraciones atmosféricas mundiales de CO<sub>2</sub>, el más importante de los gases de efecto invernadero, oscilaron entre 200 y 300 partes por millón (ppm) durante 800.000 años, pero se dispararon hasta aproximadamente 387 ppm en los últimos 150 años (Gráfico 4), debido sobre todo a la quema de combustibles fósiles y, en menor medida, a la agricultura y al cambio del uso de la tierra. Un decenio después de que el Protocolo de Kyoto fijara límites a las emisiones internacionales de carbono, en el momento en que los países en desarrollo entran en el primer período de rigurosa contabilidad de sus emisiones, los gases de efecto invernadero en la atmósfera siguen aumentando. Y lo que es peor, están aumentando a un ritmo acelerado<sup>17</sup>.

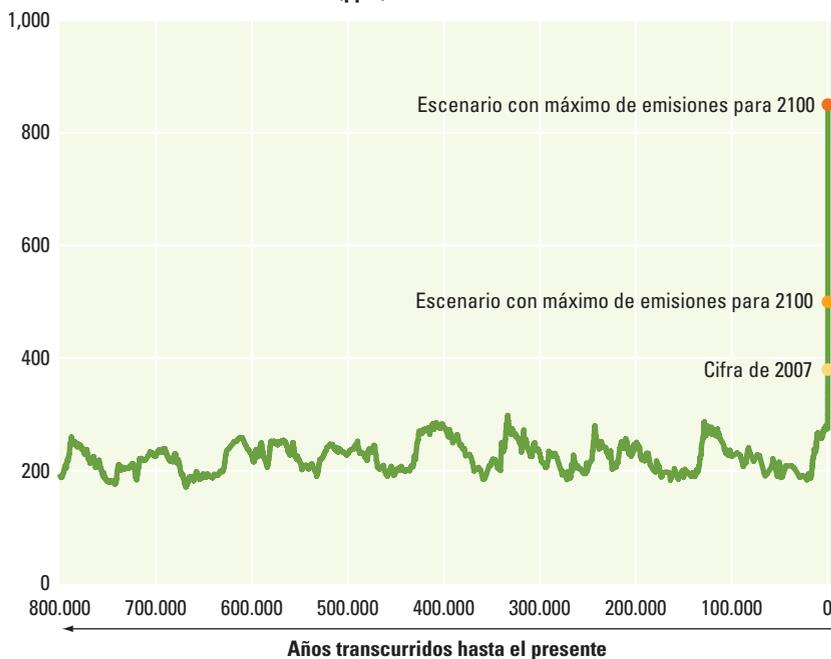
Los efectos del cambio climático se hacen ya patentes en las temperaturas medias más elevadas del aire y del océano, en el derretimiento generalizado de la nieve y el hielo y en la subida del nivel del mar. Los días fríos, las noches frías y las heladas son ahora menos frecuentes, lo contrario que las olas de calor. Las precipitaciones han aumentado en el mundo, aun cuando Australia, Asia central, la cuenca del Mediterráneo, el Sahel, el oeste de los Estados Unidos y muchas otras regiones han experimentado sequías más frecuentes e intensas. Las precipitaciones abundantes y las grandes inundaciones son más numerosas, y los daños —y muy probablemente la intensidad— de las tormentas y los ciclones tropicales han aumentado.

### El cambio climático amenaza a todo, pero en particular a los países en desarrollo

Un cambio climático incontrolado plantea grandes amenazas para todos. Ya en este siglo podría provocar un calentamiento de más de 5°C<sup>18</sup>, que es precisamente la diferencia entre el clima de hoy y la última era glacial, cuando los glaciares llegaron a Europa central y a las puertas de la ciudad de Nueva York. Ese cambio tardó milenios; el cambio climático inducido por el hombre se produce en el plazo de un siglo, lo que deja poco tiempo para que las sociedades y los ecosistemas se adapten a este ritmo tan rápido. Un cambio tan drástico de la temperatura provocaría grandes perturbaciones en ecosistemas fundamentales para nuestras sociedades y economías, como la extinción paulatina de los bosques amazónicos,

Gráfico 4 Los niveles de CO<sub>2</sub> se disparan

Concentración de dióxido de carbono (ppm)



Fuente: Lüthi y otros, 2008.

Nota: El análisis de las burbujas de aire atrapadas en el núcleo de hielo antártico, de 800.000 años de antigüedad, demuestra que la concentración de CO<sub>2</sub> de la Tierra ha ido cambiando. A lo largo de este prolongado período, los factores naturales hicieron que la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> variara aproximadamente entre 170 ppm y 300 ppm. Los datos relativos a la temperatura confirman que estas variaciones jugaron un papel fundamental en la determinación de las condiciones climáticas mundiales. Como resultado de las actividades humanas, la concentración actual de CO<sub>2</sub>, de aproximadamente 387 ppm, se ubica alrededor de un 30% por encima de su nivel máximo en los últimos 800.000 años, por lo menos. Como no existen medidas de control firmes, las emisiones previstas para este siglo darían como resultado una concentración de CO<sub>2</sub> que, grosso modo, sería entre dos y tres veces más elevada que en los últimos 800.000 años o más, tal como lo demuestran las dos situaciones hipotéticas de emisiones para 2100.

la pérdida completa de los glaciares en los Andes y el Himalaya, y la rápida acidificación del océano, cuyo resultado sería la perturbación de los ecosistemas marinos y la muerte de los arrecifes de coral. La velocidad y magnitud del cambio podría acabar con más del 50% de las especies. Los niveles del mar podrían subir 1 m en el presente siglo<sup>19</sup>, lo que representaría una amenaza para 60 millones de personas y más de US\$200.000 millones de activos sólo en los países en desarrollo<sup>20</sup>. La productividad agrícola disminuiría probablemente en todo el mundo, sobre todo en los trópicos, aun cuando se introdujeran cambios espectaculares en las prácticas agrícolas. Más de tres millones adicionales de personas podrían fallecer cada año como consecuencia de la malnutrición<sup>21</sup>.

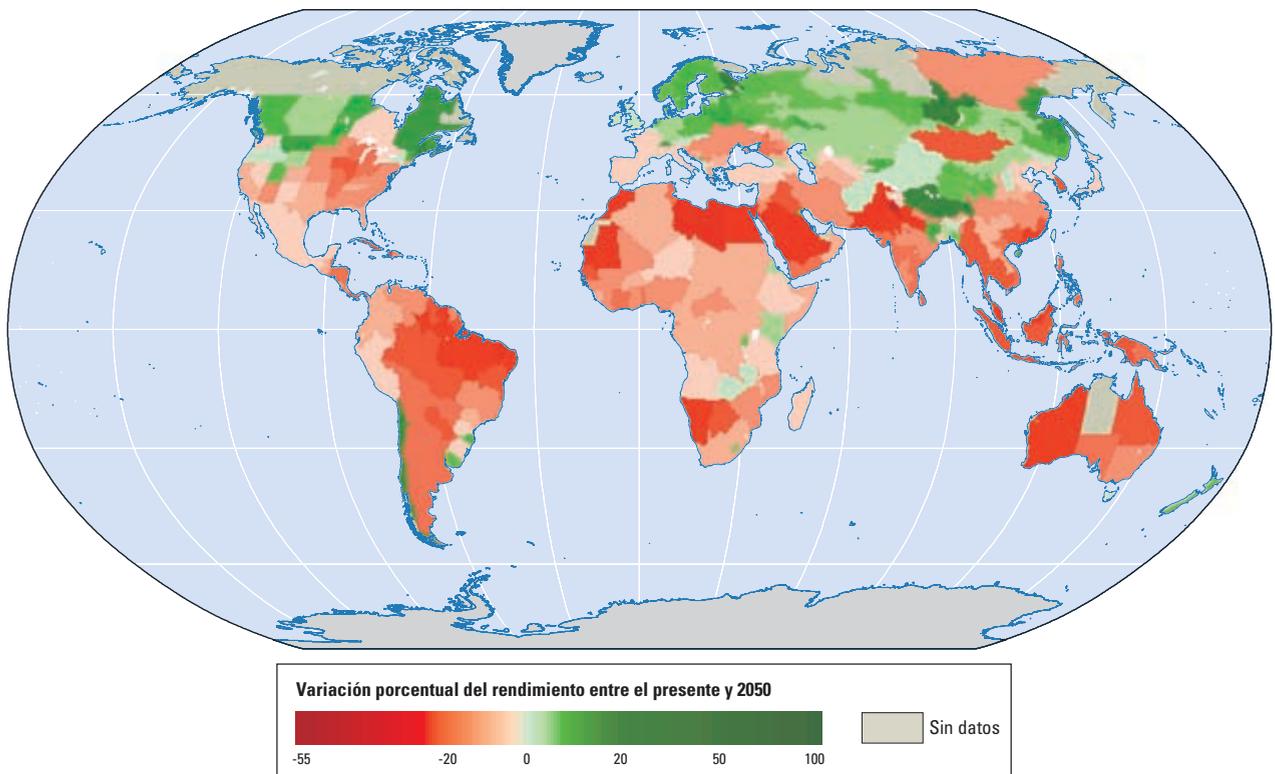
Incluso un calentamiento de 2°C por encima de las temperaturas preindustriales provocaría nuevas pautas atmosféricas con consecuencias de alcance mundial. La mayor variabilidad atmosférica, los episodios extremos más frecuentes e intensos y una

mayor exposición a las mareas de tormenta en las costas provocarían un riesgo mucho mayor de efectos catastróficos e irreversibles. Entre 100 millones y 400 millones más de personas correrían riesgo de padecer hambre<sup>22</sup>. Y entre 1.000 millones y 2.000 millones más de personas quizá dejen de tener agua suficiente para atender sus necesidades de consumo, higiene y alimentación<sup>23</sup>.

*Los países en desarrollo están más expuestos y tienen menos capacidad de resistencia a los riesgos climáticos.* Las consecuencias se sufrirán en forma desproporcionada en los países en desarrollo. Un calentamiento de 2°C podría provocar una reducción permanente del 4% al 5% del consumo anual per cápita en África y en Asia meridional<sup>24</sup>, frente a pérdidas mínimas en los países de ingreso alto y una reducción media del consumo mundial equivalente a aproximadamente el 1% del PIB mundial<sup>25</sup>. Estas pérdidas se deberían a los impactos provocados en la agricultura, sector

#### MAPA EN REVISIÓN

**Mapa 1** CEI el cambio climático provocará una caída de los rendimientos agrícolas en la mayoría de los países para 2050, dadas las prácticas agrícolas y las variedades de cultivo actuales



Fuentes: Müller y otros, 2009; Banco Mundial, 2008c.

*Nota:* En el gráfico se muestra la variación porcentual de los rendimientos prevista para 11 de los principales cultivos (trigo, arroz, maíz, mijo, guisantes, remolacha azucarera, batata, soja, maní, girasol y colza) entre 2046 y 2055, en comparación con el período 1996–2005. Los valores se obtienen a partir de la media de tres situaciones hipotéticas de nivel de emisiones en cinco modelos climáticos mundiales, suponiendo que no se produce una fertilización carbónica (un posible refuerzo —de magnitud incierta— al crecimiento de plantas y la eficiencia en el uso del agua a partir de mayores concentraciones ambientales de CO<sub>2</sub>). Se prevén importantes efectos negativos en los rendimientos de muchas zonas que dependen en gran medida de la agricultura.

### RECUADRO 1 *Todas las regiones en desarrollo son vulnerables a los efectos del cambio climático, por razones diferentes*

Los problemas comunes en los países en desarrollo —limitados recursos humanos y financieros, instituciones débiles— son los principales motivos de su vulnerabilidad. Pero otros factores, asociados con su geografía e historia, son también importantes.

*África al sur del Sahara* sufre los efectos de su fragilidad natural (dos tercios de su superficie terrestre son desiertos o tierras secas) y de la gran exposición a las sequías e inundaciones, que según los pronósticos aumentarán a medida que cambia el clima. Las economías de la región dependen fuertemente de los recursos naturales. La biomasa representa el 80% del suministro de energía doméstica primaria. La agricultura de secano aporta aproximadamente el 30% del PIB y da empleo a cerca del 70% de la población. Los problemas de infraestructura podrían obstaculizar las medidas de adaptación, y la capacidad de almacenamiento de agua se mantendría limitada a pesar de la abundancia de recursos. El paludismo, que es ya la principal causa de mortalidad en la región, está llegando a zonas más altas, anteriormente libres de esta enfermedad.

En *Asia oriental y el Pacífico* un factor importante de vulnerabilidad es el gran número de personas que viven en la costa y en islas de litoral bajo: más de 130 millones de personas en China y unos 40 millones, es decir, más de la mitad de toda la población, en Viet Nam. Un segundo factor es la constante dependencia, en particular en los países más pobres, de la agricultura. A medida que aumentan las presiones sobre la tierra, el agua y los bosques —como consecuencia del crecimiento demográfico, la urbanización y la degradación ambiental provocada por una industrialización rápida—, la mayor variabilidad y el mayor número de episodios extremos complicarán su gestión. En la cuenca del río Mekong, por ejemplo, la estación de las lluvias tendrá precipitaciones más intensas, mientras que la estación seca durará dos meses más. Un tercer factor es el hecho de que las economías de la región dependen fuertemente de los recursos marinos —el valor de los recursos de coral

bien gestionados es de US\$13.000 millones sólo en Asia sudoriental—, que están ya sometidos a presión como consecuencia de la contaminación industrial, el desarrollo costero, la sobrepesca y la escorrentía de plaguicidas agrícolas y nutrientes.

La vulnerabilidad al cambio climático en *Europa oriental y Asia central* está asociada con el legado soviético de mala gestión ambiental y con el lamentable estado de gran parte de la infraestructura de la región. Un ejemplo: la subida de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones en Asia central agravarán la catástrofe ambiental de la desaparición del mar de Aral meridional (provocada por la desviación del agua al cultivo de algodón en un clima desértico), al mismo tiempo que la arena y la sal del lecho marino reseco son transportadas por el viento a los glaciares de Asia central, lo que acelera el derretimiento debido a la subida de las temperaturas. La mala calidad, el escaso mantenimiento y el envejecimiento de la infraestructura y la vivienda —como consecuencia del pasado soviético y de los años de transición— no son la mejor barrera frente a las tormentas, las olas de calor o las inundaciones.

En *América Latina y el Caribe* los ecosistemas más importantes están amenazados. En primer lugar, se prevé la desaparición de los glaciares tropicales de los Andes, lo que modificaría el calendario e intensidad del agua a disposición de varios países y provocaría estrés hídrico por falta de agua para al menos 77 millones de personas ya en el año 2020, así como una amenaza para la energía hidroeléctrica, fuente de más de la mitad de la electricidad en muchos países de América del Sur. En segundo lugar, el calentamiento y la acidificación de los océanos darán lugar a episodios frecuentes de blanqueamiento y posible extinción progresiva de los arrecifes de coral en el Caribe, que cuentan con los criaderos de aproximadamente el 65% de todas las especies ictícolas de la cuenca, ofrecen protección natural frente a las mareas de tormenta y son un activo fundamental para el turismo. En tercer lugar, los daños en los humedales del Golfo de México harán que esta costa sea más vulnerable a los

huracanes más intensos y más frecuentes. En cuarto lugar, el impacto más desastroso podría ser la extinción dramática del bosque amazónico y la transformación de grandes extensiones en sabana, con graves consecuencias para el clima de la región, y quizá de todo el mundo.

El agua representa la mayor vulnerabilidad en el *Oriente Medio y Norte de África*, la región más seca del mundo, donde la disponibilidad de agua per cápita se reducirá a la mitad para 2050, sin tener en cuenta los efectos del cambio climático. La región tiene pocas opciones atractivas para aumentar el almacenamiento de agua, pues casi el 90% de sus recursos de agua dulce están ya almacenados en embalses. La mayor escasez de agua, junto con una mayor variabilidad, constituirá una amenaza para la agricultura, que representa en torno al 85% del uso de agua de la región. La vulnerabilidad se agrava por una fuerte concentración de la población y de la actividad económica en las zonas costeras expuestas a inundaciones y por las tensiones sociales y políticas que podría fomentar la escasez de agua.

*Asia sudoriental* sufre los efectos de una base de recursos naturales ya sometida a fuerte presión y degradada en buena parte como consecuencia de factores geográficos y del alto nivel de pobreza y de densidad de población. Es probable que los recursos hídricos se vean afectados por el cambio climático, debido a su efecto en el monzón, que aporta el 70% de las precipitaciones anuales en sólo cuatro meses, y en el derretimiento de los glaciares del Himalaya. La subida del nivel del mar es un grave motivo de preocupación en esta región, que cuenta con un litoral largo y densamente poblado, llanuras agrícolas amenazadas por la intrusión de agua salada y muchas islas de litoral bajo. En los escenarios donde se contempla un cambio climático más pronunciado, la subida del nivel del mar sumergiría gran parte de las Maldivas e inundaría el 18% de la tierra de Bangladesh.

*Fuentes:* de la Torre, Fajnzylber y Nash 2008; Fay, Block, y Ebinger 2009; Banco Mundial 2007a; Banco Mundial 2007c; Banco Mundial 2008b; Banco Mundial 2009b.

importante para las economías tanto de África como de Asia meridional (Mapa 1).

Se estima que los países en desarrollo soportarán la mayor parte de los costos provocados por los daños: entre el 75% y el 80%<sup>26</sup>. Los factores son varios (Recuadro 1). Los países en desarrollo tienen una gran dependencia de los servicios del ecosistema

y del capital natural para la producción de los sectores muy vinculados con el clima. Gran parte de su población vive en lugares físicamente expuestos y en condiciones económicamente precarias. Su capacidad financiera e institucional para la adaptación es limitada. Las autoridades de algunos países en desarrollo observan ya que una parte

más considerable de su presupuesto para el desarrollo tiene que desviarse para hacer frente a las emergencias de origen climático<sup>27</sup>.

Los países de ingreso elevado se verán también afectados por un calentamiento moderado. Es más, es probable que los daños per cápita sean mayores en los países más ricos, ya que representan el 16% de la población mundial y podrían soportar entre el 20% y el 25% de los costos de los impactos climáticos. Por otro lado, por ser mucho más ricos, están en mejores condiciones de hacer frente a esos efectos. El cambio climático provocará estragos en todos los lugares, pero aumentará la diferencia entre países desarrollados y en desarrollo.

***El crecimiento: Condición necesaria, pero no suficiente, para lograr una mayor capacidad de resistencia.*** El crecimiento económico es necesario para reducir la pobreza y es la base para lograr una mayor capacidad de resistencia al cambio climático en los países pobres. Pero, por sí solo, no es la respuesta al cambio climático. No es probable que el crecimiento sea lo bastante rápido como para ayudar a los países más pobres, y puede aumentar la vulnerabilidad a los riesgos climáticos (Recuadro 2). El crecimiento tampoco suele ser lo bastante equitativo como para ofrecer protección a los más pobres y más vulnerables. Tampoco garantiza el buen funcionamiento de las instituciones clave. Y, si tiene un alto nivel de intensidad de carbono, provocará un calentamiento todavía mayor.

No hay ninguna razón para pensar que una trayectoria con bajo nivel de carbono deba frenar necesariamente el crecimiento económico: muchos de los reglamentos ambientales fueron precedidos por alertas de pérdidas masivas de empleo y de colapso de la industria, pocas de las cuales se hicieron realidad<sup>28</sup>. No obstante, es evidente que los costos de transición son considerables, en particular por lo que respecta al desarrollo de tecnologías con bajo nivel de carbono y de infraestructura para la energía, el transporte, la vivienda, la urbanización y el desarrollo rural. Dos argumentos esgrimidos con frecuencia son que estos costos de transición son inaceptables, dada la necesidad urgente de otras inversiones más inmediatas en los países pobres, y que debería evitarse sacrificar el bienestar de las personas pobres de hoy en aras de generaciones futuras, quizá más ricas. Esas preocupaciones están justificadas. Pero también es cierto que hay argumentos económicos convincentes en favor de una intervención ambiciosa en el frente del cambio climático.

## RECUADRO 2 *El crecimiento económico: Necesario pero no suficiente*

Los países más ricos tienen más recursos para hacer frente a los impactos del clima, y las poblaciones con mejor nivel de instrucción y de salud tienen, por naturaleza, mayor capacidad de resistencia. Pero el proceso de crecimiento puede exacerbar la vulnerabilidad al cambio climático, como ocurre, por ejemplo, en el caso de la extracción cada vez mayor de agua para la agricultura, la industria y el consumo en las provincias expuestas a la sequía que rodean a Beijing, y en Indonesia, Madagascar, Tailandia y la Costa del Golfo de los Estados Unidos, donde el cultivo del camarón y el turismo han acabado con la protección ofrecida por los manglares.

No es probable que el crecimiento sea lo bastante rápido como para que los países de ingreso bajo puedan permitirse el tipo de protección con que cuentan los países ricos. Bangladesh y los Países Bajos se encuentran entre los países más expuestos a la subida del nivel del mar. El primero está realizando ya grandes esfuerzos por reducir la vulnerabilidad de su población, con

un sistema comunitario muy eficaz de alerta temprana para los ciclones y un programa de previsión y respuesta temprana que cuenta con personal especializado nacional e internacional. Pero el alcance de la posible adaptación está limitado por sus escasos recursos: su ingreso anual per cápita es de US\$450. Al mismo tiempo, el Gobierno de los Países Bajos tiene previsto invertir anualmente US\$100 por cada ciudadano holandés hasta el final de siglo. Pero incluso los Países Bajos, con un ingreso per cápita 100 veces superior al de Bangladesh, han puesto en marcha un programa de reasentamiento selectivo de las zonas bajas, ya que el objetivo de mantener la protección en todos los lugares es inalcanzable.

*Fuentes:* Equipo del Informe sobre el desarrollo mundial, sobre la base de Guan y Hubacek (2008); Shalizi (2006); Xia y otros (2007); FAO 2007; Barbier y Sathirathai 2004; Deltacommissie 2008; Gobierno de Bangladesh (2008), y Karim y Mimura 2008.

