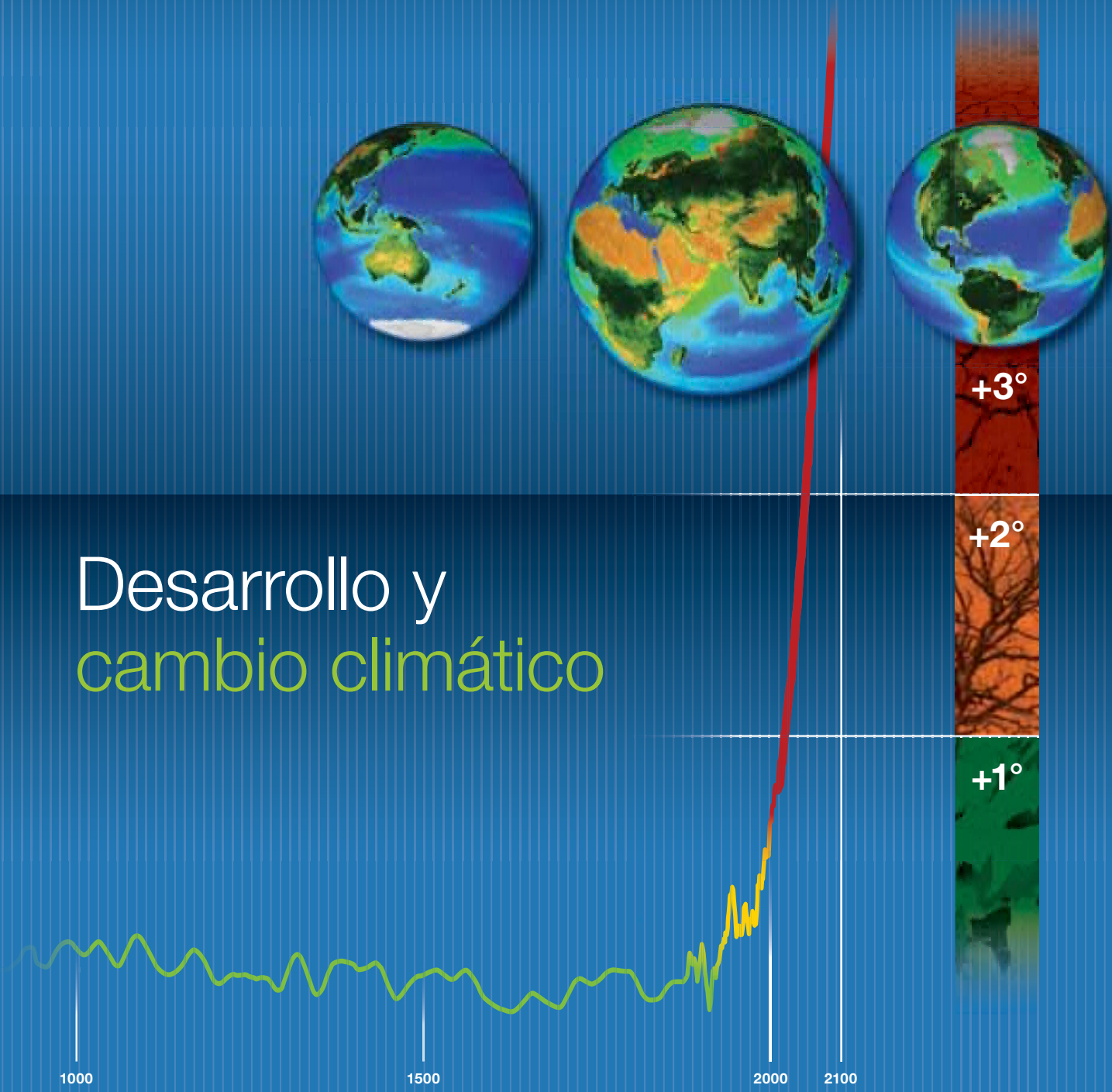


# informe sobre el desarrollo mundial

# 2010



## Desarrollo y cambio climático



BANCO MUNDIAL



Mundi-Prensa



MAYOL EDICIONES

## Hacia la zona de peligro

La actividad humana está calentando el planeta. En el último milenio la temperatura media de la tierra varió en un rango de menos de 0,7°C (presentado en color verde); sin embargo, las emisiones de gases de efecto invernadero hechas por el hombre han producido un aumento drástico en la temperatura del planeta en el último siglo (en amarillo). El aumento proyectado para los próximos 10 años (en rojo) debido a las crecientes emisiones podría posiblemente calentar el planeta en 5°C en relación con el período preindustrial. La humanidad nunca ha experimentado un calentamiento así y sus impactos físicos resultantes limitarían gravemente el desarrollo. Sólo mediante acciones inmediatas y ambiciosas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero es posible evitar el peligroso calentamiento.

La evolución de la temperatura del planeta en los últimos 1.000 años se basa en una variedad de cálculos de variables de reemplazo (por ejemplo, el análisis de los anillos de los árboles o el muestreo del núcleo del hielo, que define la capa de la variación de temperatura a largo plazo. Al iniciarse las observaciones modernas del tiempo en el siglo XIX, fue posible determinar con mayor precisión la temperatura mundial; datos de termómetros de

los últimos 150 años aproximadamente documentan