## ***Consideraciones económicas del cambio climático: La reducción del riesgo climático es asequible***

El cambio climático es costoso, cualquiera que sea la política elegida. Reducir el gasto en mitigación significará un mayor gasto en adaptación y la aceptación de mayores daños: el costo de la acción debe compararse con el de la inacción. Pero, como se examina en el Capítulo 1, la comparación es compleja, dada la considerable incertidumbre acerca de las tecnologías disponibles en el futuro (y su costo), la capacidad de adaptación de las sociedades y los ecosistemas (y su precio), el alcance de los daños que provocará una mayor concentración de gases de efecto invernadero y las temperaturas que podrían representar umbrales o puntos de inflexión más allá de los cuales se producirían impactos catastróficos (véase Science Focus). La comparación se complica también por las consideraciones distributivas a lo largo del tiempo (la mitigación conseguida por una generación produce beneficios para muchas generaciones futuras) y del espacio (algunas zonas son más vulnerables que otras, lo que significa que es mayor la probabilidad de que

respalden esfuerzos mundiales de mitigación más decididos). Otra complicación es cómo valorar la pérdida de vidas, medios de subsistencia y servicios no vinculados con el mercado, como la biodiversidad y los servicios del ecosistema.

Los economistas han tratado normalmente de determinar la política climática óptima utilizando el análisis de costos-beneficios. Pero, como se observa en el Recuadro 3, los resultados dependen de determinados supuestos sobre las incertidumbres existentes y de las opciones normativas adoptadas acerca

de la distribución y la medición (un entusiasta de la tecnología, que prevé que el impacto del cambio climático será relativamente modesto y se producirá en forma gradual a lo largo del tiempo y que dejará en gran parte de lado lo que pueda ocurrir en el futuro, se conformará por el momento con una intervención modesta; lo contrario ocurriría desde una perspectiva tecnológica pesimista). Por eso, los economistas no llegan a ponerse de acuerdo en cuál es la trayectoria del carbono económica o socialmente más indicada. Pero comienza a haber algunas coincidencias.

### RECUADRO 3 Costo del “seguro del clima”

Hof, Den Elzen y Van Vuuren examinan la sensibilidad del objetivo climático óptimo con respecto a los supuestos acerca del horizonte cronológico, la sensibilidad del clima (magnitud del calentamiento asociado con la duplicación de las concentraciones de dióxido de carbono en comparación con los niveles preindustriales), los costos de mitigación, los daños probables y las tasas de descuento. Para ello, aplican su modelo integrado de evaluación (FAIR), modificándolo de acuerdo con las distintas opciones presentadas en las publicaciones, sobre todo las asociadas con dos economistas bien conocidos: Nicholas Stern, que propone una intervención temprana y ambiciosa, y William Nordhaus, que es partidario de un planteamiento gradual de la mitigación del clima.

Como era de prever, su modelo genera objetivos óptimos completamente diferentes según los parámetros utilizados (el objetivo óptimo es defender la concentración que resultaría de la reducción mínima del valor actualizado del consumo mundial). Los “parámetros de Stern” (en los que se incluye un nivel relativamente elevado de sensibilidad y de daños climáticos y un largo horizonte cronológico combinado con tasas de descuento y costos de mitigación bajos) dan como resultado un máximo óptimo de concentración de 540 partes por millón (ppm). Los “parámetros de Nordhaus” (que suponen un nivel más bajo de sensibilidad y daños climáticos, un horizonte cronológico más breve y una tasa de descuento más elevada) arrojan un óptimo de 750 ppm o 3,6°C. En ambos casos, los costos de la adaptación se incluyen de manera implícita en los daños climáticos.

En el gráfico se observa el costo mínimo de estabilización de las concentraciones atmosféricas en el intervalo de 500 a 800 ppm con los parámetros de Stern y Nordhaus (expresados en forma de diferencia entre el valor actualizado del consumo e el modelo y el valor actualizado

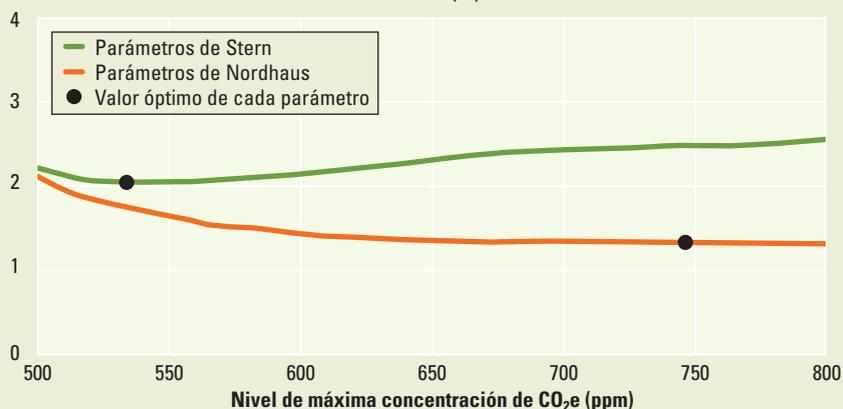
del consumo que el mundo disfrutaría sin cambio climático). Un aspecto fundamental que se observa en el gráfico es el relativo grosor de las curvas de pérdida de consumo con respecto a los intervalos amplios de las concentraciones máximas de CO<sub>2</sub>e. En consecuencia, si se pasa de 750 ppm a 550 ppm, el resultado es una pérdida relativamente pequeña del consumo (0,3%) con los parámetros de Nordhaus. Así pues, los resultados parecen indicar también que el costo de la mitigación cautelar es pequeño. En el caso de Stern, un objetivo de 550 ppm da lugar a un aumento del valor actualizado del consumo de aproximadamente el 0,5% en relación con el objetivo de 750 ppm.

Una razón convincente para optar por un objetivo máximo de concentración más bajo es reducir el riesgo de resultados catastróficos asociados con el calentamiento mundial. Desde esta perspectiva, el costo de pasar de un objetivo elevado para concentraciones máximas de CO<sub>2</sub>e a un objetivo más bajo puede interpretarse como el costo del seguro del clima, es decir, el bienestar que el mundo sacrificaría para reducir el riesgo de catástrofes. Del análisis de Hof, Den Elzen, y Van Vuuren se desprende que el costo del seguro del clima es modesto en una gran variedad de supuestos sobre el clima y el costo de mitigación del cambio climático.

Fuente: Hof, Den Elzen, y Van Vuuren 2008.

#### Soluciones de compromiso: Reducción del consumo respecto de una situación sin calentamiento mundial, correspondiente a distintas concentraciones máximas de CO<sub>2</sub>e

##### Reducción del valor neto actualizado del consumo (%)



Fuente: Adaptado de Hof, Den Elzen y Van Vuuren, 2008, Gráfico 3.

Nota: Las curvas muestran la reducción porcentual en el valor actualizado del consumo respecto de cómo sería si las condiciones climáticas se mantuvieran constantes, como función del objetivo de concentraciones máximas de CO<sub>2</sub>e. Los “parámetros de Stern” y los “parámetros de Nordhaus” hacen referencia a opciones sobre el valor de los parámetros clave del modelo, tal como se explica en el texto. El punto muestra el valor óptimo de cada parámetro, es decir, la concentración de gases de efecto invernadero que minimizaría la reducción mundial de consumo resultante de la suma de los costos de mitigación y los daños ocasionados por los efectos adversos.

En los principales modelos, los beneficios de la estabilización superan a los costos con un calentamiento de 2,5°C (aunque no necesariamente con una subida de 2°C)<sup>29</sup>. Y en todos se concluye que sería un desastre continuar como hasta ahora (es decir, renunciar a todo esfuerzo de mitigación). Los partidarios de una reducción más gradual de las emisiones aceptarían una subida continuada de las temperaturas muy por encima de los 2°C. Concluyen que el objetivo más acertado —el que representará el menor costo total (es decir, la suma de los costos del impacto, la mitigación y la adaptación)— podría ser muy superior a los 3°C<sup>30</sup>. Pero observan que el costo incremental de mantener un calentamiento de aproximadamente 2°C sería modesto: menos de la mitad de un punto porcentual del PIB (véase el Recuadro 3). En otras palabras, el costo total de la solución óptima no es mucho mayor que el costo total de la opción mucho más ambiciosa de los 2°C. ¿Por qué? En parte porque el ahorro de una menor mitigación se ve contrarrestado en gran medida por los costos adicionales de impactos más graves o un mayor gasto en concepto de adaptación<sup>31</sup>. En parte también porque la diferencia real entre una intervención ambiciosa y modesta contra el cambio climático corresponde a costos que se producirán en el futuro, y que los gradualistas descuentan considerablemente.

Las grandes incertidumbres acerca de las posibles pérdidas asociadas con el cambio climático y la posibilidad de riesgos catastróficos pueden justificar una intervención más temprana y más agresiva que la que recomendaría el análisis de costos-beneficios. Esta cifra incremental podría interpretarse como una prima de seguro para mantener el cambio climático dentro de lo que los científicos consideran como una banda más segura<sup>32</sup>. El gasto de menos de la mitad del 1% del PIB en concepto de “seguro del clima” podría ser muy bien una propuesta socialmente aceptable: el mundo gasta hoy el 3% del PIB mundial en seguros<sup>33</sup>.

Además de la cuestión del “seguro del clima”, habría que aclarar cuáles podrían ser las inversiones necesarias en mitigación y adaptación, y las correspondientes necesidades de financiamiento. A mediano plazo, la factura de la mitigación es significativa pero no prohibitiva: las inversiones anuales mundiales de mitigación oscilarían entre US\$260.000 millones y US\$1,2 billones para 2030 (Cuadro 1), con una mediana de US\$375.000 millones. Esta cifra equivale al 0,2% del PIB mundial proyectado en 2030, es decir, el 3% del gasto mundial de inversión en

**Cuadro 1 Se necesitan inversiones en mitigación para mantener una trayectoria cercana a los 2°C**

Modelos integrados de evaluación	Inversiones en mitigación en 2030 (miles de millones de US\$)		Valor actualizado del total de inversiones en mitigación hasta 2100 (porcentaje del PIB)	
	Todo el mundo	Países en desarrollo	Todo el mundo	Países en desarrollo
<i>Sector de la energía únicamente</i>				
MESSAGE	310	137	0,3	0,5
OIE ETP	900	600		
REMIND	375		0,4	
MiniCAM	257	168	0,7	1,2
<i>Todos los sectores</i>				
PAGE			0,4	0,9
FAIR “parámetros bajos”			0,6	
DICE			0,7	
McKinsey	1.215	675		
Promedio	611	395	0,5	0,9
Mediana	375	384	0,5	0,9

Fuentes: MESSAGE: IASA, 2009; OIE ETP: OIE, 2008c; REMIND: Knopf y otros, de próxima aparición; MiniCAM: Edmonds y otros, 2008, y comunicaciones personales; PAGE: Hope, 2009, y comunicaciones personales; FAIR: Hof, Den Elzen y Van Vuuren, 2008; DICE: Nordhaus, 2008 (estimación a partir del Cuadro 5.3 y el Gráfico 5.3); McKinsey: McKinsey Global Institute, 2009, y comunicaciones personales.

Nota: DICE, FAIR, MESSAGE, MiniCAM, PAGE y REMIND son modelos examinados por expertos. OIE ETP es el modelo formulado por el Organismo Internacional de Energía y McKinsey es la metodología creada por el McKinsey Global Institute. Las estimaciones corresponden a la estabilización de los gases de efecto invernadero en 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, que tendría una probabilidad de entre un 40% y un 50% de mantenerse por debajo de un calentamiento de 2°C para 2100 (Schaeffer y otros, 2008a; Hare y Meinshausen, 2006). MiniCAM incluye gastos de operaciones y de inversiones; los demás modelos incluyen sólo gastos de inversiones. En el resultado del modelo FAIR se informan los costos de reducción de la contaminación utilizando los parámetros bajos (véase el Cuadro 3 de Hof, Den Elzen y Van Vuuren, 2008). Para definir los países en desarrollo se utiliza la clasificación del Banco Mundial de 2009.

la actualidad. En otras palabras, para mantener el calentamiento en torno a los 2°C habría que aumentar un 3% las inversiones mundiales<sup>34</sup>. También en este caso, la cifra es significativa pero no prohibitiva.

¿Qué ocurriría con un planteamiento a más largo plazo? Las inversiones de mitigación necesarias aumentarían con el tiempo en consonancia con el crecimiento de la población y de las necesidades energéticas, pero también aumentarían los ingresos. En consecuencia, el valor actualizado de las inversiones de mitigación hasta 2100 se mantendría en un nivel muy inferior al 1% del PIB, que según las estimaciones oscilaría entre el 0,3% y el 0,7% del PIB (véase el Cuadro 1).

Estas inversiones deberían considerarse en relación con los daños evitados o los riesgos reducidos (como ocurre en un marco de costo-beneficio). Además, se verían compensadas en parte por el valor de los beneficios colaterales (como el ahorro resultante de la mayor eficiencia energética), por lo que el costo neto para la economía

mundial será probablemente muy inferior. Mc Kinsey, por ejemplo, estima que el costo neto de la mitigación sería de sólo US\$225.000 millones al año en 2030, ya que muchas de las inversiones señaladas se autofinancian. No obstante, el financiamiento representará un desafío, sobre todo porque se necesitarán recursos adicionales para la adaptación y para hacer frente a las pérdidas residuales.

Es mucho menor el número de estimaciones sobre las inversiones necesarias en la adaptación, y las que existen no son fácilmente comparables. Algunas consideran únicamente el costo que se contraería para adaptar al cambio climático los proyectos de ayuda extranjera. Otras incluyen sólo determinados sectores. Muy pocas tratan de analizar las necesidades generales de un país (véase el Capítulo 6). Un estudio reciente del Banco Mundial que trata de abordar esas cuestiones señala que las inversiones necesarias podrían superar los US\$80.000 millones anuales sólo en los países en desarrollo<sup>35</sup>.

### Es posible conseguir un mundo con un enfoque climático inteligente si actuamos ahora, de común acuerdo y de manera diferente

Aun cuando el costo incremental de reducción del riesgo climático sea pequeño y las necesidades de inversión disten mucho de ser prohibitivas, la estabilización del calentamiento en torno a los 2°C por encima las temperaturas preindustriales es enormemente ambiciosa. Para el año 2050 las emisiones deberían ser un 50% inferiores a los niveles de 1990 y ser nulas o negativas para 2100 (Gráfico 5). Ello requeriría esfuerzos inmediatos y hercúleos: en los próximos 20 años las emisiones mundiales deberían registrar, con respecto a una situación sin cambios, un descenso equivalente al total de las emisiones actuales de los países de ingreso alto. Además, para evitar que el calentamiento supere los 2°C, se necesitaría una adaptación costosa: habría que cambiar el tipo de riesgos para los que se preparan las personas, los lugares donde viven, lo que comen y la forma en que diseñan, desarrollan y gestionan los sistemas urbanos y agroecológicos<sup>36</sup>.

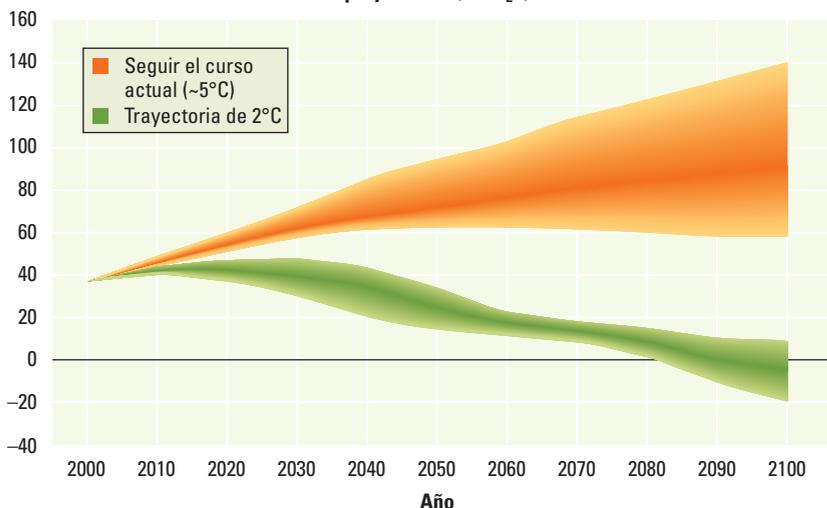
Así pues, los desafíos tanto de la mitigación como de la adaptación son considerables. Pero la hipótesis del presente informe es que pueden resolverse con políticas climáticas inteligentes que supongan una intervención inmediata, común (de alcance mundial) y diferente: actuación inmediata, por la tremenda inercia de los sistemas tanto climáticos como socioeconómicos; actuación común, para mantener bajos los costos y proteger a los más vulnerables, y actuación diferente, ya que un mundo con un enfoque climático inteligente requiere una transformación de nuestros sistemas de energía, producción de alimentos y gestión de riesgos.

### Actuar ahora: Debido a la inercia, las acciones de hoy determinarán las opciones del mañana

El sistema climático presenta una inercia considerable (Gráfico 6). Las concentraciones perduran después de la reducción de las emisiones: el CO<sub>2</sub> continúa en la atmósfera durante decenios y hasta siglos, por lo que un descenso de las emisiones requiere tiempo para influir en las concentraciones. Las temperaturas tardan en responder a las concentraciones: las temperaturas seguirán aumentando durante varios siglos después de que las concentraciones se hayan estabilizado. Y los niveles del mar tardan en responder a las reducciones de la temperatura: la expansión térmica del océano

**Gráfico 5 ¿Qué nos depara el futuro? Dos de las tantas opciones: Seguir el curso actual o iniciar una mitigación agresiva**

#### Total de emisiones mundiales anuales proyectadas (GtCO<sub>2</sub>e)



*Fuente:* Resultados de múltiples modelos de distintas instituciones, proporcionados por el Energy Modeling Forum. Clarke y otros, de próxima aparición.

*Nota:* La franja superior muestra la amplitud de las estimaciones de los modelos (GTEM, IMAGE, MESSAGE, MiniCAM) correspondientes a las emisiones producidas si se siguiera el curso actual. La franja inferior muestra una trayectoria que podría provocar una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e (con un 50% de probabilidades de limitar el calentamiento a menos de 2°C). Las emisiones de gases de efecto invernadero corresponden a CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Las emisiones negativas (pueden llegar a ser necesarias en la trayectoria de 2°C) implican que la tasa anual de emisiones debería ser inferior a la tasa de absorción y almacenamiento del carbono a través de procesos naturales (por ejemplo, cultivar plantas) y procesos industriales (por ejemplo, producir biocombustibles y, durante la quema, secuestrar el CO<sub>2</sub> bajo tierra). GTEM, IMAGE, MESSAGE y MiniCAM son los modelos integrados de evaluación de las siguientes instituciones, respectivamente: Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics, Netherlands Environmental Assessment Agency, International Institute of Applied Systems Analysis y Pacific Northwest National Laboratory.

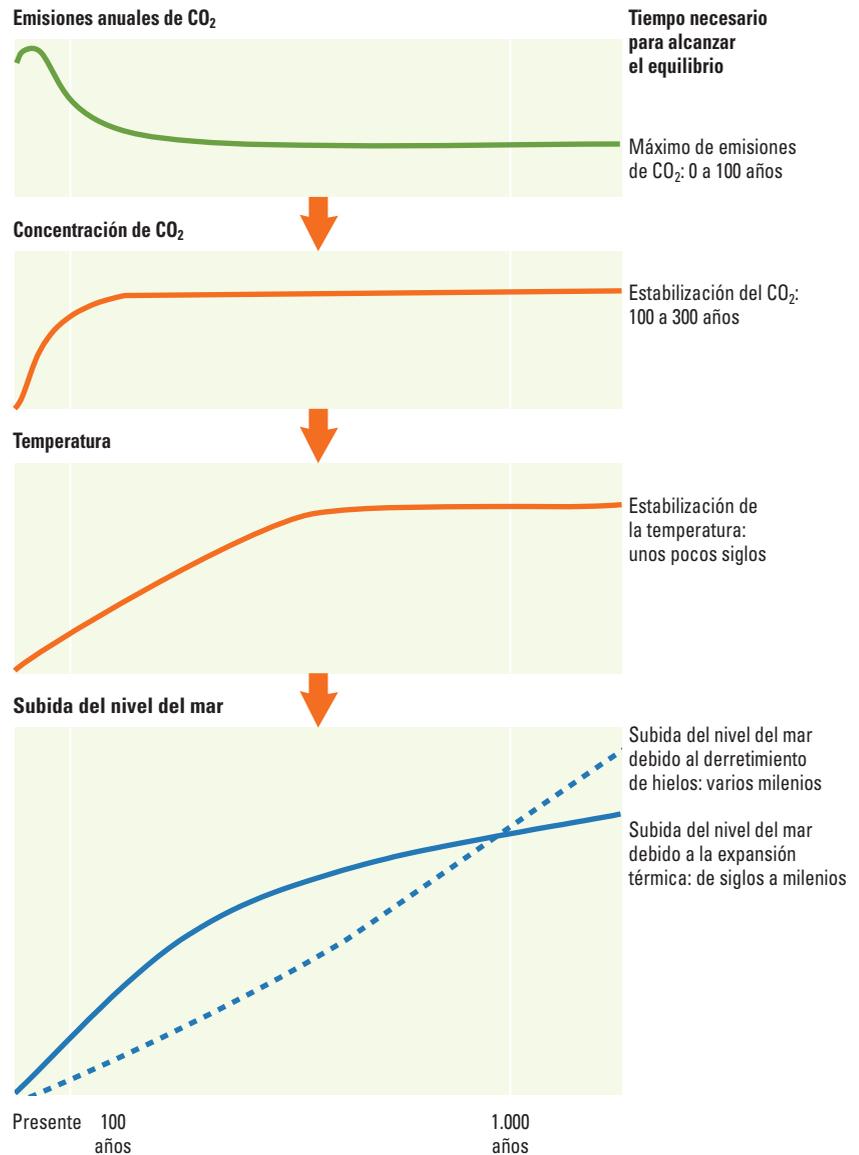
a raíz de una subida de las temperaturas durará 1.000 años o más, y la subida del nivel del mar debido al derretimiento del hielo podría durar varios milenios<sup>37</sup>.

Por ello, dada la dinámica del sistema climático, las posibilidades de compensar la inactividad actual con la mitigación futura son limitadas. Por ejemplo, para estabilizar el clima en niveles próximos a 2°C (aproximadamente 450 ppm de CO<sub>2</sub>e), las emisiones mundiales deberían comenzar a disminuir inmediatamente en torno a un 1,5% al año. Un retraso de cinco años tendría que compensarse con descensos más rápidos de las emisiones. Si los retrasos fueran todavía más prolongados, sería sencillamente imposible contrarrestarlos: un retraso de 10 años en la mitigación haría casi imposible evitar que el calentamiento fuera superior a 2°C<sup>38</sup>.

La inercia se hace también presente en las zonas edificadas, ya que limita la flexibilidad para la reducción de los gases de efecto invernadero o la formulación de respuestas de adaptación. Las inversiones en infraestructura suelen producirse en forma intermitente, en el sentido de que se concentran en determinados momentos en vez de distribuirse uniformemente a lo largo del tiempo<sup>39</sup>. Son también duraderas: de 15 a 40 años en el caso de las fábricas y las centrales eléctricas; de 40 a 75 en las carreteras, los ferrocarriles y las redes de distribución eléctrica. Las decisiones sobre el uso de la tierra y la forma urbana —estructura y densidad de las ciudades— tienen efectos que duran más de un siglo. Una infraestructura duradera provoca inversiones en capital asociado (automóviles para las ciudades con baja densidad; calefacción y capacidad de generación eléctrica a base de gas en respuesta a los gasoductos) que obligan a las economías a mantener determinados estilos de vida y pautas de consumo de energía.

La inercia del capital físico es muy inferior a la de los sistemas climáticos y es probable que influya en el costo más que en la posibilidad de alcanzar un objetivo de emisión concreto, pero es considerable. Las oportunidades de evolucionar hacia un capital con menos intensidad de carbono no están distribuidas uniformemente en el tiempo<sup>40</sup>. Se prevé que China duplicará su parque de viviendas entre 2000 y 2015. Las centrales eléctricas de carbón propuestas en todo el mundo durante los próximos 25 años son tan numerosas que las emisiones de CO<sub>2</sub> durante su vida útil equivaldrían a las resultantes de la quema de carbón desde el comienzo de la era industrial<sup>41</sup>. Sólo algunas de las que se están construyendo actualmente podrían reconvertirse para la

**Gráfico 6** Los efectos climáticos son persistentes: Relación entre el aumento de las temperaturas y la subida del nivel del mar y las mayores concentraciones de CO<sub>2</sub>



Fuente: Equipo del IDM, a partir de datos del IPCC, 2001.

Nota: Gráficos estilizados; las magnitudes de cada segmento se presentan sólo con fines ilustrativos.

captura y el almacenamiento del carbono (siempre y cuando esta tecnología sea comercialmente disponible: véanse los Capítulos 4 y 7). La retirada de estas centrales antes del final de su vida útil —si los cambios climáticos obligaran a ello— sería una medida sumamente costosa.

La inercia es también un factor que influye en la investigación y el desarrollo y en el despliegue de nuevas tecnologías. En el pasado, las nuevas fuentes de energía han tardado unos 50 años en alcanzar la mitad de su potencial<sup>42</sup>. Deberían realizarse ya cuantiosas inversiones

en investigación y desarrollo para garantizar que las nuevas tecnologías estén disponibles y penetren rápidamente en el mercado durante el futuro próximo. Para ello quizá se necesitarían entre US\$100.000 millones y US\$700.000 millones anuales adicionales<sup>43</sup>. La innovación es también necesaria en el transporte, la construcción, la gestión de los recursos hídricos, el diseño urbano y muchos otros sectores que afectan al cambio climático y que, a su vez, acusan su influencia, lo que significa que la innovación es también de enorme importancia para la adaptación.

La inercia se observa también en el comportamiento de los individuos y las organizaciones. A pesar de la mayor preocupación pública, los comportamientos no han cambiado mucho. Hay tecnologías de eficiencia energética que son eficaces y se autofinancian pero que, sin embargo, no se adoptan. La investigación y el desarrollo de las fuentes de energía renovable están insuficientemente financiados. Los agricultores reciben incentivos para regar en exceso sus cultivos, lo que a su vez repercute en el uso de la energía, ya que ésta es un insumo importante en el suministro y tratamiento del agua. Continúa construyéndose en zonas expuestas a ciclones, y la infraestructura sigue diseñándose para un clima que ya no existe<sup>44</sup>. El cambio de los comportamientos y de los objetivos y las normas institucionales es difícil y normalmente lento, pero la experiencia demuestra que es posible (véase el Capítulo 8).

### *Actuar de común acuerdo: En aras de la equidad y la eficiencia*

La acción colectiva es condición necesaria para abordar con eficacia el cambio climático y reducir los costos de la mitigación<sup>45</sup>. Es también fundamental para facilitar la adaptación, sobre todo con una mejor gestión de los riesgos y con redes de seguridad para proteger a los más vulnerables.

*Mantener los costos bajos y distribuidos equitativamente.* Los objetivos serán asequibles si el costo de la mitigación es eficaz. Al estimar los costos de la mitigación antes mencionados, los autores de los modelos suponen que las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero se consiguen dondequiera y cuando quiera resulten más baratas. “Dondequiera” implica la búsqueda de una mayor eficiencia energética y de otras opciones de bajo costo para promover la mitigación en todo país o sector donde se ofrezca una oportunidad. “Cuando quiera”

significa que las inversiones en equipo nuevo, infraestructura o proyectos de agricultura y silvicultura deben programarse de manera que se reduzcan los costos y se evite que las economías se vean condenadas a mantener una gran intensidad de carbono, lo que posteriormente sería costoso modificar. La flexibilización de la norma del “dondequiera” y “cuando quiera” —que se produciría necesariamente en el mundo real, sobre todo en ausencia de un precio mundial del carbono— aumenta dramáticamente el costo de la mitigación.

De ello se deduce que la participación en los esfuerzos de mitigación puede arrojar enormes beneficios, conclusión que goza de consenso entre los especialistas. Si un país o un grupo de países no toman medidas de mitigación, otros deberán adoptar opciones de mitigación más costosas para conseguir un determinado objetivo mundial. Por ejemplo, según una estimación, el hecho de que los Estados Unidos, país responsable del 20% de las emisiones mundiales, no participen en el Protocolo de Kyoto aumenta un 60% el costo correspondiente al logro del objetivo original<sup>46</sup>.

Por razones de equidad y de eficiencia, deben elaborarse instrumentos financieros que distingan entre quién financia la mitigación y dónde se produce ésta. De lo contrario, no se aprovechará al completo el potencial considerable de mitigación de los países en desarrollo (entre un 65% y un 70% de la reducción de las emisiones, lo que aumentaría entre un 45% y un 70% las inversiones mundiales en mitigación en 2030)<sup>47</sup>, con lo que se elevaría sustancialmente el costo necesario para alcanzar un objetivo dado. Si se lleva esto hasta el extremo, la falta de financiamiento que obligue a aplazar por completo la mitigación en los países en desarrollo hasta 2020 podría duplicar con creces el costo de estabilización de la subida de las temperaturas en torno a 2°C<sup>48</sup>. Según las estimaciones, las inversiones en mitigación sumarán entre US\$4 billones y US\$25 billones<sup>49</sup> a lo largo del próximo siglo, lo que significa que las pérdidas implicadas por esos retrasos son tan enormes que los países de ingreso alto empeñados en limitar el peligro cambio climático conseguirían claros beneficios económicos financiando iniciativas tempranas en los países en desarrollo<sup>50</sup>. En términos más generales, el costo total de la mitigación podría reducirse enormemente con mecanismos de financiamiento del carbono, transferencias financieras y señales de los precios que ayuden a avanzar hacia el resultado asociado con el supuesto “dondequiera y cuando quiera”.

*Gestionar mejor los riesgos y proteger a los más pobres.* En muchos lugares cada vez son más comunes algunos riesgos anteriormente poco frecuentes. Cabría citar como ejemplos las inundaciones en África, antes poco habituales pero ahora cada vez más frecuentes, y el primer huracán jamás registrado en el Atlántico meridional, que azotó Brasil en 2004<sup>51</sup>. La reducción de los riesgos de desastres —mediante los sistemas comunitarios de alerta temprana, la vigilancia del clima, una infraestructura más segura y códigos de zonificación y construcción más estrictos y mejor observados, junto con otras medidas— adquiere mayor importancia con el cambio climático. Las innovaciones financieras e institucionales pueden limitar también los riesgos para la salud y los medios de subsistencia. Ello requiere una intervención de alcance nacional, pero estas medidas internas se verán enormemente reforzadas si se complementan con el financiamiento internacional y el intercambio de prácticas óptimas.

Como se ha examinado en el Capítulo 2, la reducción activa de los riesgos nunca será suficiente, ya que siempre habrá un riesgo residual que también debe gestionarse con mecanismos más adecuados de preparación y respuesta. La conclusión es que el desarrollo quizá deba llevarse a cabo de manera diferente, haciendo mucho más hincapié en el riesgo climático y atmosférico. La cooperación internacional puede ayudar, por ejemplo, compartiendo esfuerzos por mejorar la generación de información sobre el clima y su disponibilidad general (véase el Capítulo 7) e intercambiando prácticas óptimas para hacer frente a un clima cambiante y más variable<sup>52</sup>.

Otro instrumento para la gestión del riesgo residual es el seguro, pero éste tiene sus limitaciones. El cambio climático sigue una tendencia creciente y suele afectar a regiones enteras o a grupos muy numerosos de personas en forma simultánea, lo que dificulta los seguros. E incluso cuando se dispone de seguros, las pérdidas asociadas con acontecimientos catastróficos (como las inundaciones generalizadas o las sequías graves) no pueden ser absorbidos completamente por los individuos, las comunidades o el sector privado. En un clima más inestable, los gobiernos se convierten cada vez más en aseguradores de último recurso, y tienen la responsabilidad implícita de prestar apoyo para la recuperación y la reconstrucción después de los desastres. Ello significa que los gobiernos deben proteger su propia liquidez en momentos de crisis, en particular en el

#### RECUADRO 4 *Redes de seguridad: Del sostenimiento de los ingresos a la reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático*

Bangladesh tiene un largo historial de ciclones e inundaciones, que podrían llegar a ser más frecuentes o intensos. El Gobierno cuenta con redes de seguridad que pueden adaptarse con bastante facilidad en respuesta a los efectos del cambio climático. Los mejores ejemplos son los programas de alimentación de grupos vulnerables y de alimentos por trabajo, y el nuevo programa de garantía del empleo.

El programa de alimentación de grupos vulnerables funciona ininterrumpidamente y suele llegar a más de dos millones de hogares. Está concebido de manera que pueda ampliarse después de una crisis: a raíz del ciclón de 2008, el programa llegó a casi 10 millones de hogares. El proceso de selección, confiado al nivel de gobierno local más bajo y supervisado por el nivel administrativo de menor rango, se considera bastante acertado.

El programa de alimentos por trabajo, que normalmente funciona durante la estación agrícola baja, se refuerza durante las emergencias. Se administra también en colaboración con los gobiernos locales, pero la gestión del programa se ha subcontratado a organizaciones no gubernamentales en muchos lugares del país. Los trabajadores que se presentan en el lugar indicado suelen conseguir trabajo, pero por lo general el empleo no llega a todos y tiene que racionarse mediante una rotación.

El nuevo programa de garantía del empleo ofrece a quienes no tienen otro medio de ingreso (incluido el acceso a otras redes de seguridad) hasta 100 días de empleo con salarios vinculados al salario agrícola de la temporada baja. El elemento de garantía significa que quienes necesitan ayuda la consiguen. Si no se puede ofrecer trabajo, el candidato tiene derecho a 40 días de salario completo y luego a 60 días de medio salario.

Los programas de Bangladesh, y algunos realizados en India y otros lugares, permiten extraer algunas enseñanzas. Una respuesta rápida requiere capacidad de acceso inmediato al financiamiento, normas de selección para determinar a las personas necesitadas —en situación de pobreza crónica o que necesiten ayuda temporal— y procedimientos convenidos mucho antes de que se produzca la crisis. Previamente, puede determinarse que una cartera de proyectos “de aplicación inmediata” es particularmente relevante para aumentar la capacidad de resistencia (almacenamiento de agua, sistemas de riego, reforestación y diques, que pueden funcionar también como carreteras en las zonas bajas). La experiencia de India y Bangladesh también revela la necesidad de orientación profesional (ingenieros) en la selección, el diseño y la realización de las obras públicas, y de equipo y suministros.

*Fuente:* Contribución de Qaiser Khan.

caso de los países pobres o pequeños que son financieramente vulnerables a los impactos del cambio climático: el huracán Iván provocó daños equivalentes al 200% del PIB de Granada<sup>53</sup>. La disponibilidad inmediata de fondos para emprender el proceso de rehabilitación y recuperación reduce el efecto perturbador de los desastres en el desarrollo.

Los servicios multinacionales y el reaseguro pueden ser útiles. El Fondo de seguro contra riesgos de catástrofe para el Caribe distribuye el riesgo entre 16 países caribeños, orientando el mercado de reaseguros para ofrecer liquidez a los gobiernos inmediatamente después de huracanes y terremotos destructivos<sup>54</sup>. Estos servicios quizá necesiten ayuda de la comunidad internacional. En términos más generales, los países de ingreso alto pueden contribuir en forma decisiva a garantizar

que los países en desarrollo tengan acceso oportuno a los recursos necesarios cuando se produzcan las crisis, bien respaldando esos servicios o mediante el suministro directo de financiamiento para situaciones de emergencia.

Pero el seguro y el financiamiento en situaciones de emergencia sólo es una parte de un marco de gestión de riesgos más amplio. Las políticas sociales adquirirán cada vez mayor importancia como medio de ayudar a las personas a hacer frente a amenazas más frecuentes y persistentes para sus medios de subsistencia. Las políticas sociales reducen la vulnerabilidad económica y social y aumentan la capacidad de resistencia al cambio climático. Una población sana e instruida, con acceso a la protección social, está en mejores condiciones para hacer frente a las crisis provocadas por el clima y al cambio climático. Las políticas de protección social deberán reforzarse, si existen ya, y elaborarse en caso contrario, y diseñarse de tal manera que puedan ampliarse con rapidez después de una crisis<sup>55</sup>. La creación de redes sociales en los países que no las tienen todavía es de importancia crítica, y Bangladesh es un ejemplo de cómo hacerlo incluso en países muy pobres (Recuadro 4). Los organismos de desarrollo pueden ayudar a divulgar los

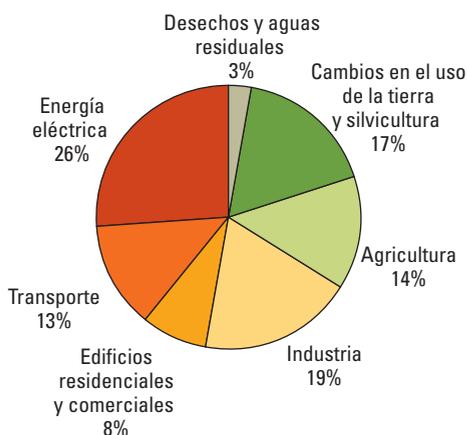
modelos eficaces de redes de seguridad social y adaptarlos a las necesidades creadas por el cambio climático.

**Asegurar un suministro suficiente de alimentos y agua para todos los países.** La intervención internacional es imprescindible para responder a los desafíos de la seguridad alimentaria y del suministro de agua planteados por la combinación del cambio climático y las presiones demográficas, incluso en un contexto de mayor productividad agrícola y mayor eficiencia en el uso del agua. Una quinta parte de los recursos renovables de agua dulce del mundo están compartidos entre países<sup>56</sup>. Se incluyen entre ellos 261 cuencas fluviales transfronterizas, que albergan al 40% de la población mundial y están reguladas por más de 150 tratados internacionales, que no siempre incluyen a todos los Estados ribereños<sup>57</sup>. Para que los países puedan gestionar esos recursos en forma más intensiva, tendrán que fomentar la cooperación en relación con masas de agua internacionales aprobando nuevos tratados internacionales o revisando los ya existentes. El sistema de asignación del agua deberá revisarse debido a la creciente variabilidad, y la cooperación puede ser eficaz únicamente cuando los países ribereños participan y son responsables de la gestión del curso de agua.

De la misma manera, la creciente aridez de los países que importan ya una gran parte de sus alimentos, junto con episodios extremos más frecuentes y el crecimiento de los ingresos y de la población, incrementará la necesidad de importaciones de alimentos<sup>58</sup>. Pero los mercados mundiales de alimentos no tienen demasiado alcance: son relativamente pocos los países que exportan cultivos alimenticios<sup>59</sup>. Por ello, pequeños cambios en la oferta o en la demanda pueden tener grandes efectos en los precios. Y los países pequeños con poco poder de mercado pueden tener dificultades para asegurarse importaciones alimentarias fiables.

Para garantizar el suministro suficiente de agua y la nutrición para todos, el mundo tendrá que contar con un sistema de comercio mejorado, menos expuesto a los grandes altibajos de los precios. La promoción del acceso a los mercados para los países en desarrollo mediante la reducción de los obstáculos comerciales, la protección del transporte frente a las inclemencias atmosféricas (por ejemplo, aumentando el acceso a carreteras abiertas durante todo el año), la mejora de los métodos de adquisición y el suministro de información de más calidad sobre el clima y los índices de mercado pueden hacer que el comercio de alimentos sea más eficiente y

**Gráfico 7 Emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>e por sector: Entre las principales fuentes se cuentan la energía, la agricultura y la silvicultura**



Fuente: IPCC, 2007a, Gráfico 2.1.

*Nota:* Proporción de emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas (causadas por el hombre) correspondientes a 2004 y expresadas como CO<sub>2</sub>e (véase la definición de CO<sub>2</sub>e en el Gráfico 1). Las emisiones asociadas con el uso de la tierra y los cambios en este uso, como en el caso de los fertilizantes agrícolas, la cría de ganado, la deforestación y la quema, corresponden al 30%, aproximadamente, del total de emisiones de gases de efecto invernadero. Y la absorción del carbono a través de los bosques, otra vegetación y los suelos contribuye a formar importantes sumideros, por lo que una mejor gestión del uso de la tierra es esencial para reducir los gases de efecto invernadero en la atmósfera.

evitar grandes oscilaciones de los precios. Las fuertes subidas de los precios pueden evitarse también invirtiendo en existencias estratégicas de cereales y alimentos clave y en instrumentos de cobertura contra riesgos<sup>60</sup>.

**Actuar de manera diferente:  
Transformar la energía, la producción  
de alimentos y los sistemas de toma  
de decisiones**

Para alcanzar las necesarias reducciones de las emisiones se necesitará una transformación tanto de nuestro sistema de energía como de la forma en que gestionamos la agricultura, el uso de la tierra y los bosques (Gráfico 7). Pero estas transformaciones deben incluir también las adaptaciones necesarias frente al cambio climático. Independientemente de que especifiquen qué cultivo se debe plantar o cuánta energía hidroeléctrica se debe generar, las decisiones relativas a la gestión y las inversiones deben tener en cuenta los cambios de la situación hidrológica y las temperaturas: más que adaptarse perfectamente al clima del pasado, las decisiones tendrán que poder

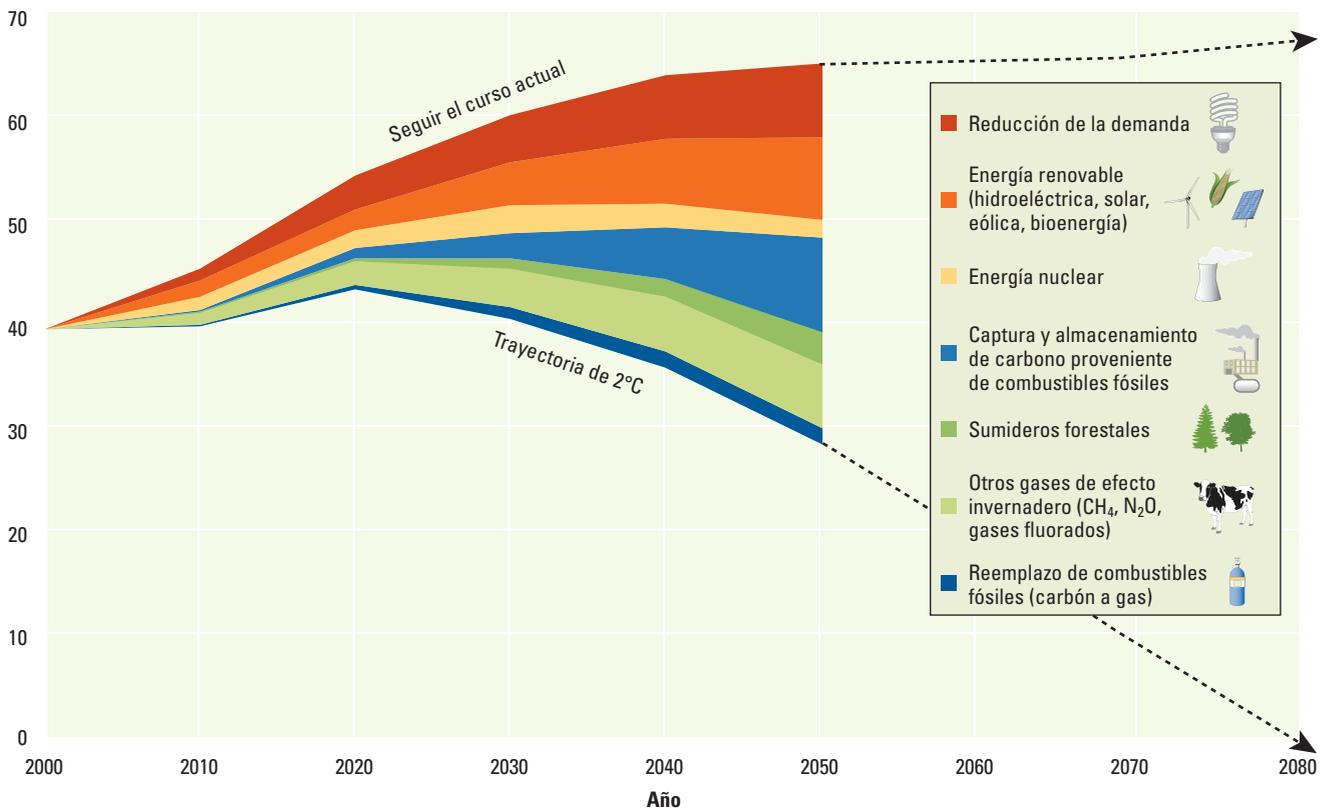
aplicarse a los diversos resultados climáticos que podrían producirse en el futuro.

**Desencadenar una verdadera revolución de la energía.** Suponiendo que se disponga de financiamiento, ¿pueden las emisiones recortarse en la medida suficiente o con la rapidez necesaria sin renunciar al crecimiento? La mayor parte de los modelos consideran que es posible, aunque ninguno lo considere fácil (véase el Capítulo 4). Un espectacular crecimiento de la eficiencia energética, una gestión más firme de la demanda de energía y un despliegue en gran escala de las actuales fuentes de electricidad con bajas emisiones de CO<sub>2</sub> podrían conseguir aproximadamente la mitad de las reducciones de emisiones necesarias para llevar al mundo hacia el objetivo de los 2°C (Gráfico 8). En muchos casos existen importantes beneficios colaterales, pero existen trabas institucionales y financieras difíciles de superar.

Así pues, las tecnologías y prácticas conocidas pueden permitir ganar tiempo si se pueden proyectar en mayor escala. Para que

**Gráfico 8 El conjunto de medidas existentes y tecnologías avanzadas no es la panacea pero será necesario para encauzar al mundo hacia la trayectoria de 2°C**

CO<sub>2</sub>e (en gigatoneladas)



Fuente: Equipo del IDM con datos de IIASA, 2009.

ello ocurra, es absolutamente imprescindible lograr precios adecuados para la energía. La reducción de las subvenciones y el aumento de los impuestos sobre los combustibles son difíciles desde el punto de vista político, pero la reciente subida y caída de los precios del petróleo y el gas hace que éste sea el momento oportuno para intentarlo. De hecho, los países europeos utilizaron la crisis del petróleo de 1974 para introducir fuertes impuestos sobre los combustibles. En consecuencia, la demanda de combustible es aproximadamente la mitad de lo que habría sido probablemente si los precios hubieran sido semejantes a los de los Estados Unidos<sup>61</sup>. De la misma manera, los precios de la electricidad son dos veces más altos en Europa que en los Estados Unidos, y el consumo de electricidad per cápita es la mitad<sup>62</sup>. Los precios ayudan a explicar por qué las emisiones europeas per cápita (10 t de CO<sub>2</sub>e) son menos de la mitad que las de los Estados Unidos (23 t)<sup>63</sup>. Según las estimaciones, las subvenciones mundiales de la energía en los países en desarrollo sumaban un total de US\$310.000 millones en 2007<sup>64</sup>, y beneficiaban de forma desproporcionada a las poblaciones de ingreso más elevado. La racionalización de las subvenciones a la energía para tener más en cuenta a los pobres y alentar el transporte y la energía sostenible podría reducir las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> y aportar muchos otros beneficios.

Pero los precios son sólo uno de los instrumentos disponibles para impulsar el programa de eficiencia energética, que adolece de deficiencias de mercado, altos costos de transacción y problemas de financiamiento. Las normas, la reforma reglamentaria y los incentivos financieros son también necesarios,

además de eficaces en función de los costos. Las normas de eficiencia y los programas de etiquetado cuestan aproximadamente 1,5 centavos por kilovatio-hora, mucho menos que cualquiera de las opciones de suministro de electricidad<sup>65</sup>, mientras que los objetivos de rendimiento de la energía industrial fomentan la innovación y aumentan la competitividad<sup>66</sup>. Y dado que los servicios públicos pueden ser cauces de suministro eficaces para conseguir que las casas, los edificios comerciales y la industria tengan mayor eficiencia energética, hay que ofrecer a esos servicios públicos incentivos para la conservación de la energía. Ello puede conseguirse distinguiendo entre los beneficios de los servicios públicos y sus ventas brutas, de manera que los beneficios aumenten a medida que progrese la conservación de energía. Este planteamiento es la base del notable programa de conservación de energía de California; su aceptación ha llegado a convertirse en condición para que un estado de los Estados Unidos reciba donaciones federales en concepto de eficiencia energética con cargo al programa de estímulo fiscal de 2009.

Por lo que se refiere a la energía renovable, la compra de electricidad a largo plazo dentro de un marco regulador que garantice el acceso abierto y equitativo a la red para los productores de electricidad independientes resulta atractiva para los inversionistas. Ello puede conseguirse mediante compras obligatorias de energía renovable con un precio fijo (lo que se conoce con el nombre de tarifa de instalación), como en Alemania y España, o mediante normas sobre la cartera de energía renovable que exigen que una parte mínima de la energía proceda de fuentes renovables, como en muchos estados de los Estados Unidos<sup>67</sup>. Una consideración importante es que el aumento previsible de la demanda reducirá probablemente los costos de la energía renovable, con beneficios para todos los países. De hecho, la experiencia revela que la demanda prevista puede contribuir todavía más que la innovación tecnológica a hacer bajar los precios (Gráfico 9).

Pero será indispensable contar con nuevas tecnologías: todos los modelos de energía examinados en el contexto del presente Informe llegan a la conclusión de que es imposible mantener la trayectoria de los 2°C únicamente gracias a la eficiencia energética y a la difusión de las tecnologías existentes. Son también fundamentales las tecnologías nuevas o emergentes, como la captura y el almacenamiento del carbono, los biocombustibles de segunda generación y la energía fotovoltaica solar.

**Gráfico 9 La elevada demanda esperada impulsó reducciones de costos en la energía solar fotovoltaica al permitir un aumento de la escala de producción**

**Reducción de costos por factor (US\$/vatio)**



Fuente: Adaptado de Nemet, 2006.

Nota: Las barras muestran la porción de la reducción del costo de la energía solar fotovoltaica entre 1979 y 2001, teniendo en cuenta factores tales como el tamaño de la planta (determinado por la demanda prevista) y una mayor eficiencia (impulsada por la innovación proveniente de las actividades de investigación y desarrollo). La categoría "Otros" incluye reducciones del precio del silicio, la principal materia prima (12%), y muchos otros factores menores (incluidas una reducción de la cantidad de silicio necesaria para obtener determinada producción de energía, y menores cantidades de productos descartados debido a errores de fabricación).

Pocas de las nuevas tecnologías necesarias están ya plenamente disponibles. Los actuales proyectos de demostración de captura y almacenamiento del carbono almacenan en la actualidad sólo unos 4 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> anuales<sup>68</sup>. Para demostrar plenamente la viabilidad de esta tecnología en diferentes regiones y contextos se necesitarán aproximadamente 30 centrales de gran tamaño con un costo de US\$75.000 millones a US\$100.000 millones<sup>69</sup>. Para alcanzar el objetivo de los 2°C se necesitará una capacidad de almacenamiento de 1.000 millones de toneladas anuales de CO<sub>2</sub> para el año 2020.

Son también necesarias las inversiones en investigación sobre biocombustibles. El aumento de la producción mediante la utilización de la actual generación de biocombustibles desplazaría grandes extensiones de bosques y pastizales naturales y competiría con la producción de alimentos<sup>70</sup>. Los biocombustibles de segunda generación que dependen de los cultivos no alimentarios pueden reducir la competencia con la agricultura utilizando más tierras marginales. Pero podrían dar lugar a la pérdida de tierras de pasto y de ecosistemas de pastizales y competir por los recursos hídricos<sup>71</sup>.

Los avances de las tecnologías climáticas inteligentes requerirán un gasto notablemente mayor en concepto de investigación, desarrollo, demostración y despliegue. Como se ha señalado antes, el gasto mundial público y privado en IDD de la energía es modesto, tanto en relación con las necesidades estimadas como en comparación con lo que invierten las industrias innovadoras<sup>72</sup>. Este gasto modesto se traduce en un progreso lento, y la energía renovable representa todavía sólo el 0,4% de todas las patentes<sup>73</sup>. Además, los países en desarrollo necesitarán acceso a esas tecnologías, que requerirán también un fuerte impulso de la capacidad interna de localizar y adaptar nuevas tecnologías, además de reforzar los mecanismos internacionales para la transferencia de tecnología (véase el Capítulo 7).

### *Transformar la ordenación de la tierra y el agua y compaginar demandas contradictorias.*

En el año 2050, el mundo necesitará alimentar a 3.000 millones más de personas y hacer frente a las cambiantes exigencias alimentarias de una población más rica (las personas más ricas comen más carne, y este mecanismo de obtención de proteínas requiere mayor

## RECUADRO 5 *Planteamientos prometedores tanto para los agricultores como para el medio ambiente*

### **Prácticas prometedoras**

Las prácticas agrícolas como el cultivo sin actividades de labranza (que supone la introducción de las semillas directamente en el suelo en vez de sembrarlas en tierras previamente labradas), junto con la gestión de los residuos y la utilización adecuada de fertilizantes, pueden ayudar a conservar la humedad del suelo, aumentar la infiltración del agua, incrementar el almacenamiento de carbono, reducir la escorrentía de nutrientes y elevar los rendimientos. Esta práctica se utiliza aproximadamente en el 2% de la tierra de cultivo de todo el mundo, y es probable que se vaya extendiendo. Ha sido ya ampliamente adoptada en los países de ingreso alto, pero se está divulgando con rapidez en países como India. En 2005, en el sistema agrícola de cultivo del arroz de la llanura del Indo-Ganges, los agricultores adoptaron esta práctica en 1,6 millones de hectáreas; ya en 2008, el 20%–25% del trigo de dos estados indios (Harvana y Punjab) se cultivó utilizando el sistema de labranza mínima. Y en Brasil, se utilizan estas prácticas en aproximadamente el 45% de la tierra de cultivo.

### **Tecnologías prometedoras**

Las técnicas de la agricultura de precisión para la aplicación selectiva y oportuna de la cantidad mínima necesaria de fertilizantes y agua podrían ayudar a las explotaciones agrícolas intensivas con alta concentración de insumos de los países de ingreso alto, Asia y América Latina a disminuir las emisiones y la escorrentía de nutrientes y a lograr una mayor eficiencia en el aprovechamiento del agua. Entre las nuevas tecnologías que limitan las emisiones de nitrógeno gaseoso se incluyen la liberación controlada de nitrógeno, mediante la introducción profunda de supergránulos de fertilizantes, o la agregación de inhibidores biológicos a los fertilizantes. Las tecnologías de teledetección para transmitir información precisa sobre la humedad del suelo y las necesidades de riego pueden eliminar la aplicación innecesaria de agua. Algunas de las tecnologías pueden ser todavía demasiado costosas para la mayoría de los agricultores de los países en desarrollo (y podría requerir planes de pago para la conservación del carbono del suelo o nuevos precios del agua). En cambio, los inhibidores biológicos no requieren mano de obra adicional pero aumentan la productividad.

### **Aprender del pasado**

Otro planteamiento, basado en una tecnología utilizada por los pueblos indígenas de los bosques higrófilos del Amazonas, podría retener el carbono en gran escala al mismo tiempo que mejoraría la productividad de los suelos. Consiste en la quema de estiércol o residuos de cultivos húmedos (biomasa) a temperaturas bajas en ausencia casi total de oxígeno para producir biocarbón, sólido semejante al carbón vegetal con un contenido muy alto de carbono. El biocarbón es muy estable en el suelo, y retiene el carbono que, de lo contrario, se liberaría mediante la quema de la biomasa o su descomposición. En contextos industriales, este proceso transforma la mitad del carbono en biocombustible y la otra mitad en biocarbón. Un análisis reciente parece indicar que el biocarbón puede almacenar carbono durante siglos, y quizá hasta milenios, y se están realizando nuevos estudios para comprobarlo.

*Fuentes:* De la Torre, Fajnzylber y Nash 2008; Derpsch y Friedrich 2009; Erenstein 2009; Erenstein y Laxmi 2008; Lehmann 2007; Wardle, Nilsson y Zackrisson 2008.

concentración de recursos). Ese esfuerzo deberá llevarse a cabo en condiciones climáticas más difíciles, con más tormentas, sequías e inundaciones. Además, la agricultura debe incorporarse en el programa de mitigación, ya que explica aproximadamente la mitad de la deforestación anual y aporta directamente el 14% de todas las emisiones. Los ecosistemas, ya debilitados por la contaminación, la presión demográfica y el uso excesivo, se ven además amenazados por el cambio climático. El objetivo de aumentar la producción y la protección con condiciones climáticas más difíciles y, al mismo tiempo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero requerirá ímprobos esfuerzos. Habrá que compaginar las demandas contradictorias de tierra y agua de la agricultura, los bosques y otros ecosistemas, las ciudades y la energía.

Así pues, la agricultura tendrá que ser más productiva, y aumentar la producción por gota de agua y por hectárea, pero sin aumentar los costos ambientales actualmente asociados con la agricultura intensiva. Las sociedades deberán esforzarse más por proteger los ecosistemas. Para no tener que dedicar más tierras al cultivo e invadir las tierras y los bosques “no sometidos a ordenación”, la productividad agrícola tendrá que aumentar, quizá nada menos que un 1,8% al año, en comparación con un 1% al año en ausencia de cambio climático<sup>74</sup>. La mayor parte de ese aumento tendrá que ocurrir en los países en desarrollo, ya que la agricultura de los países de ingreso alto ha alcanzado casi el nivel máximo de rendimientos viables. Afortunadamente, están apareciendo nuevas tecnologías y prácticas (Recuadro 5). Algunas aumentan la productividad y la capacidad de resistencia, ya que secuestran el carbono en el suelo y reducen la escorrentía de nutrientes que provoca daños en los ecosistemas acuáticos. Pero se necesita más investigación para su proyección en mayor escala.

La intensificación de los esfuerzos para conservar las especies y los ecosistemas deberán compaginarse con la producción de alimentos (mediante la agricultura o la pesca). Las zonas protegidas, que constituyen ya el 12% de la superficie terrestre pero sólo una pequeña parte del sistema de océanos y de agua dulce, no puede ser la única solución para mantener la biodiversidad, ya que el área de distribución de las especies probablemente desbordará los límites de esas zonas. Por su parte, los paisajes ecoagrícolas, donde los agricultores crean mosaicos de hábitats cultivados y naturales, podrían facilitar la migración de especies. Las prácticas de la ecoagricultura, al mismo tiempo que son beneficiosas para la biodiversidad,

aumentan la capacidad de resistencia de la agricultura frente al cambio climático, así como la productividad y los ingresos agrícolas. En América Central los daños provocados por el huracán Mitch en las explotaciones que utilizan estas prácticas fueron la mitad o menos de los sufridos en otros lugares<sup>75</sup>. La mejora de las prácticas de barbecho en Zambia, incluido el uso de árboles leguminosos<sup>76</sup> y cultivos de cobertura, aumentó la fecundidad de los suelos y redujo la erosión, con lo que prácticamente se triplicaron los ingresos agrícolas netos anuales<sup>77</sup>.

Para que la agricultura se adapte al cambio climático es imprescindible mejorar la ordenación de los recursos hídricos. Las cuencas fluviales perderán capacidad natural de almacenamiento del agua en el hielo y la nieve y sufrirán una pérdida de recarga de los acuíferos a medida que la subida de las temperaturas aumente la evaporación. El agua puede utilizarse de manera más eficiente con una combinación de tecnologías nuevas y ya existentes, una mejor información y un uso más sensato. Estos objetivos pueden conseguirse incluso en los países pobres y con los pequeños agricultores: en Andhra Pradesh (India), un sencillo programa en que los agricultores llevan cuenta de las existencias de agua de lluvia y subterránea y aprenden nuevas técnicas de agricultura y de riesgo, ha hecho posible que un millón de agricultores reduzcan voluntariamente a niveles sostenibles el consumo de agua subterránea<sup>78</sup>.

Entre las medidas adoptadas para aumentar los recursos hídricos se incluyen las presas, pero éstas sólo pueden ser una parte de la solución y deberán diseñarse con criterios flexibles para hacer frente a la mayor variabilidad de las precipitaciones. Las inversiones para almacenar más agua subterránea y reponer los acuíferos gozan de gran aceptación en los países en desarrollo con estrés hídrico, en particular en India y en el Oriente Medio. Entre ellas se incluyen las presas de contención (pequeñas estructuras que frenan el caudal de agua en zanjas o canales de drenaje), los estanques de almacenamiento y otros métodos para introducir directamente en los acuíferos las aguas pluviales y las aguas residuales tratadas. Otros planteamientos son la utilización del agua reciclada y la desalinización, que, aun siendo costosa, puede ser una solución válida para usos de valor elevado en las zonas costeras, sobre todo si se utiliza para ello energía renovable (véase el Capítulo 3).

El cambio de las prácticas y tecnologías puede representar un desafío, sobre todo

## RECUADRO 6 *Necesidad de inventiva: La adaptación requiere nuevos instrumentos y nuevos conocimientos*

Independientemente de los esfuerzos de mitigación, la humanidad deberá adaptarse a los cambios climáticos, que serán considerables en todos los lugares y en muchos ámbitos diferentes.

### Capital natural

Se necesitará una gran diversidad de activos naturales para hacer frente al cambio climático y garantizar la productividad de la agricultura, la silvicultura y la pesca. Por ejemplo, se necesitan variedades de cultivo que den buenos rendimientos en condiciones de sequía, calor y mayor nivel de CO<sub>2</sub>. Pero el proceso de selección de cultivos impulsado por el sector privado y los agricultores favorece la homogeneidad adaptada a las condiciones pasadas o actuales, no las variedades capaces de conseguir sistemáticamente altos rendimientos en condiciones más calurosas, más húmedas o más secas. Se necesitan programas genéticos acelerados para conservar una reserva más amplia de recursos genéticos de los actuales cultivos y razas y de sus variedades silvestres afines. Los ecosistemas relativamente intactos, como las zonas de captación boscosas, los manglares y los humedales, pueden ofrecer una protección frente a los impactos del cambio climático. Este cambio hace que los sistemas mismos estén expuestos al riesgo, y se necesitarán planteamientos de gestión más proactivos y adaptativos. Es preciso

establecer conexiones entre las zonas naturales, como los corredores de migración, para facilitar el desplazamiento de las especies con el fin de ajustarse al cambio climático.

### Capital físico

Es probable que el cambio climático tenga repercusiones en la infraestructura que no son fácilmente previsible, y que varían considerablemente según el emplazamiento geográfico. Por ejemplo, la infraestructura de las zonas bajas se ve amenazada por las inundaciones de los ríos y la elevación del nivel del mar, sea en la Bahía de Tánger, en la ciudad de Nueva York o en Shanghái. Las olas de calor reblandecen el asfalto y pueden obligar a cerrar algunas carreteras, merman la capacidad de las líneas de transmisión eléctrica y calientan el agua necesaria para enfriar las centrales eléctricas térmicas y nucleares, además de incrementar la demanda de electricidad. Es probable que las incertidumbres influyan no sólo en las decisiones sobre la inversión sino también en el diseño de infraestructura capaz de resistir al cambio climático. Una incertidumbre semejante acerca de la fiabilidad del suministro de agua está dando lugar a estrategias integradas de gestión y tecnologías mejoradas en relación con los recursos hídricos como sistema de protección frente al cambio climático. Se necesitarán mayores conocimientos técnicos

y capacidades en el sector de la ingeniería para diseñar infraestructuras futuras teniendo en cuenta el cambio climático.

### Salud humana

Muchas adaptaciones de los sistemas de salud al cambio climático implicarán inicialmente opciones prácticas basadas en los conocimientos existentes. Otras, en cambio, requerirán nuevos conocimientos técnicos. Los avances de la genómica están permitiendo diseñar nuevos instrumentos de diagnóstico que pueden detectar nuevas enfermedades infecciosas. Estos instrumentos, junto con los avances de las tecnologías de las comunicaciones, pueden detectar las tendencias emergentes en el sector de la salud y ofrecer a sus profesionales oportunidades de intervenir sin demora. Las innovaciones en una serie de tecnologías están transformando ya la medicina. Por ejemplo, la utilización de los dispositivos de diagnóstico manuales y las consultas por vídeo están ampliando las perspectivas de la telemedicina y facilitando la conexión entre las comunidades aisladas y la infraestructura sanitaria mundial.

*Fuentes:* Burke, Lobell y Guarino (de próxima aparición); Ebi y Burton 2008; Falloon y Betts (de próxima aparición); Guthrie, Juma y Sillem 2008; Keim 2008; Koetse y Rietveld 2009; National Academy of Engineering 2008; Snoussi y otros 2009.

en zonas pobres, rurales y aisladas, donde la introducción de nuevos procedimientos obliga a colaborar con un gran número de interlocutores muy reacios a aceptar riesgos, que habitan en lugares remotos y que se encuentran con obstáculos e incentivos diferentes. Los organismos de extensión suelen tener recursos limitados para ayudar a los agricultores, y su personal está integrado por ingenieros y agrónomos, más que por especialistas en comunicación debidamente capacitados. Para aprovechar las nuevas tecnologías habrá que elevar también el nivel de instrucción de las comunidades rurales. Los nuevos modelos de educación empresarial, como el adoptado por la Universidad EARTH en Costa Rica, una de las primeras universidades de desarrollo sostenible del mundo, pueden hacer llegar a las comunidades agrícolas las ventajas de la educación técnica y adaptar los conocimientos científicos a las circunstancias locales.

*Transformar los procesos de toma de decisiones: Formulación de políticas adaptativas para*

*hacer frente a un entorno de mayor riesgo y más complejo.* El cambio climático ha acabado prácticamente con la estacionalidad, es decir, la idea de que los sistemas naturales fluctúan dentro de un margen constante de variabilidad, que ha constituido la base del diseño y la planificación de la infraestructura, la fijación de precios de los seguros y numerosas decisiones privadas, desde las fechas de plantación y recolección hasta la ubicación de las fábricas y el diseño de los edificios<sup>79</sup>. Los responsables de la toma de decisiones deben ahora tener en cuenta un cambio climático que complica las incertidumbres que ya se les planteaban. Ahora hay que tomar más decisiones en un contexto de tendencias cambiantes y de mayor variabilidad, por no mencionar los posibles problemas planteados por el carbono.

Los planteamientos elaborados y aplicados por los organismos públicos y privados, y por países de todo el mundo, desde Australia al Reino Unido, están demostrando que es posible aumentar la capacidad de resistencia incluso en ausencia de modelos costosos y

sofisticados del clima futuro<sup>80</sup>. Naturalmente, sería bueno tener proyecciones de mayor calidad y menos incertidumbre, pero estos nuevos planteamientos suelen centrarse en estrategias que son sólidas para una gran variedad de posibles resultados futuros, más que la solución óptima para unas expectativas determinadas (Recuadro 6)<sup>81</sup>. Esas estrategias pueden ser tan sencillas como la selección de variedades de semillas que den buenos resultados en climas diferentes.

Las estrategias sólidas normalmente incorporan la flexibilidad, la diversificación y la redundancia en las capacidades de respuesta (véase el Capítulo 2). Promueven medidas “sin efectos negativos”, que ofrecen beneficios (como la eficiencia en el uso del agua y de la energía) incluso en ausencia del cambio climático. Promueven también opciones reversibles y flexibles para reducir al mínimo el costo de las decisiones erróneas (la planificación urbana restrictiva de las zonas costeras puede flexibilizarse fácilmente, mientras que la retirada forzosa o el aumento de la protección pueden resultar difíciles y costosos). Incluyen márgenes de seguridad para aumentar la capacidad de resistencia (pago de los costos marginales de construcción de un puente más alto o que se pueda inundar, o ampliación de las redes de seguridad a los grupos en situación de riesgo inminente). Y recurren también a una planificación a largo plazo basada en el análisis de escenarios y en una evaluación de las estrategias en el marco de una gran variedad de futuros posibles<sup>82</sup>. El diseño y la aplicación basados en la participación son fundamentales, ya que permiten utilizar los conocimientos locales sobre las vulnerabilidades existentes y fomentan la identificación de los beneficiarios con la estrategia.

La formulación de políticas para la adaptación debe ser también adaptativa, e incluir exámenes periódicos basados en la recopilación y el seguimiento de la información, lo que resulta cada vez más viable habida cuenta de los bajos costos asociados con los progresos tecnológicos. Por ejemplo, un problema fundamental en la ordenación de los recursos hídricos es la falta de conocimiento sobre el agua subterránea, o sobre quiénes son los consumidores y qué es lo que consumen. La nueva tecnología de la teledetección permite deducir el consumo de agua subterránea, determinar qué agricultores tienen un bajo nivel de productividad del agua y especificar cuándo se debe aumentar o disminuir el uso del agua con el fin de aumentar la productividad sin reducir los rendimientos de los cultivos (véase el Capítulo 3).

### **Cómo conseguirlo: Nuevas presiones, nuevos instrumentos y nuevos recursos**

En las páginas anteriores se describen las numerosas medidas necesarias para responder al desafío del cambio climático. Muchas pueden parecer semejantes a las propuestas tradicionalmente en los libros de texto sobre el desarrollo o el medio ambiente: mejorar la ordenación de los recursos hídricos, aumentar la eficiencia energética, promover prácticas agrícolas sostenibles, eliminar las subvenciones nocivas. Pero esas propuestas han resultado difíciles de aplicar en el pasado, lo que obliga a preguntarse qué es lo que podría hacer posibles las reformas y los cambios de comportamiento necesarios. La respuesta es una combinación de nuevas presiones, nuevos instrumentos y nuevos recursos.

Las nuevas presiones son resultado de una mayor conciencia del cambio climático y de sus costos actuales y futuros. Pero una mayor conciencia no siempre se transforma en medidas prácticas: para conseguir resultados, una política de desarrollo con un enfoque climático inteligente debe romper la inercia existente en el comportamiento de las personas y organizaciones. De la opinión nacional sobre el cambio climático dependerá también el éxito de un acuerdo mundial: su adopción, pero también su aplicación. Muchas de las respuestas al problema del clima y el desarrollo serán de alcance nacional y hasta local, pero se necesita un acuerdo mundial para generar nuevos instrumentos y nuevos recursos para la acción (véase el Capítulo 5). Por ello, si bien es cierto que las nuevas presiones deben comenzar en casa, con nuevos comportamientos y un cambio en la opinión pública, la acción debe contar con el apoyo de un acuerdo internacional eficiente y eficaz, que tenga en cuenta las realidades del desarrollo.

#### ***Nuevas presiones: Para conseguir resultados positivos se requiere un nuevo comportamiento y un cambio de la opinión pública***

Los regímenes internacionales influyen en las políticas nacionales pero son, a su vez, resultado de factores internos. Las normas políticas, las estructuras de gobierno y los intereses creados determinan la traducción del derecho internacional en políticas nacionales, al mismo tiempo que configuran el régimen internacional<sup>83</sup>. En ausencia de un mecanismo mundial encargado de imponer la observancia, los incentivos para cumplir los compromisos mundiales son de origen interno.

### RECUADRO 7 Ciudades que reducen su huella de carbono

El movimiento en favor de las ciudades sin huella de carbono demuestra que los gobiernos locales están adoptando medidas, incluso en ausencia de compromisos internacionales o de políticas nacionales rigurosas. En los Estados Unidos, país que no ha ratificado el Protocolo de Kyoto, casi 100 ciudades han acordado incluir el objetivo del Protocolo de Kyoto en el acuerdo de los alcaldes para la protección del clima. En Rizhao, ciudad de China meridional con tres millones de habitantes, el gobierno municipal combinó incentivos e instrumentos legislativos para alentar el uso eficiente en gran escala de la energía renovable. Se construyen rascacielos que utilizan energía solar, y el 99% de los hogares de Rizhao emplean esa energía en los calentadores. Casi todas las señales de tráfico, farolas del alumbrado público e iluminaciones de los parques utilizan células

solares fotovoltaicas. En total, la ciudad tiene más de 500.000 m<sup>2</sup> de paneles solares de calentamiento del agua, el equivalente a aproximadamente 0,5 megavatios de calentadores de agua eléctricos. Como consecuencia de estos esfuerzos, el uso de la energía se ha reducido casi un tercio y las emisiones de CO<sub>2</sub> son sólo la mitad.

Las manifestaciones de la tendencia hacia ciudades sin huella de carbono se están multiplicando fuera de China. En 2008, Sydney fue la primera ciudad de Australia sin huella de carbono, gracias a medidas de eficiencia energética, energía renovable y compensaciones de las emisiones de carbono. Copenhague tiene previsto reducir a cero sus emisiones de carbono para 2025. El plan incluye inversiones en energía eólica y la promoción de los automóviles eléctricos y de hidrógeno, con servicios gratuitos de aparcamiento y recarga.

Más de 700 ciudades y gobiernos locales de todo el mundo están participando en la campaña “Ciudades en favor de la protección del clima”, con el fin de adoptar políticas y medidas cuantificables para reducir las emisiones locales de gases de efecto invernadero (<http://www.iclei.org>). Junto con otras asociaciones gubernamentales locales, como el Grupo de Liderazgo Climático de Grandes Ciudades C40 y el Consejo Mundial de Alcaldes sobre el Cambio Climático, han emprendido un proceso que busca la potenciación y la inclusión de las ciudades y los gobiernos locales en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

*Fuentes:* Bai 2006; Banco Mundial 2009e; Grupo de Liderazgo Climático de Grandes Ciudades C40 (<http://www.c40cities.org>, consultado el 1 de agosto de 2009).

Para dar buenos resultados, una política de desarrollo con un enfoque climático inteligente tiene que considerar estos determinantes locales. Las políticas de mitigación que pueda aplicar un país dependerán de factores internos, como la combinación de diferentes tipos de energía, las fuentes actuales y potenciales de energía y la preferencia por políticas estatales o impulsadas por el mercado. La búsqueda de beneficios locales complementarios —como un aire más limpio, la transferencia de tecnología y la seguridad energética— es fundamental para generar el apoyo suficiente.

Las políticas climáticas inteligentes deben superar también la inercia observable en el comportamiento de las personas y organizaciones. La fijación de precios es sólo parte del problema. Importa también cómo se ven esos problemas. Para liberar a las economías modernas de los combustibles fósiles y aumentar la capacidad de resistencia al cambio climático habrá que modificar la actitud de los consumidores, los dirigentes de empresas y los responsables de la toma de decisiones. Los desafíos que plantea la modificación de comportamientos arraigados obligan a hacer especial hincapié en las políticas e intervenciones no relacionadas con el mercado.

En todo el mundo, los programas de gestión de riesgos de desastres mundiales insisten en el cambio de la percepción comunitaria del riesgo. La Ciudad de Londres ha hecho de los programas de comunicación y educación

un elemento central de su plan de acción “Londres se calienta”. Asimismo, las empresas de servicios públicos de los Estados Unidos han comenzado a utilizar las normas sociales y la presión comunitaria para alentar una menor demanda de energía: basta con hacer ver a los hogares cuál es su situación con respecto a otros y manifestar la aprobación de un consumo inferior a la media para incentivar un menor consumo de energía (véase el Capítulo 8).

Para hacer frente al desafío del cambio climático habrá que cambiar también la forma en que funcionan los gobiernos. La política climática está relacionada con el mandato de muchos organismos gubernamentales, pero no es competencia específica de ninguno de ellos. Tanto en la mitigación como en la adaptación, muchas medidas necesarias requieren una perspectiva a largo plazo que va mucho más allá de las de cualquier organismo elegido. Brasil, China, India, México y el Reino Unido han creado organismos principales encargados del cambio climático, establecido organismos de coordinación de alto nivel y mejorado el uso de la información científica en la formulación de políticas (véase el Capítulo 8).

Las ciudades, provincias y regiones constituyen el espacio político y administrativo más cercano a las fuentes de emisión y a los impactos del cambio climático. Además de aplicar y articular políticas y reglamentos nacionales, realizan actividades de formulación de políticas, reglamentación y planificación en sectores clave para la mitigación (transporte,

construcción, servicios públicos, promoción local) y para la adaptación (protección social, reducción del riesgo de desastres, ordenación de los recursos naturales). Dada su mayor proximidad a los ciudadanos, estos gobiernos pueden sensibilizar a la opinión pública y movilizar a los agentes privados<sup>84</sup>. Por encontrarse en el punto de intersección entre el gobierno y el público, constituyen el espacio en que es posible exigir a los gobiernos que adopten respuestas adecuadas. Ésta es la razón por la que muchos gobiernos locales se han adelantado a los gobiernos nacionales en las iniciativas sobre el clima (Recuadro 7).

### *Nuevos instrumentos y nuevos recursos: El papel de un acuerdo mundial*

No es posible una intervención inmediata y general sin una cooperación de alcance mundial, que presupone un acuerdo considerado equitativo por todas las partes: los países de ingreso alto, que son los que deben realizar los esfuerzos más inmediatos y decididos; los países de ingreso mediano, que necesitan un nivel considerable de mitigación y adaptación, y los países de ingreso bajo, cuya prioridad es la asistencia técnica y financiera para hacer frente a la vulnerabilidad actual, por no mencionar los cambios climáticos en curso. El acuerdo debe ser también un medio eficaz para estabilizar el clima, teniendo en cuenta las enseñanzas de otros acuerdos internacionales y de los éxitos y fracasos de las grandes transferencias internacionales de recursos. Finalmente, tiene que ser eficiente, lo que requiere financiamiento suficiente e instrumentos financieros que puedan distinguir entre dónde se produce la mitigación y quién la financia: el resultado sería una mitigación con un costo mínimo.

*Un acuerdo equitativo.* La cooperación mundial en la escala necesaria para hacer frente al cambio climático sólo puede conseguirse si está basada en un acuerdo mundial que tenga en cuenta las necesidades y los obstáculos de los países en desarrollo, si puede distinguir entre dónde se produce la mitigación y quién soporta la carga de este esfuerzo, y si crea instrumentos financieros para alentar y promover la mitigación, incluso en países con carbón abundante y escasos ingresos o que hayan contribuido poco o nada históricamente al cambio climático. El que estos países aprovechen o no la oportunidad de emprender una trayectoria de desarrollo más sostenible dependerá considerablemente del apoyo financiero y técnico que puedan

ofrecer los países de ingreso más elevado. De lo contrario, los costos de la transición serán prohibitivos.

No obstante, no bastarán las contribuciones financieras para llegar a un acuerdo mundial. La economía del comportamiento y la psicología social revelan que las personas suelen rechazar los acuerdos que consideran injustos para ellas, aun cuando les aporten beneficios<sup>85</sup>. Por ello, el hecho de que todos puedan beneficiarse de la colaboración no es garantía del éxito. En los países en desarrollo existe la preocupación real de que el esfuerzo por integrar el clima y el desarrollo les obligue a ellos a cargar con la responsabilidad de la mitigación.

La entronización del principio de la equidad en un acuerdo mundial contribuiría en gran medida a despejar estas preocupaciones y a generar mayor confianza. El objetivo a largo plazo de que las emisiones per cápita converjan hacia una banda preestablecida podría garantizar que ningún país se vea condenado a soportar una parte desigual de los bienes comunes atmosféricos. India ha declarado recientemente que nunca superará el promedio de las emisiones per cápita de los países de ingreso alto<sup>86</sup>. Por ello, es fundamental que estos países adopten medidas enérgicas para situar su propia huella de carbono en niveles sostenibles. De esa manera, darían muestras de su capacidad de liderazgo, fomentarían la innovación y harían posible que todos emprendieran una trayectoria de crecimiento con baja intensidad de carbono.

Otro motivo importante de preocupación de los países en desarrollo es el acceso a la tecnología. La innovación en las tecnologías relacionadas con el clima continúa estando concentrada en los países de ingreso alto, aunque los países en desarrollo están reforzando su presencia (China ocupó el séptimo lugar por número total de patentes de energía renovable<sup>87</sup>, y una empresa india ocupa ahora el primer puesto en cuanto al número de automóviles eléctricos en la carretera<sup>88</sup>). Además, los países en desarrollo —al menos los más pequeños o más pobres— quizá necesiten asistencia para producir nuevas tecnologías o acomodarlas a sus circunstancias. Ello resulta particularmente problemático en el caso de la adaptación, ya que estas tecnologías pueden ser muy específicas de cada lugar.

Las transferencias internacionales de tecnologías limpias han sido hasta ahora modestas. Han tenido lugar, como mucho, en un tercio de los proyectos financiados a través del Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL), principal cauce de financiamiento de las inversiones en tecnologías con bajo nivel de

carbono en los países en desarrollo<sup>89</sup>. El Fondo para el Medio Ambiente Mundial, que en el pasado ha asignado unos US\$160 millones anuales a programas de mitigación del clima<sup>90</sup>, ofrece apoyo para la realización de evaluaciones sobre las necesidades de tecnología en 130 países. Recientemente se han comprometido unos US\$5.000 millones en el marco del nuevo Fondo para una tecnología limpia con el fin de ayudar a los países en desarrollo respaldando inversiones cuantiosas y arriesgadas en tecnologías limpias, pero no hay acuerdo a la hora de determinar qué es lo que constituye una tecnología limpia.

La incorporación de acuerdos sobre la tecnología en un acuerdo mundial sobre el clima podría fomentar la innovación tecnológica y garantizar el acceso de los países en desarrollo. La colaboración internacional es imprescindible para producir y compartir tecnologías climáticas inteligentes. Por lo que respecta a la producción, lo que se necesita son acuerdos de distribución de costos para las tecnologías en gran escala y de alto riesgo, como la captura y el almacenamiento del carbono (véase el Capítulo 7). Los acuerdos internacionales sobre normas crean mercados para la innovación. El apoyo internacional a la transferencia de tecnología puede adoptar la forma de producción conjunta e intercambio tecnológico, o de apoyo financiero para el costo incremental de adopción de tecnologías nuevas y más limpias (como ocurrió con el Fondo Multilateral para la Aplicación del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono).

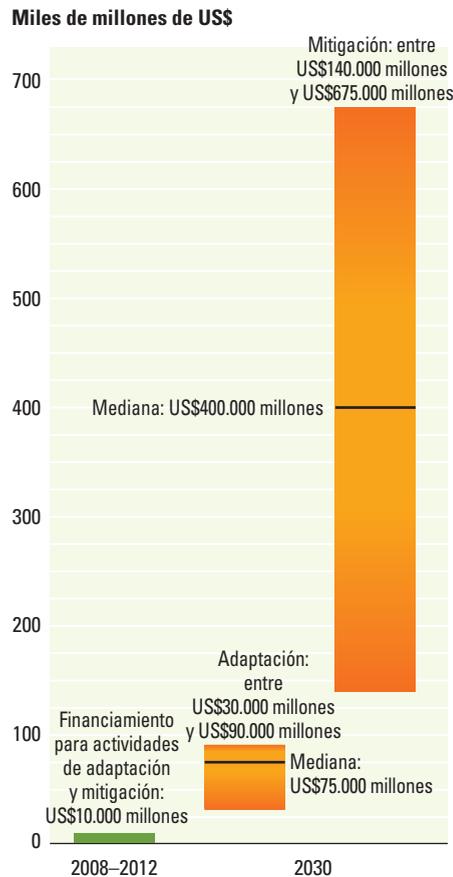
Un acuerdo mundial deberá ser también aceptable por los países de ingreso alto. A éstos les preocupan las cargas financieras que podrían recaer sobre ellos y quieren garantizar que las transferencias financieras consigan los resultados deseados en los frentes de la adaptación y la mitigación. Les preocupa también que un planteamiento en varios niveles permita a los países en desarrollo aplazar sus medidas y, en consecuencia, reduzca su competitividad con los principales países de ingreso mediano.

### Un acuerdo eficaz: Enseñanzas de la eficacia de la ayuda y de los acuerdos internacionales.

Un acuerdo eficaz sobre el clima conseguirá los objetivos convenidos con respecto a la mitigación y la adaptación. Su diseño puede incorporar las enseñanzas de la eficacia de la ayuda y de los acuerdos internacionales. El financiamiento del clima no es financiamiento de la ayuda, pero la experiencia de la ayuda ofrece sin duda enseñanzas fundamentales.

En particular, ha quedado claro que los compromisos no suelen respetarse a no ser que coincidan con los objetivos de un país: es el debate de la condicionalidad frente a la. Por ello, el financiamiento de las medidas de adaptación y mitigación deberá organizarse en torno a un proceso que aliente al país receptor a elaborar un programa de desarrollo con bajos niveles de carbono, y a adoptarlo como propio. La experiencia de la ayuda demuestra también que la existencia de múltiples fuentes de financiamiento impone enormes costos de transacción a los países receptores y reduce la eficacia. Y si bien las fuentes de financiamiento pueden ser independientes, el gasto de los

**Gráfico 10 La brecha es amplia: Estimación del financiamiento anual destinado al cambio climático que se necesita para una trayectoria de 2°C, en comparación con los recursos actuales**



Fuentes: En el caso de la mitigación: CMNUCC, 2008; IIASA, 2009; OIE, 2008c; McKinsey Global Institute, 2009a; comunicación de datos adicionales de McKinsey para 2030, utilizando un tipo de cambio de dólares estadounidenses a euros de US\$1,50 a €1,00; Edmonds y otros, 2008, y datos adicionales proporcionados por Jae Edmonds. En el caso de la adaptación: Agrawala y Fankhauser, 2008; Banco Mundial, 2009c y Project Catalyst, 2009.

Nota: Las barras sombreadas representan la amplitud de las estimaciones sobre necesidades de adaptación y mitigación en 2030, además de la mediana.

recursos destinados a la adaptación y la mitigación debe integrarse plenamente en las iniciativas de desarrollo.

Los acuerdos internacionales demuestran también que los planteamientos en varios niveles pueden ser una forma adecuada de atraer a interlocutores muy diferentes hacia un acuerdo único. Un buen ejemplo es el de la Organización Mundial del Comercio: el trato especial y diferenciado ofrecido a los países en desarrollo ha sido una característica distintiva del sistema de comercio multilateral durante la mayor parte del período de la posguerra. En las negociaciones sobre el clima se están formulando propuestas en torno al marco diferenciado del Plan de Acción de Bali de la CMNUCC<sup>91</sup>. Según estas propuestas, los países desarrollados se comprometerían con objetivos de producción —entendiendo por “producción” las emisiones de gases de efecto invernadero— y los países en desarrollo se comprometerían a aceptar cambios normativos, más que objetivos de emisión.

Este planteamiento resulta atractivo por tres razones. En primer lugar, puede ofrecer oportunidades de mitigación que conlleven beneficios colaterales para el desarrollo. En segundo lugar, está en consonancia con la situación de los países en desarrollo, donde el rápido crecimiento demográfico y económico está impulsando la expansión acelerada del capital (con oportunidades de consolidación positiva o negativa) y aumenta la urgencia de orientar los sistemas de energía, urbanos y de transporte hacia una trayectoria con bajo nivel de carbono. Una opción basada en políticas puede ser también un marco adecuado para los países con una proporción elevada de emisiones difícilmente cuantificables procedentes del uso de la tierra, el cambio del uso de la tierra y la silvicultura. En tercer lugar, es menos probable que este planteamiento exija el seguimiento de flujos complejos, lo que representa un desafío para muchos países. No obstante, es imprescindible un cierto seguimiento y evaluación global de estos planteamientos, aunque sólo sea para comprender su eficacia<sup>92</sup>.

### *Un acuerdo eficiente: El papel del financiamiento de las medidas contra el cambio climático*

El financiamiento de las medidas contra el cambio climático puede compaginar la equidad y la eficiencia distinguiendo entre dónde tiene lugar la acción y quién la paga. El flujo de financiamiento suficiente hacia los países en desarrollo —junto con el fortalecimiento de la

capacidad y el acceso a la tecnología— puede contribuir a un crecimiento y desarrollo con bajos niveles de carbono. Si el financiamiento de las medidas de mitigación se orienta hacia el lugar donde más bajos son sus costos, aumentará la eficiencia. Si el financiamiento de la adaptación se destina a los lugares donde mayores son las necesidades, pueden evitarse pérdidas y sufrimientos innecesarios. El financiamiento relacionado con el clima ofrece los medios de compaginar equidad, eficiencia y eficacia en las medidas contra el cambio climático.

No obstante, los actuales niveles de financiamiento son muy inferiores a las necesidades previsibles. El financiamiento de la mitigación necesario en los países en desarrollo podría ser de aproximadamente US\$400.000 millones al año en 2030 (utilizando la mediana de las estimaciones del Cuadro 1). Los flujos actuales del financiamiento de la mitigación, unos US\$8.000 millones al año hasta 2012, son mucho menores. Y la cantidad actualmente disponible para la adaptación en los países en desarrollo, menos de US\$1.000 millones anuales, resulta insignificante en comparación con los US\$75.000 millones anuales que se necesitarían con ese fin (Gráfico 10).

Esta insuficiencia del financiamiento se agrava por las notables ineficiencias en la forma de generar y desplegar los fondos. Entre los problemas clave se incluyen la fragmentación de las fuentes de financiamiento, los elevados costos de aplicación de los mecanismos de mercado, como el MDL, y el recurso a instrumentos insuficientes y distorsionantes para recaudar fondos con destino a la adaptación.

En el Capítulo 6 se señalan casi 20 fondos bilaterales y multilaterales diferentes relacionados con el cambio climático, actualmente propuestos o ya en funcionamiento. Esta fragmentación tiene un costo, reconocido en la Declaración de París sobre la eficacia de la ayuda: cada fondo tiene su propio sistema de gobierno, lo que aumenta los costos de transacción para los países en desarrollo, y la armonización con los objetivos de desarrollo del país puede encontrar problemas si las fuentes de financiamiento son reducidas. Otros principios de la Declaración de París, como la apropiación, la armonización de los donantes y la mutua rendición de cuentas, se ven también comprometidos cuando el financiamiento es muy fragmentario. Está plenamente justificada una fusión eventual de los fondos en un número más limitado.

De cara al futuro, la fijación de los precios del carbono, sea mediante un impuesto o un

## RECUADRO 8 *Papel del uso de la tierra, la agricultura y la silvicultura en la gestión del cambio climático*

El uso de la tierra, la agricultura y la silvicultura ofrecen un considerable potencial de mitigación pero han sido temas polémicos en las negociaciones sobre el clima. ¿Podrían las emisiones y las absorciones medirse con la precisión necesaria? ¿Qué puede hacerse con las fluctuaciones naturales del crecimiento y las pérdidas resultantes de incendios asociados con las variaciones del clima mundial? ¿Deberían los países obtener créditos por medidas adoptadas decenios o siglos antes de la negociación sobre el clima? ¿Podrían los créditos procedentes de actividades terrestres inundar el mercado del carbono y hacer bajar el precio del carbono, con lo que se reducirían los incentivos a la mitigación? Se han realizado progresos en muchas de estas cuestiones y el IPCC ha promulgado orientaciones para medir los gases de efecto invernadero de origen terrestre.

La deforestación mundial neta alcanzó un promedio de 7,3 millones de ha al año entre 2000 y 2005, y aportó aproximadamente 5 gigatoneladas anuales de emisiones de CO<sub>2</sub>, es decir, alrededor de una cuarta parte de la reducción de emisiones necesaria. Otra reducción de 0,9 gigatoneladas podría conseguirse gracias a la reforestación y a una mejor ordenación forestal en los países en desarrollo. Pero la mejora de la ordenación forestal y la reducción de la deforestación en los países en desarrollo no forman actualmente parte del MDL internacional, de la CMNUCC.

Hay también interés por crear un mecanismo para los pagos relacionados con una mejor gestión del carbono del suelo y otros gases de efecto invernadero producidos por la agricultura. Técnicamente, podría conseguirse una reducción de aproximadamente 6 gigatoneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>e recortando las actividades de labranza de los suelos y mejorando la gestión de los humedales y arrozales, así como la del ganado y el estiércol. Con un precio del carbono de US\$20 por tonelada de CO<sub>2</sub>e las emisiones en el sector de la agricultura podrían reducirse aproximadamente 1,5 gigatoneladas al año (Gráfico).

La mitigación en la silvicultura y la agricultura produciría muchos beneficios colaterales. El mantenimiento de los bosques ofrece una mayor diversidad de opciones sobre los medios de subsistencia, favorece la biodiversidad y representa una protección frente a los episodios extremos, como inundaciones y avalanchas. La reducción de la labranza y la mejor gestión de los fertilizantes pueden aumentar la productividad. Por otro lado, los recursos generados podrían ser considerables, al menos para los países con grandes extensiones forestales: si los mercados del carbono forestal hacen realidad todo su potencial, Indonesia podría ganar entre US\$400 millones y US\$2.000 millones al año. En cuanto al carbono

del suelo, incluso en África, donde las tierras relativamente pobres en carbono cubren casi la mitad del continente, el potencial de retención de carbono del suelo es de 100 millones a 400 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e al año. Con un precio de US\$10 por tonelada, esa cifra equivaldría al total actual de la asistencia oficial para el desarrollo con destino a África.

Debido en gran parte a los esfuerzos de un grupo de países en desarrollo que constituyeron la Coalición para los bosques tropicales, se introdujo de nuevo en el programa de la CMNUCC la contabilidad del uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura. Dichos países buscan oportunidades de contribuir a reducir las emisiones en el marco de su responsabilidad común pero diferenciada y de conseguir financiamiento del carbono para ordenar mejor sus sistemas forestales. Las negociaciones sobre la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal (REDD) no han terminado, pero en general se espera que algunos elementos de la REDD formen parte del acuerdo alcanzado en Copenhague.

Las iniciativas sobre el carbono del suelo no están tan avanzadas. La retención del carbono en la agricultura sería una respuesta al cambio climático poco costosa, técnicamente sencilla y eficiente, pero sería difícil buscarle un mercado. Un proyecto piloto en Kenia (véase el Capítulo 3) y las compensaciones del carbono del suelo en la Bolsa del Clima de Chicago parecen confirmar la existencia de oportunidades en este sentido. Tres medidas podrían contribuir a promover el secuestro del carbono.

En primer lugar, el seguimiento del carbono debería adoptar un planteamiento "basado en

la actividad", en virtud del cual las reducciones de las emisiones se estiman teniendo en cuenta las actividades llevadas a cabo por el agricultor, en vez de análisis de suelos, procedimiento mucho más costoso. Pueden aplicarse factores específicos y prudentes de reducción de las emisiones para diferentes zonas agroecológicas y climáticas. Se trata de un procedimiento más sencillo, más económico y más previsible para el agricultor, que sabe de antemano cuáles serán los pagos, y las posibles sanciones, de una determinada actividad.

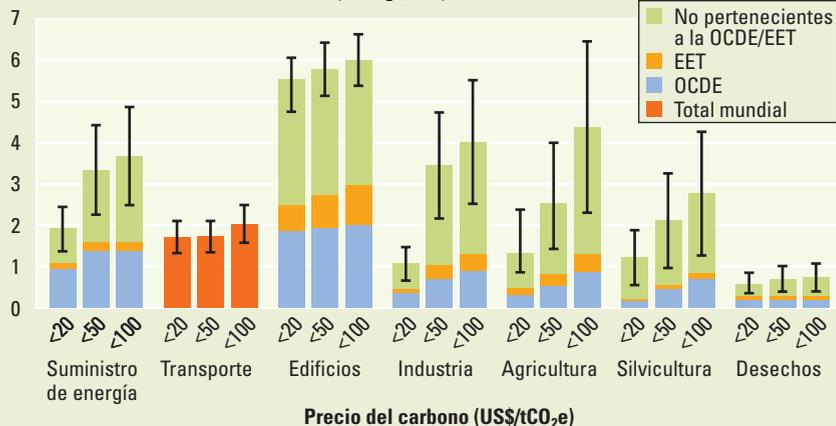
En segundo lugar, los costos de transacción pueden reducirse gracias a los "agregadores", que combinan actividades realizadas en muchas pequeñas explotaciones, como ocurre en el proyecto piloto de Kenia. Por el hecho de trabajar en muchas explotaciones agrícolas, pueden crear una reserva permanente y compensar a la larga los posibles retrocesos ocasionales de la retención del carbono. La mancomunación de una cartera de proyectos con estimaciones prudentes de permanencia puede hacer que el secuestro del carbono del suelo sea totalmente equivalente a la reducción de CO<sub>2</sub> en otros sectores.

En tercer lugar, el apoyo logístico, en particular para los agricultores pobres que necesitan ayuda para financiar los costos iniciales, debe incorporar el fortalecimiento de los servicios de extensión. Éstos son un factor clave para la divulgación de los conocimientos sobre las prácticas de secuestro y las oportunidades financieras.

Fuentes: Canadell y otros 2007; Eliasch 2008; FAO 2005; Smith y otros 2008; Smith y otros 2009; Tschakert 2004; PNUMA 1990; *Voluntary Carbon Standard* 2007; Banco Mundial 2008c.

**No es sólo una cuestión de energía: Debido al elevado precio del carbono, el potencial de mitigación combinado de la agricultura y la silvicultura es mayor que el de otros sectores individuales de la economía**

Potencial de reducción de emisiones (GtCO<sub>2</sub>e/año)



Fuente: Barker y otros, 2007b, Gráfico TS.27.

Nota: EET = economías en transición. Las líneas negras verticales corresponden a la amplitud de los potenciales económicos mundiales según las evaluaciones de cada sector.

sistema de límites máximos y comercio (*cap and trade*), es la solución más adecuada para generar recursos destinados al financiamiento del carbono y orientar esos recursos a oportunidades eficientes. No obstante, en el futuro próximo, el MDL y otros mecanismos para las compensaciones de las emisiones de carbono basados en los resultados continuarán siendo, probablemente, los principales instrumentos de mercado para financiar la mitigación en los países en desarrollo y, por lo tanto, son de importancia decisiva como complemento de las transferencias directas procedentes de países de ingreso alto.

El MDL ha superado las expectativas en muchos sentidos: ha crecido con rapidez, ha estimulado el aprendizaje, ha logrado una mayor sensibilización sobre las opciones de mitigación y ha reforzado la capacidad. Pero tiene también muchas limitaciones, entre ellas, los pocos beneficios colaterales para el desarrollo, una adicionalidad cuestionable (ya que el MDL genera créditos de carbono para la reducción de las emisiones en relación con un punto de referencia, por lo que siempre puede ponerse en tela de juicio el punto de referencia elegido), el débil sistema de gobierno, la ineficiencia de las operaciones, el alcance limitado (no se incluyen sectores clave, como el transporte) y las preocupaciones sobre la continuidad del mercado más allá de 2012<sup>93</sup>. En lo que respecta a la eficacia de las iniciativas relacionadas con el clima, es también importante comprender que las transacciones del MDL no reducen las emisiones mundiales de carbono: simplemente cambian el lugar donde se producen (en países en desarrollo, en vez de en países desarrollados) y reducen el costo de la mitigación (con lo que aumenta la eficiencia).

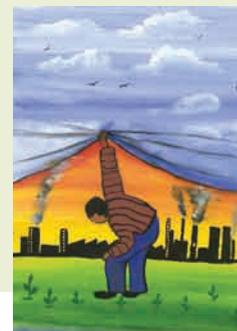
El Fondo de Adaptación en el marco del Protocolo de Kyoto emplea un instrumento de financiamiento novedoso en forma de impuesto del 2% aplicable a las reducciones certificadas de las emisiones (unidades de las

compensaciones de emisiones de carbono generadas por el MDL). Con ello se consigue un mayor financiamiento que es adicional con respecto a otras fuentes, pero, como se señala en el Capítulo 6, este planteamiento tiene varias características poco atractivas. Lo que ocurre es que no se grava un mal (las emisiones de carbono) sino un bien (el financiamiento de la mitigación) y, como en el caso de cualquier impuesto, hay ineficiencias inevitables (pérdidas de eficiencia). El análisis de mercado del MDL permite comprobar que la mayor parte de las pérdidas de las ganancias resultantes del comercio como consecuencia del impuesto recaerán sobre los proveedores de créditos de carbono de los países en desarrollo<sup>94</sup>. El financiamiento de la adaptación requerirá también un mecanismo que, en teoría, asumiría los principios de transparencia, eficiencia y equidad: los planteamientos eficientes orientarían el financiamiento a los países más vulnerables y con mayor capacidad de gestionar la adaptación, mientras que la equidad exige que se dé especial importancia a los países más pobres.

Para reforzar y ampliar el régimen de financiamiento habrá que reformar los elementos existentes y establecer nuevas fuentes (véase el Capítulo 6). La reforma del MDL es particularmente importante habida cuenta de su contribución al financiamiento del carbono con destino a proyectos en los países en desarrollo. Un conjunto de propuestas trata de reducir los costos agilizando la aprobación de proyectos, en particular mejorando las funciones administrativas y de examen. Un segundo conjunto clave de propuestas consiste en dejar que el MDL contribuya a la adopción de cambios en las políticas y los programas, en vez de limitarlo a los proyectos. Los “objetivos sectoriales que no acarrear penalización” son un ejemplo de mecanismo basado en los resultados, en el que las reducciones demostrables de emisiones sectoriales de carbono por debajo de un nivel

*Mucha gente está tomando medidas para proteger el medio ambiente. Creo que sólo lograremos un cambio si trabajamos en equipo. Incluso los niños podemos unirnos y ayudar porque representamos a la próxima generación y deberíamos atesorar nuestro entorno natural.*

—Adrian Lau Tsun Yin (China), 8 años



Anoushka Bhari (Kenya), 8 años

de referencia convenido podrían compensarse mediante la venta de créditos de carbono, sin ninguna penalización en el caso de que no se consiguieran las reducciones.

La silvicultura es otra esfera en que el financiamiento de iniciativas relacionadas con el clima puede reducir las emisiones (Recuadro 8). Es probable que las actuales negociaciones sobre el clima produzcan mecanismos adicionales que permitan fijar el precio del carbono forestal. Varias iniciativas, incluido el Fondo para Reducir las Emisiones de Carbono mediante la Protección de los Bosques, del Banco Mundial, tratan de averiguar cómo los incentivos financieros pueden reducir la deforestación en los países en desarrollo y, en consecuencia, las emisiones de carbono. Los principales desafíos son la elaboración de una estrategia nacional y un marco de aplicación para reducir las emisiones resultantes de la deforestación y la degradación, un escenario de referencia para las emisiones, y un sistema de seguimiento, notificación y verificación.

Los esfuerzos por reducir las emisiones del carbono del suelo (con incentivos para modificar las prácticas de labranza, por ejemplo) podrían constituir el objetivo de incentivos financieros, y son imprescindibles para evitar que las zonas naturales se destinen a la producción de alimentos y biocombustibles. Pero la metodología está menos madura que en el caso del carbono forestal, y habría que resolver importantes problemas de seguimiento (véase el Recuadro 8). Es preciso formular sin demora programas piloto para alentar una agricultura con mayor capacidad de resistencia y más sostenible y para atraer más recursos y más innovación hacia un sector que ha carecido de ambos en los últimos decenios<sup>95</sup>.

Dentro de los países, el papel del sector público será fundamental para crear incentivos a la intervención en el frente del clima (con subvenciones, impuestos, topes máximos o reglamentos), ofrecer actividades de información y educación y eliminar las disfunciones de mercado que impiden la acción. Pero gran parte del financiamiento procederá del sector privado, sobre todo para la adaptación. En el caso de los proveedores privados de servicios de infraestructura, la flexibilidad del régimen regulador será decisiva para ofrecer los incentivos adecuados con el fin de proteger las inversiones y operaciones frente a los efectos del cambio climático. Si bien será posible movilizar financiamiento privado para inversiones específicas de adaptación (como las defensas frente a las inundaciones),

la experiencia de las asociaciones entre el sector público y el privado en relación con la infraestructura de los países en desarrollo parece indicar que el alcance será modesto.

Una prioridad clave es generar financiamiento adicional para la adaptación, y mecanismos innovadores como la subasta de las unidades de la cantidad atribuida (máximos vinculantes que los países aceptan en el marco de la CMNUCC), el gravamen de las emisiones del transporte internacional y un impuesto mundial sobre el carbono podrían permitir recaudar decenas de miles de millones de dólares de nuevo financiamiento cada año. En lo que respecta a la mitigación, es claro que sería muy importante contar con un precio eficiente del carbono, mediante un impuesto o el sistema de fijación de límites máximos y comercio. Una vez conseguido, el sector privado ofrecerá gran parte del financiamiento necesario, a medida que los inversionistas y los consumidores tengan en cuenta el precio del carbono. Pero los impuestos nacionales sobre el carbono o los mercados del carbono no suministrarán necesariamente los flujos necesarios de financiamiento con destino a los países en desarrollo. Para ofrecer una solución equitativa al problema del clima, podrán utilizarse procedimientos como un MDL reformado y otros planes basados en los resultados, la conexión de los mercados del carbono nacionales, la asignación y venta de unidades de la cantidad atribuida y las transferencias fiscales.

En el momento de enviar a imprimir este informe, los países están inmersos en negociaciones acerca de un acuerdo mundial sobre el clima bajo los auspicios de la CMNUCC. Muchos de esos mismos países están también atravesando una de las crisis financieras más graves de los decenios recientes. Las dificultades fiscales y las necesidades urgentes podrían representar un problema para que los organismos legislativos decidan destinar recursos a lo que, incorrectamente, se considera como una amenaza sólo a largo plazo.

No obstante, varios países han adoptado programas de recuperación fiscal para conseguir una economía más verde al mismo tiempo que se restablece el crecimiento, con un costo mundial total de más de US\$400.000 millones en los próximos años, con la esperanza de estimular la economía y crear empleo<sup>96</sup>. Las inversiones en eficiencia energética pueden producir el triple dividendo de un mayor ahorro de energía, una reducción de las emisiones y un mayor número de empleos, ya que las tecnologías con bajo nivel

de carbono muchas veces requieren mayor concentración de mano de obra que las que tienen gran intensidad de carbono.

Las actuales negociaciones sobre el clima, que culminarán en Copenhague en diciembre de 2009, han progresado lentamente (inercia en la esfera política). A pesar de todas las razones señaladas en este informe —inercia en el sistema climático, inercia en la infraestructura, inercia en los sistemas socioeconómicos—, se necesita con urgencia un acuerdo sobre el clima. Pero debe ser un acuerdo inteligente, que cree incentivos para buscar soluciones eficientes y hacer posible el financiamiento y desarrollo de nuevas tecnologías. Debe ser también un acuerdo equitativo, que responda a las necesidades y aspiraciones de los países en desarrollo. Sólo así se puede conseguir el clima adecuado para el desarrollo.

### Notas

1. Pobreza extrema significa tener que vivir con US\$1,25 al día o menos. Chen y Ravallion 2008.

2. FAO 2009b.

3. En el Artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se pide la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que “impida interferencias antropógenas [provocadas por el hombre] en el sistema climático”. <http://unfccc.int/reFuente/docs/convkp/conveng.pdf>, consultado el 1 de agosto de 2009).

4. Es decir, el carbono emitido por dólar del PIB.

5. De esa manera las emisiones de CO<sub>2</sub> en todo el mundo se reducirían entre 4 y 6 gigatoneladas al año, dada la actual combinación de energía en el sector de la electricidad y la industria (Organismo Internacional de Energía [OIE] 2008d). Podrían conseguirse reducciones semejantes en el sector de la construcción de los países de ingreso alto (véase, por ejemplo, Mills 2009, <http://cx.lbl.gov/documents/2009-assessment/LBNL-Cx-Cost-Benefit-Pres.pdf>, consultado el 24 de julio de 2009).

6. Banco Mundial 2009b.

7. de la Torre, Fajnzylber y Nash 2008.

8. Los gases de efecto invernadero tienen diferente potencial de retención del calor. La concentración de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) puede utilizarse para describir el efecto compuesto de calentamiento mundial de esos gases en función de la cantidad de CO<sub>2</sub> con el mismo potencial de retención del calor durante un determinado período de tiempo.

9. Cálculos de los autores basados en datos de *Climate Analysis Indicators Tool*, del Instituto de Recursos Mundiales (WRI 2008). El intervalo es mucho mayor si se incluyen pequeños Estados insulares como Barbados (4,6 t de CO<sub>2</sub>e per cápita)

y productores de petróleo como Qatar (55 t de CO<sub>2</sub>e per cápita) o los Emiratos Árabes Unidos (39 t de CO<sub>2</sub>e per cápita).

10. OIE 2008b.

11. Edmonds y otros 2008; Hamilton 2009. Blanford, Richels, y Rutherford 2008 observan también la posibilidad de conseguir ahorros considerables en los países que declaran por adelantado la fecha en que iniciarán las actividades de mitigación, ya que ello permite a quienes invierten en activos de larga duración calcular cuál será probablemente el cambio que se producirá en el régimen regulador y el precio del carbono en el futuro y, por lo tanto, reduce el número de activos inmovilizados.

12. Las crisis financieras que están muy sincronizadas en los distintos países están asociadas con duraciones semejantes y van seguidas de recuperaciones similares, aunque las pérdidas suelen ser más severas (un promedio del 5% del PIB). FMI 2009, Cuadro 3.1. Incluso la Gran Depresión de los Estados Unidos duró sólo tres años y medio, de agosto de 1929 a marzo de 1933 (base de datos de National Bureau of Economic Research Business Cycle Expansion and Contraction, <http://www.nber.org/cycles.html>, consultada el 1 de agosto de 2009).

13. Matthews y Caldeira 2008.

14. Schaeffer y otros 2008a.

15. Si bien para determinar qué es lo que constituye un cambio climático peligroso se requieren juicios de valor, los resúmenes de investigaciones recientes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) parecen indicar que una subida de más de 2°C por encima de los niveles preindustriales aumentaría fuertemente los riesgos, por lo que podrían conseguirse “beneficios significativos si la subida de las temperaturas no fuera superior a entre 1,6°C y 2,6°C” (Fisher y otros 2007; IPCC 2007c; IPCC 2007b; Parry y otros 2007). Algunas publicaciones científicas recientes confirman también la idea de que el calentamiento debería limitarse para que se mantenga lo más próximo posible a 2°C por encima de las temperaturas preindustriales (*Science Focus*; Mann 2009; Smith y otros 2009). Los organizadores del Congreso Científico Internacional de 2009 sobre el Cambio Climático llegaron a la conclusión de que “hay un acuerdo cada vez mayor en que las sociedades y los ecosistemas actuales tendrían grandes dificultades para hacer frente a un calentamiento superior a los 2°C” (<http://climatecongress.ku.dk/>, consultado el 1 de agosto de 2009). La conveniencia de evitar un calentamiento superior a los 2°C ha sido también reconocida en las siguientes obras: Comisión Europea 2007, SEG 2007 y Comité Directivo Científico Internacional 2005. Los dirigentes de Alemania, Australia, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos, la Federación de Rusia, Francia, India, Indonesia, Italia, Japón, México, el Reino Unido, la República de Corea, Rusia, Sudáfrica y la Unión Europea —reunidos en el Foro de las principales economías sobre la energía y el clima, en julio de 2009— reconocieron “la opinión científica de que la subida de la temperatura media mundial por

encima de los niveles preindustriales no debería ser de más de 2°C". ([http://usclimatenetwork.org/reFuente-database/MEF\\_Declarati0n1-0.pdf](http://usclimatenetwork.org/reFuente-database/MEF_Declarati0n1-0.pdf), consultado el 1 de agosto de 2009).

16. IPCC 2007b.
17. Raupach y otros 2007.
18. Lawrence y otros 2008; Matthews y Keith 2007; Parry y otros 2008; Scheffer, Brovkin y Cox 2006; Torn y Harte 2006; Walter y otros 2006.
19. Horton y otros 2008.
20. Esta estimación no tiene en cuenta el aumento de los daños resultantes de las mareas de tormenta y utiliza la población y las actividades económicas actuales. Por ello, en ausencia de una adaptación en gran escala, es probable que represente una considerable infravaloración. Dasgupta y otros 2009.
21. Stern 2007.
22. Easterling y otros 2007, Cuadro 5.6, pág. 299.
23. Parry y otros 2007, Cuadro TS.3, pág. 66.
24. Nordhaus y Boyer 2000; Stern 2007 observan también que las pérdidas asociadas con el cambio climático serían en India y Asia meridional muy superiores al promedio mundial.
25. Nordhaus 2008; Stern 2007; Yohe y otros 2007, Gráfico 20.3.
26. El modelo PAGE, utilizado en el *Stern Review of Climate Change*, estima que el 80% del costo de los daños recaería sobre los países en desarrollo (Hope 2009, más ulteriores datos desglosados recibidos del autor). Según el modelo RICE (Nordhaus y Boyer 2000), ampliado con el fin de incluir la adaptación en De Bruin, Dellink y Agrawala 2009, tres cuartas partes de los costos de los daños deberían ser sufragados por los países en desarrollo. Véanse también Smith y otros 2009 y Tol 2008. Téngase en cuenta que la cifra puede ser una infravaloración, ya que no tiene en cuenta el valor de la pérdida de servicios del ecosistema. Véase en el Capítulo 1 un análisis sobre la limitación de la capacidad de los modelos para reflejar los costos de los impactos.
27. Señalado durante las consultas con los países de África oriental y América Latina.
28. Barbera y McConnell 1990; Barrett 2005; Burtraw y otros 2005; Jaffe y otros 1995; Meyer 1995.
29. Hope 2009; Nordhaus 2008.
30. Nordhaus 2008.
31. Son pocos los modelos que incorporan los costos de adaptación. Véase un análisis en de Bruin, Dellink y Agrawala 2009.
32. Nordhaus 2008, pág. 86, Gráfico 5.3. Nordhaus observa que el costo adicional de estabilizar el calentamiento en 2°C en vez de en su objetivo óptimo de 3,5°C representaría el 0,3% del PIB anual. El costo adicional de 2,5°C en vez de 3,5°C es de menos del 0,1% del PIB anual.
33. El promedio de los países en desarrollo es del 1,5% del PIB; se incluye el seguro de salud pero no el de vida (Swiss Re 2007).
34. Sobre la base del PIB previsto por Maddison para 2030 (<http://www.ggdc.net/maddison/>, consultado el 6 de mayo de 2009) reajustado a dólares

internacionales de 2005 utilizando deflatores del Banco Mundial.

35. Las cifras deberán actualizarse en la última versión de acuerdo con Banco Mundial 2009c.
36. Adger y otros 2009.
37. IPCC 2001.
38. Mignone y otros 2008. Así ocurre en ausencia de una tecnología de geoingeniería eficaz y aceptable (véase el Capítulo 7).
39. Ello puede ser resultado de las economías de escala en el suministro de tecnología (como ocurrió con el programa nuclear francés y parece representar un tema importante para la concentración de la energía solar); de los efectos de las redes (en un programa de construcción de una autovía o un ferrocarril), o de las crisis demográficas o económicas. Esta afirmación y el resto del párrafo están basados en Shalizi y Lecocq 2009.
40. Shalizi y Lecocq 2009.
41. Folger 2006; Levin y otros 2007.
42. Anderer y otros 1981, citado en Ha-Duong, Grubb y Hourcade 1997.
43. Davis y Owens 2003; OIE 2008a; Nemet y Kammen 2007; SEG 2007; Stern 2007.
44. Repetto 2008.
45. Stern 2007 Parte VI: *International Collective Action*.
46. De acuerdo con la fórmula utilizada en Nordhaus 2008.
47. Valores redondeados teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: El IPCC estima que, con precios del carbono de hasta US\$50/t de CO<sub>2</sub>e, aproximadamente el 65% de la reducción de las emisiones tendría lugar en países en desarrollo en 2030 (Cuadro 11.3 en Barker y otros 2007a). McKinsey Global Institute 2009b estima esta parte en el 68% en un escenario de 450 ppm si se aplica utilizando una asignación de costo mínimo. En cuanto al costo mínimo de las inversiones de mitigación mundial en 2030 que tendrían lugar en países en desarrollo, se estima entre el 44% y el 67% para una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e (véase el Cuadro 1:44% MESSAGE; 56% McKinsey; 66% MiniCAM; 67% OIE ETP). A lo largo del siglo (utilizando el valor actualizado de todas las inversiones hasta 2100), la parte estimada de los países en desarrollo es algo más elevada, y oscilaría entre el 66% (Edmonds y otros 2008) y el 71% (Hope 2009).
48. Edmonds y otros 2008.
49. Con un escenario de estabilización de 425 ppm a 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, o de 2°C, Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA) 2009 estima el costo en US\$4 billones; Knopf y otros (de próxima aparición), en US\$6 billones; Edmonds y otros 2008, en US\$9 billones; Nordhaus 2008, en US\$11 billones, y Hope 2009, en US\$25 billones. Se trata de valores actualizados y las grandes diferencias entre ellos se deben en gran parte a la diferente tasa de descuento utilizada. Todos aplican un escenario ideal, en que la mitigación tiene lugar donde y cuando resulta más eficaz en función de los costos.
50. Hamilton 2009.

51. *The Nameless Hurricane*, [http://science.nasa.gov/headlines/y2004/02apr\\_hurricane.htm](http://science.nasa.gov/headlines/y2004/02apr_hurricane.htm) (consultado el 12 de marzo de 2009).
52. Rogers 2009; Westermeyer 2009.
53. Organización de Estados del Caribe Oriental (OECS) 2004.
54. Banco Mundial 2008b.
55. Kanbur 2009.
56. FAO 2009a.
57. *Worldwatch Institute State of the World 2005 Trends and Facts-Water Conflict and Security Cooperation* (<http://www.worldwatch.org/node/69>, consultado el 1 de julio de 2009); Wolf y otros 1999.
58. Easterling y otros 2007; Fisher y otros 2007.
59. FAO 2008.
60. Von Braun y otros 2008; Banco Mundial 2009a.
61. Sterner 2007. El precio medio del combustible en la zona del euro en 2007 fue más de dos veces superior al de los Estados Unidos (US\$1,54 el litro, frente a 63 centavos el litro). Las variaciones de las emisiones no impulsadas por los ingresos pueden reflejarse en los residuales de una regresión de las emisiones per cápita con relación al ingreso. En una regresión de los residuales con relación a los precios de la gasolina, la elasticidad se estima en -0,5, lo que significa que la duplicación de los precios de los combustibles reduciría las emisiones a la mitad, manteniendo constantes los ingresos per cápita.
62. Sobre la base de los precios medios de la electricidad para los hogares en 2006-07, según datos de la U.S. Energy Information Agency, <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/elecprh.html> (consultado el 1 de agosto de 2009).
63. Los datos sobre las emisiones están tomados de WRI 2008.
64. OIE 2008c; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) 2008. En un informe de 2004 del Organismo Europeo del Medio Ambiente (OEMA 2004), las subvenciones europeas con destino a la energía se estimaban en €30.000 millones en 2001, de los que dos tercios correspondían a los combustibles fósiles y el resto a energía nuclear y renovable.
65. <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/elecprh.html>, consultado en julio de 2009.
66. Price y Worrell 2006.
67. ESMAP 2006.
68. <http://co2captureandstorage.info/index.htm> (consultado el 1 de agosto de 2009).
69. Calvin y otros (de próxima aparición); OIE 2008a.
70. Gurgel, Reilly y Paltsev 2008; OIE 2006; Wise y otros 2009.
71. NRC 2007; Tilman, Hill y Lehman 2006.
72. OIE 2008b; OIE 2008c.
73. OCDE 2008.
74. Lotze-Campen y otros 2009; Wise y otros 2009. Véase un análisis en el Capítulo 3.
75. Scherr y McNeely 2008.
76. Los árboles leguminosos fijan el nitrógeno atmosférico, con lo que aumentan la carga de nutrientes de las plantas y del suelo.
77. McNeely y Scherr 2003.
78. Banco Mundial 2007b.
79. Milly y otros 2008.
80. Fay, Block y Ebinger 2009; Ligeti, Penney y Wieditz 2007; Heinz Center 2007.
81. Lempert y Schlesinger 2000.
82. Keller, Yohe y Schlesinger 2008.
83. Cass 2005; Davenport 2008; Dolsak 2001; Kunkel, Jacob y Busch 2006.
84. Alber y Kern 2008.
85. Guth, Schmittberger y Schwarze 1982; Camerer y Thaler 1995; Irwin 2008; Ruffle 1998.
86. *Times of India* (<http://timesofindia.indiatimes.com/NEWS/India/Even-in-2031-Indias-per-capita-emission-will-be-1/7th-of-US/articleshow/4717472.cms>, consultado en agosto de 2009).
87. Dechezlepretre y otros 2008.
88. Maini 2005; Nagrath 2007.
89. Haites y otros 2006.
90. <http://www.gefweb.org/uploadedFiles/Publications/ClimateChange-FS-June2009.pdf>, consultado el 6 de julio de 2009.
91. [http://unfccc.int/meetings/cop\\_13/items/4049.php](http://unfccc.int/meetings/cop_13/items/4049.php) (consultado el 1 de agosto de 2009).
92. La comunidades del desarrollo y de la ayuda han evolucionado hacia una ayuda basada en la evaluación del impacto y en los resultados, lo que revela cierta frustración con los programas basados en los insumos (en que se supervisaban la cantidad de los fondos desembolsados y el número de escuelas construidas, en vez del número de niños que terminaban los estudios escolares o las mejoras en su desempeño). No obstante, hay cierta diferencia en la forma de definir en este caso los planteamientos “basados en los insumos”, ya que los “insumos” son cambios en las políticas más que insumos financieros en sentido riguroso, a saber, la adopción y aplicación de una norma de eficiencia del combustible, más que el gasto público en un programa de eficiencia. No obstante, el seguimiento y la evaluación serían importantes para poder aprender qué es lo que funciona.
93. Olsen 2007; Sutter y Parreno 2007; Olsen y Fenhann 2008; Nussbaumer 2009; Michaelowa y Pallav 2007; Schneider 2007.
94. Fankhauser, Martin y Prichard 2009.
95. Banco Mundial 2007d.
96. Se prevé que los programas de estímulo aplicados en todo el mundo inyectarán unos US\$430.000 millones en zonas clave del cambio climático durante los próximos años: US\$215.000 millones se gastarán en eficiencia energética, US\$38.000 millones en energía renovable con bajos niveles de carbono, US\$20.000 millones en captura y almacenamiento del carbono, y US\$92.000 millones en redes inteligentes. Robins, Clover y Singh 2009. Véase en el Capítulo 1 un análisis de la creación de empleos prevista.

## Referencias

Adger, W. N., S. Dessai, M. Goulden, M. Hulme, I. Lorenzoni, D. R. Nelson, L. O. Naess, J. Wolf y A. Wreford. 2009. “Are There Social Limits to Adaptation to Climate Change?” *Climatic Change* 93(3-4):335-54.

- Agrawala, S. y S. Fankhauser. 2008. *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, Benefits and Policy Instruments*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- Alber, G. y K. Kern. 2008. "Governing Climate Change in Cities: Modes of Urban Climate Governance in Multi-Level Systems". Documento presentado en la Conferencia de la OCDE Internacional sobre Ciudades Competitivas y Cambio Climático. Milán, 9–10 de octubre.
- Anderer, J., W. Hafele, N. Nakicenovic y A. McDonald. 1981. *Energy in a Finite World*. Cambridge, MA: Ballinger.
- Bai, X. 2006. "Rizhao, China: Solar-Powered City". En *State of the World 2007: Our Urban Future*, Worldwatch Institute. Nueva York (comp.): W.W. Norton & Company Inc.
- Banco Mundial. 2007a. *East Asia Environment Monitor 2007: Adapting to Climate Change*. Washington, DC: Banco Mundial.
- 2007b. *India Groundwater AAA Midterm Review*. Washington, DC: Banco Mundial.
- 2007c. *Making the Most of Scarcity: Accountability for Better Water Management Results in the Middle East and North Africa*. Washington, DC: Banco Mundial.
- 2007d. *Informe sobre el desarrollo mundial 2008. Agricultura para el desarrollo*. Washington, DC: Banco Mundial.
- 2008a. *The Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility: Providing Immediate Funding after Natural Disasters*. Washington, DC: Banco Mundial.
- 2008b. *South Asia Climate Change Strategy*. Washington, DC: Banco Mundial.
- 2008c. *Indicadores del desarrollo mundial 2008*. Washington, DC: Banco Mundial.
- 2009a. *Improving Food Security in Arab Countries*. Washington, DC: Banco Mundial.
- 2009b. *Making Development Climate Resilient: A World Bank Strategy for Sub-Saharan Africa*. Washington, DC: Banco Mundial.
- 2009c. *The Economics of Adaptation to Climate Change*. Washington, DC: Banco Mundial.
- 2009d. "World Bank Urban Strategy". Banco Mundial. Washington, DC.
- Barbera, A. J. y V. D. McConnell. 1990. "The Impacts of Environmental Regulations on Industry Productivity: Direct and Indirect Effects". *Journal of Environmental Economics and Management* 18(1):50–65.
- Barbier, E. B. y S. Sathirathai. 2004. *Shrimp Farming and Mangrove Loss in Thailand*. Cheltenham (Reino Unido): Edward Elgar Publishing.
- Barker, T., I. Bashmakov, A. Alharthi, M. Amann, L. Cifuentes, J. Drexhage, M. Duan, O. Edenhofer, B. Flannery, M. Grubb, M. Hoogwijk, F. I. Ibitoye, C. J. Jepma, W. A. Pizer y K. Yamaji. 2007a. "Mitigation From a Cross-Sectoral Perspective". En *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave y L. A. Meyer (comps.). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Barker, T., I. Bashmakov, L. Bernstein, J. E. Bogner, P. R. Bosch, R. Dave, O. R. Davidson, B. S. Fisher, S. Gupta, K. Halsnaes, B. Heij, S. Khan Ribeiro, S. Kobayashi, M. D. Levine, D. L. Martino, O. Masera, B. Metz, L. A. Meyer, G.-J. Nabuurs, A. Najam, N. Nakicenovic, H.-H. Rogner, J. Roy, J. Sathaye, R. Schock, P. Shukla, R. E. H. Sims, P. Smith, D. A. Tirpak, D. Urge-Vorsatz y D. Zhou. 2007b. "Technical Summary". En *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave y L. A. Meyer (comps.), Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Barrett, S. 2003. *Environment and Statecraft: The Strategy of Environmental Treaty Making*. Oxford: Oxford University Press.
- Blanford, G. J., R. G. Richels y T. F. Rutherford. 2008. *Revised Emissions Growth Projections for China: Why Post-Kyoto Climate Policy Must Look East*. Harvard Project on International Climate Agreements - Harvard Kennedy School Discussion Paper 08-06, Cambridge, MA.
- BTS (Bureau of Transportation Statistics). 2008. *Key Transportation Indicators November 2008*. Washington, DC: Estados Unidos. Department of Transportation.
- Burke, M., D. B. Lobell y L. Guarino. De próxima aparición. "Shifts in African Crop Climates by 2050 and the Implications for Crop Improvement and Genetic ReFuentes Conservation". *Global Environmental Change*.
- Burtraw, D., D. A. Evans, A. Krupnick, K. Palmer y R. Toth. 2005. "Economics of Pollution Trading for SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub>". Discussion Paper 05–05, ReFuentes for the Future Discussion, Washington, DC.
- Calvin, K., J. Edmonds, B. Bond-Lamberty, L. Clarke, P. Kyle, S. Smith, A. Thomson y M. Wise. De próxima aparición. "Limiting Climate Change to 450 ppm CO<sub>2</sub> Equivalent in the 21st Century". *Energy Economics*.
- Camerer, C. y R. H. Thaler. 1995. "Anomalies: Ultimatums, Dictators and Manners". *Journal of Economic Perspectives* 9(2):109–220.
- Canadell, J. G., C. Le Quere, M. R. Raupach, C. B. Field, E. T. Buitenhuis, P. Ciais, T. J. Conway, N. P. Gillett, R. A. Houghton y G. Marland. 2007. "Contributions to Accelerating Atmospheric CO<sub>2</sub> Growth from Economic Activity, Carbon Intensity, and Efficiency of Natural Sinks". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(47):18866–70.
- Cass, L. 2005. "Measuring the Domestic Salience of International Environmental Norms: Climate Change Norms in German, British, and American Climate Policy Debates". Documento presentado en la Asociación Internacional de Estudios, 15 de marzo. Honolulu.
- Chen, S. y M. Ravallion. 2008. "The Developing World Is Poorer than We Thought, But No Less Successful in the Fight against Poverty".

- Documento de trabajo sobre investigaciones relativas a políticas de desarrollo n.º 4703, Washington, DC: Banco Mundial.
- Clarke, L., J. Edmonds, V. Krey, R. Richels, S. Rose y M. Tavoni. De próxima aparición. "International Climate Policy Architectures: Overview of the EMF 22 International Scenarios". *Energy Economics*.
- Comisión Europea. 2007. Limiting Global Climate Change to 2 Degrees Celsius — The Way Ahead for 2020 and Beyond: Impact Assessment Summary. Documento de trabajo del personal de la Comisión, Bruselas.
- Comité Directivo Científico Internacional. 2005. *Avoiding Dangerous Climate Change: International Symposium on the Stabilization of Greenhouse Gas Concentrations*. Exeter, Reino Unido: Hadley Centre Met Office.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático). 2008. *Investment and Financial Flows to Address Climate Change: An Update*. Bonn: CMNUCC.
- CREED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters). 2008. "EM-DAT: The International Emergency Disasters Database". Louvain, Université Catholique de Louvain - Ecole de Santé Publique.
- Dasgupta, S., B. Laplante, C. Meisner, D. Wheeler y J. Yan. 2009. "The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis". *Climatic Change* 93(3–4):379–88.
- Davenport, D. 2008. "The International Dimension of Climate Policy". En *Turning Down the Heat: The Politics of Climate Policy in Affluent Democracies*. H. Compston e I. Bailey (comps.), Basingstoke, Reino Unido: Palgrave Macmillan.
- Davis, G. y B. Owens. 2003. "Optimizing the Level of Renewable Electric R&D Expenditures Using Real Options Analysis". *Energy Policy* 31(15):1589–1608.
- de Bruin, K., R. Dellink y S. Agrawala. 2009. "Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Integrated Assessment Modeling of Adaptation Costs and Benefits". Environment Working Paper 6. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, París.
- de la Torre, A., P. Fajnzylber y J. Nash. 2008. *Low Carbon, High Growth: Latin American Responses to Climate Change*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Dechezlepretre, A., M. Glachant, I. Hascic, N. Johnstone e Y. Meniere. 2008. *Invention and Transfer of Climate Change Mitigation Technologies on a Global Scale: A Study Drawing on Patent Data*. París: CERNA.
- Deltacommissie. 2008. *Working Together with Water: A Living Land Builds for Its Future*. Países Bajos: Deltacommissie.
- Derpsch, R. y T. Friedrich. 2009. "Global Overview of Conservation Agriculture Adoption." En *Lead Papers, 4th World Congress on Conservation Agriculture*, February 4–7, 2009, Nueva Delhi, India. Nueva Delhi: World Congress on Conservation Agriculture.
- DOE (Departamento de Energía de los Estados Unidos). 2009. "Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC)". DOE, Oak Ridge, TN.
- Dolsak, N. 2001. "Mitigating Global Climate Change: Why Are Some Countries More Committed than Others?" *Policy Studies Journal* 29(3):414–36.
- Easterling, W., P. Aggarwal, P. Batima, K. Brander, L. Erda, M. Howden, A. Kirilenko, J. Morton, J.-F. Soussana, J. Schmidhuber y F. Tubiello. 2007. "Food, Fibre and Forest Products" En *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson (comps.), Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Ebi, K. L. e I. Burton. 2008. "Identifying Practical Adaptation Options: An Approach to Address Climate Change-related Health Risks". *Environmental Science and Policy* 11(4):359–69.
- Edmonds, J., L. Clarke, J. Lurz y M. Wise. 2008. "Stabilizing CO2 Concentrations with Incomplete International Cooperation". *Climate Policy* 8(4):355–76. Eliasch, J. 2008. *Climate Change: Financing Global Forests: The Eliasch Review*. Londres: Earthscan.
- Erenstein, O. 2009. "Adoption and Impact of Conservation Agriculture Based ReFuente Conserving Technologies in South Asia." En *Lead Papers, 4th World Congress on Conservation Agriculture*, 4–7 de febrero de 2009, New Delhi, India. Nueva Delhi: World Congress on Conservation Agriculture.
- ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program). 2006. *Proceedings of the International Grid-Connected Renewable Energy Policy Forum*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Falloon, P. y R. Betts. De próxima aparición. "Climate Impacts on European Agriculture and Water Management in the Context of Adaptation and Mitigation — The Importance of an Integrated Approach". *Science of the Total Environment*.
- Fankhauser, S., N. Martin y S. Prichard. 2009. "The Economics of the CDM Levy: Revenue Potential, Tax Incidence and Distortionary Effects". Documento de antecedentes para el Informe sobre el desarrollo mundial 2010.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2005. "Global Forest ReFuentes Assessment 2005: Progress towards Sustainable Forest Management". Forestry Paper 147, Roma.
- , 2007. "The World's Mangroves 1980–2005". Forestry Paper 153, Roma.
- , 2008. *Food Outlook: Global Market Analysis*. Roma: FAO.
- , 2009a. "Aquastat". Roma.
- , 2009b. More People than Ever Are Victims of Hunger. Comunicado de prensa, Roma.

- Fay, M., R. I. Block y J. Ebinger. 2009. *Adapting to Climate Change in Europe and Central Asia*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Fisher, B. S., N. Nakicenovic, K. Alfsen, J. Corfee Morlot, F. de la Chesnaye, J. C. Hourcade, K. Jiang, M. Kainuma, E. La Rovere, A. Matysek, A. Rana, K. Riahi, R. Richels, S. Rose, D. van Vuuren y R. Warren. 2007. "Issues Related to Mitigation in the Long-term Context". En *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave y L. A. Meyer (comps.), Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- FMI (Fondo Monetario Internacional). 2009. "From Recession to Recovery: How Soon and How Strong?" En, *World Economic Outlook: Crisis and Recovery*. Washington, DC: FMI.
- Folger, T. 2006. "Can Coal Come Clean? How to Survive the Return of the World's Dirtiest Fossil Fuel". Diciembre. *Discover Magazine*.
- Gobierno de Bangladesh. 2008. *Cyclone Sidr in Bangladesh: Damage, Loss and Needs Assessment for Disaster Recovery and Reconstruction*. Dhaka, Gobierno de Bangladesh, Banco Mundial y Comisión Europea.
- Guan, D. y K. Hubacek. 2008. "A New and Integrated Hydro-economic Accounting and Analytical Framework for Water ReFuentes: A Case Study for North China". *Journal of Environmental Management* 88(4):1300–1313.
- Gurgel, A. C., J. M. Reilly y S. Paltsev. 2008. *Potential Land Use Implications of a Global Biofuels Industry*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Joint Program on the Science and Policy of Global Change.
- Guth, W., R. Schmittberger y B. Schwarze. 1982. "An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining". *Journal of Economic Behavior and Organization* 3(4):367–88.
- Guthrie, P., C. Juma y H. Sillem (comps.). 2008. *Engineering Change: Towards a Sustainable Future in the Developing World*. Londres: Royal Academy of Engineering.
- Ha-Duong, M., M. Grubb y J.C. Hourcade. 1997. "Influence of Socioeconomic Inertia and Uncertainty on Optimal CO<sub>2</sub>-emission Abatement". *Nature* 390:270–73.
- Haites, E., D. Maosheng y S. Seres. 2006. "Technology Transfer by CDM Projects." *Climate Policy* 6: 327–44.
- Hamilton, K. 2009. "Delayed Participation in a Global Climate Agreement". Banco Mundial. Washington, DC.
- Hare, B. y M. Meinshausen. 2006. "How Much Warming Are We Committed to and How Much Can Be Avoided?" *Climatic Change* 75(1–2): 111–49.
- Heinz Center. 2007. *A Survey of Climate Change Adaptation Planning*. Washington, DC: John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment.
- Hof, A. F., M. G. J. den Elzen y D. P. van Vuuren. 2008. "Analyzing the Costs and Benefits of Climate Policy: Value Judgments and Scientific Uncertainties". *Global Environmental Change* 18(3):412–24.
- Hope, C. 2009. "How Deep Should the Deep Cuts Be? Optimal CO<sub>2</sub> Emissions over Time under Uncertainty". *Climate Policy* 9(1):3–8.
- Horton, R., C. Herweijer, C. Rosenzweig, J. Liu, V. Gornitz y A. C. Ruane. 2008. "Sea Level Rise Projections for Current Generation CGCMs Based on the Semi-empirical Method". *Geophysical Research Letters* 35:L02715–doi:10.1029/2007GL032486.
- Houghton, R. A. 2009. "Emissions of Carbon from Land Management". Nota de antecedentes para el *Informe sobre el desarrollo mundial 2010*.
- ICCT (Consejo Internacional para el Transporte Limpio) 2007. *Passenger Vehicle Greenhouse Gas and Fuel Economy Standard: A Global Update*. Washington, DC: ICCT.
- Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA). 2009. "GGI Scenario Database". Laxenburg (Austria), IIASA.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2001. *Climate Change 2001: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Reino Unido: IPCC.
- , 2007a. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ginebra: IPCC.
- , 2007b. "Summary for Policymakers". En *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, y C.E. Hanson (comps.), Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- , 2007c. "Summary for Policymakers". En *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, y H.L. Miller (comps.). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Irwin, T. 2009. "Implications for Climate Change Policy of Research on Cooperation in Social Dilemma". Documento de trabajo sobre investigaciones relativas a políticas de desarrollo n.º 5006. Banco Mundial, Washington, DC.
- Jaffe, A., S. R. Peterson, P. R. Portney y R. N. Stavins. 1995. "Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?" *Journal of Economic Literature* 33(1):132–63.

- Kanbur, R. 2009. "Macro Crises and Targeting Transfers to the Poor". Cornell University, Ithaca, NY.
- Karim, M. F. y N. Mimura. 2008. "Impacts of Climate Change and Sea-Level Rise on Cyclonic Storm Surge Floods in Bangladesh". *Global Environmental Change* 18(3):490–500.
- Keim, M. E. 2008. "Building Human Resilience: The Role of Public Health Preparedness and Response as an Adaptation to Climate Change". *American Journal of Preventive Medicine* 35(5):508–16.
- Keller, K., G. Yohe y M. Schlesinger. 2008. "Managing the Risks of Climate Thresholds: Uncertainties and Information Needs". *Climatic Change* 91:5–10.
- Knopf, B., O. Edenhofer, T. Barker, N. Bauer, L. Baumstark, B. Chateau, P. Criqui, A. Held, M. Isaac, M. Jakob, E. Jochem, A. Kitous, S. Kypreos, M. Leimbach, B. Magne, S. Mima, W. Schade, S. Scricciu, H. Turton y D. van Vuuren. De próxima aparición. "The Economics of Low Stabilisation: Implications for Technological Change and Policy". En *Making Climate Change Work for Us*. M. Hulme y H. Neufeldt (comps.) Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Koetse, M. y P. Rietveld. 2009. "The Impact of Climate Change and Weather on Transport: An Overview of Empirical Findings". *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 14(3):205–21.
- Kunkel, N., K. Jacob y P.-O. Busch. 2006. "Climate Policies - (The Feasibility of) a Statistical Analysis of their Determinants". Documento presentado en la Conferencia sobre las dimensiones humanas del cambio climático mundial. Berlín.
- Lawrence, D. M., A. G. Slater, R. A. Tomas, M. M. Holland y C. Deser. 2008. "Accelerated Arctic Land Warming and Permafrost Degradation during Rapid Sea Ice Loss". *Geophysical Research Letters* 35:L11506–doi:10.1029/2008GL033985.
- Lehmann, J. 2007. "A Handful of Carbon". *Nature* 447:143–44.
- Lempert, R. J. y M. E. Schlesinger. 2000. "Robust Strategies for Abating Climate Change". *Climatic Change* 45(3–4):387–401.
- Levin, K., B. Cashore, S. Bernstein y G. Auld. 2007. "Playing It Forward: Path Dependency, Progressive Incrementalism, and the 'Super Wicked' Problem of Global Climate Change". Documento presentado en la 48.ª Convención Anual de la Asociación de Estudios Internacionales. 28 de febrero, Chicago.
- Ligeti, E., J. Penney e I. Wieditz. 2007. *Cities Preparing for Climate Change: A Study of Six Urban Regions*. Toronto: Clean Air Partnership.
- Lotze-Campen, H., A. Popp, J. P. Dietrich y M. Krause. 2009. "Competition for Land between Food, Bioenergy and Conservation". Nota de antecedentes para el *Informe sobre el desarrollo mundial 2010*.
- Lüthi, D., M. Le Floch, B. Bereiter, T. Blunier, J.-M. Barnola, U. Siegenthaler, D. Raynaud, J. Jouzel, H. Fischer, K. Kawamura y T. F. Stocker. 2008. "High-Resolution Carbon Dioxide Concentration Record 650,000–800,000 Years before Present". *Nature* 453(7193):379–82.
- Maini, C. 2005. "Development of a Globally Competitive Electric Vehicle in India". *Journal of the Indian Institute of Science* 85:83–95.
- Mann, M. 2009. "Defining Dangerous Anthropogenic Interference". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(11):4065–66.
- Matthews, H. D. y K. Caldeira. 2008. "Stabilizing Climate Requires Near-zero Emissions". *Geophysical Research Letters* 35: L04705–doi:10.1029/2007GL032388.
- Matthews, H. D. y D. W. Keith. 2007. "Carbon-cycle Feedbacks Increase the Likelihood of a Warmer Future". *Geophysical Research Letters* 34:L09702–doi:10.1029/2006GL028685.
- McKinsey Global Institute. 2009. *Pathways to a Low-carbon Economy. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*. Washington, DC: McKinsey & Company.
- McNeely, J. A. y S. J. Scherr. 2003. *Ecoagriculture: Strategies to Feed the World and Save Biodiversity*. Washington, DC: Island Press.
- Meyer, S. M. 1995. "The Economic Impact of Environmental Regulation". *Journal of Environmental Law and Practice* 3(2):4–15.
- Michaelowa, A. y P. Pallav. 2007. *Additionality Determination of Indian CDM Projects. Can Indian CDM Project Developers Outwit the CDM Executive Board?* Zurich: Universidad de Zurich.
- Mignone, B. K., R. H. Socolow, J. L. Sarmiento y M. Oppenheimer. 2008. "Atmospheric Stabilization and the Timing of Carbon Mitigation". *Climatic Change* 88(3–4):251–65.
- Mills, E. 2009. *Building Commissioning: A Golden Opportunity for Reducing Energy Costs and Greenhouse Gas Emissions*. Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Milly, P. C. D., J. Betancourt, M. Falkenmark, R. M. Hirsch, Z. W. Kundzewicz, D. P. Lettenmaier y R. J. Stouffer. 2008. "Stationarity Is Dead: Whither Water Management?" *Science* 319(5863):573–74.
- Müller, C., A. Bondeau, A. Popp, K. Waha y M. Fader. 2009. "Climate Change Impacts on Agricultural Yields". Nota de antecedentes para el *Informe sobre el desarrollo mundial 2010*.
- Nagrath, S. 2007. "Gee Whiz, It's A Reva! The Diminutive Indian Electric Car Is a Hit on the Streets of London". *Businessworld* 27(2) 16 de octubre.
- National Academy of Engineering. 2008. *Grand Challenges for Engineering*. Washington, DC: National Academy of Sciences.
- Nemet, G. 2006. "Beyond the Learning Curve: Factors Influencing Cost Reductions in Photovoltaics". *Energy Policy* 34(17):3218–32.
- Nemet, G. y D. M. Kammen. 2007. "U.S. Energy Research and Development: Declining Investment, Increasing Need, and the Feasibility of Expansion". *EnergyPolicy* 35(1):746–55.
- Nordhaus, W. 2008. *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*. New Haven, CT: Yale University Press.

- Nordhaus, W. y J. Boyer. 2000. *Warming the World: Economic Models of Climate Change*. Cambridge, MA: MIT Press.
- NRC (National Research Council). 2007. *Water Implications of Biofuels Production in the United States*. Washington, DC: National Academies Press.
- Nussbaumer, P. 2009. "On the Contribution of Labelled Certified Emission Reductions to Sustainable Development: A Multi-criteria Evaluation of CDM Projects". *Energy Policy* 37(1):91–101.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2008. *Compendium of Patent Statistics 2008*. París: OCDE.
- OECD (Organización de Estados del Caribe Oriental). 2004. *Grenada: Macro Socio-economic Assessment of the Damages Caused by Hurricane Ivan*. Santa Lucía: OECO.
- Olsen, K. H. 2007. "The Clean Development Mechanism's Contribution to Sustainable Development: A Review of the Literature". *Climatic Change* 84(1):59–73.
- Olsen, K. H. y J. Fenhann. 2008. "Sustainable Development Benefits of Clean Development Mechanism Projects. A New Methodology for Sustainability Assessment Based on Text Analysis of the Project Design Documents Submitted for Validation". *Energy Policy* 36(8):2819–30.
- OIE (Organismo Internacional de Energía). 2006. *World Energy Outlook 2006*. París: Organismo Internacional de Energía.
- , 2008a. *CO<sub>2</sub> Capture and Storage—A Key Abatement Option*. París: Organismo Internacional de Energía.
- , 2008b. *Energy Efficiency Policy Recommendations: In Support of the G8 Plan of Action*. París: Organismo Internacional de Energía.
- , 2008c. *Energy Technology Perspective 2008: Scenarios and Strategies to 2050*. París: Organismo Internacional de Energía.
- , 2008d. *World Energy Outlook 2008*. París: Organismo Internacional de Energía.
- , 2008e. *Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency: Key Insights from IEA Indicator Analysis*. París: Organismo Internacional de Energía.
- OMA (Organismo Europeo del Medio Ambiente). 2004. "Energy Subsidies in the European Union: A Brief Overview". EEA Technical Report 1/2004, EEA, Copenhagen.
- Parry, M., O. F. Canziani, J. P. Palutikof y coautores. 2007. "Technical Summary". En *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson (comps.), Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Parry, M., J. Palutikof, C. Hanson y J. Lowe. 2008. "Squaring Up to Reality". *Nature* 2:68–71.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1990. *Global Assessment of Soil Degradation*. Nueva York: PNUMA.
- , 2008. *Reforming Energy Subsidies: Opportunities to Contribute to the Climate Change Agenda*. Nairobi: División de Tecnología, Industria y Economía del PNUMA.
- Price, L. y E. Worrell. 2006. "Global Energy Use, CO<sub>2</sub> Emissions, and the Potential for Reduction in the Cement Industry". Documento presentado en el taller del Organismo Internacional de Energía sobre cemento y eficiencia energética. París.
- Project Catalyst. 2009. *Adaptation to Climate Change: Potential Costs and Choices for a Global Agreement*. Londres: ClimateWorks and European Climate Foundation.
- Raupach, M. R., G. Marland, P. Ciais, C. Le Quere, J. G. Canadell, G. Klepper y C. B. Field. 2007. "Global and Regional Drivers of Accelerating CO<sub>2</sub> Emissions". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(24):10288–93.
- Repetto, R. 2008. "The Climate Crisis and the Adaptation Myth". School of Forestry and Environmental Studies Working Paper 13, Universidad de Yale, New Haven, CT.
- Robins, N., R. Clover y C. Singh. 2009. *A Climate for Recovery: The Colour of Stimulus Goes Green*. Londres: Hong Kong and Shanghai Banking Corporation.
- Rogers, D. 2009. "Environmental Information Services and Development". Nota de antecedentes para el Informe sobre el desarrollo mundial 2010.
- Ruffe, B. J. 1998. "More Is Better, But Fair Is Fair: Tipping in Dictator and Ultimatum Games". *Games and Economic Behavior* 23(2):247–65.
- Schaeffer, M., T. Kram, M. Meinshausen, D. P. van Vuuren y W. L. Hare. 2008. "Near-Linear Cost Increase to Reduce Climate-change Risk". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(52):20621–26.
- Scheffer, M., V. Brovkin y P. Cox. 2006. "Positive Feedback between Global Warming and Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentration Inferred from Past Climate Change". *Geophysical Research Letters* 33:L10702–doi:10.1029/2005GL025044.
- Scherr, S. J. y J. A. McNeely. 2008. "Biodiversity Conservation and Agricultural Sustainability: Towards a New Paradigm of Ecoagriculture Landscapes". *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363:477–94.
- Schneider, L. 2007. *Is the CDM Fulfilling Its Environmental and Sustainable Development Objective? An Evaluation of the CDM and Options for Improvement*. Berlín: Institute for Applied Ecology.
- SEG (Scientific Expert Group on Climate Change). 2007. *Confronting Climate Change: Avoiding the Unmanageable and Managing the Unavoidable*. Washington, DC: SEG.
- Shalizi, Z. 2006. "Addressing China's Growing Water Shortages and Associated Social and Environmental Consequences". Documento de trabajo sobre investigaciones relativas a políticas de desarrollo n.º 3895, Washington, DC: Banco Mundial.

- Shalizi, Z. y F. Lecocq. 2009. "Economics of Targeted Mitigation Programs in Sectors with Long-Lived Capital Stock". Documento de antecedentes para el *Informe sobre el desarrollo mundial 2010*.
- Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, R. J. Scholes, O. Sirotenko, M. Howden, T. McAllister, G. Pan, V. Romanenkov, U. Schneider, S. Towprayoon, M. Wattenbach y J. U. Smith. 2008. "Greenhouse Gas Mitigation in Agriculture". *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363(1492):789–813.
- Smith, J. B., S. H. Schneider, M. Oppenheimer, G. W. Yohe, W. Hare, M. D. Mastrandrea, A. Patwardhan, I. Burton, J. Corfee-Morlot, C. H. D. Magadza, H.-M. Fussel, A. B. Pittock, A. Rahman, A. Suárez y J.-P. van Ypersele. 2009. "Assessing Dangerous Climate Change Through an Update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Reasons for Concern". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 106(11):4133-37
- Snoussi, M., T. Ouchani, A. Khouakhi e I. Niang-Diop. 2009. "Impacts of Sea-level Rise on the Moroccan Coastal Zone: Quantifying Coastal Erosion and Flooding in the Tangier Bay". *Geomorphology* 107(1-2):32–40.
- Stern, N. 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Sterner, T. 2007. "Fuel Taxes: An Important Instrument for Climate Policy". *Energy Policy* 35:3194–3202.
- Sutter, C., y J. C. Parreno. 2007. "Does the Current Clean Development Mechanism (CDM) Deliver its Sustainable Development Claim? An Analysis of Officially Registered CDM Projects". *Climatic Change* 84(1):75–90.
- Swiss Re. 2007. "World Insurance in 2006: Premiums Came Back to Life". Zurich: Sigma 4/2007.
- Tilman, D., J. Hill, y C. Lehman. 2006. "Carbon-Negative Biofuels from Low-Input High-Diversity Grassland Biomass". *Science* 314:1598–1600.
- Tol, R. S. J. 2008. "Why Worry about Climate Change? A Research Agenda". *Environmental Values* 17(4):437–70.
- Torn, M. S., y J. Harte. 2006. "Missing Feedbacks, Asymmetric Uncertainties, and the Underestimation of Future Warming". *Geophysical Research Letters* 33(10):L10703–doi:10.1029/2005GL025540.
- Tschakert, P. 2004. "The Costs of Soil Carbon Sequestration: An Economic Analysis for Small-scale Farming Systems in Senegal". *Agricultural Systems* 81(3):227–53.
- Voluntary Carbon Standard. 2007. "Guidance for Agriculture, Forestry and Other Land Use Projects". Washington, DC.
- von Braun, J., A. Ahmed, K. Asenso-Okyere, S. Fan, A. Gulati, J. Hoddinott, R. Pandya-Lorch, M. W. Rosegrant, M. Ruel, M. Torero, T. van Rheenen, y K. von Grebmer. 2008. *High Food Prices: The What, Who, and How of Proposed Policy Actions*. Washington, DC: Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias.
- Walter, K. M., S. A. Zimov, J. P. Chanton, D. Verbyla, y F. S. Chapin III. 2006. "Methane Bubbling from Siberian Thaw Lakes as a Positive Feedback to Climate Warming". *Nature* 443:71–75.
- Wardle, D. A., M.-C. Nilsson, y O. Zackrisson. 2008. "Fire-derived Charcoal Causes Loss of Forest Humus". *Science* 320(5876): 629.
- WBGU (German Advisory Council on Global Change). 2009. *Future Bioenergy and Sustainable Land Use*. London: Earthscan.
- Westermeyer, W. 2009. "Observing the Climate for Development". Nota de antecedentes para el *Informe sobre el desarrollo mundial 2010*.
- Wise, M. A., K. V. Calvin, A. M. Thomson, L. E. Clarke, B. Bond-Lamberty, R. D. Sands, S. J. Smith, A. C. Janetos, y J. A. Edmonds. 2009. *The Implications of Limiting CO2 Concentrations for Agriculture, Land Use, Land-use Change Emissions and Bioenergy*. Richland, WA: Pacific Northwest National Laboratory (PNNL).
- Wolf, A. T., J. A. Natharius, J. J. Danielson, B. S. Ward, y J. K. Pender. 1999. "International Basins of the World". *International Journal of Water ReFuentes Development* 15(4):387–427.
- WRI (Instituto de Recursos Mundiales). 2008. "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT)". Washington, DC.
- Xia, J., L. Zhang, C. Liu, y J. Yu. 2007. "Towards Better Water Security in North China". *Water ReFuentes Management* 21(1):233–47.
- Yohe, G. W., R. D. Lasco, Q. K. Ahmad, N. Arnell, S. J. Cohen, C. Hope, A. C. Janetos, y R. T. Pérez. 2007. "Perspectives on Climate Change and Sustainability". En *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palu-tikof, P. J. van der Linden, y C. E. Hanson (comps.), Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

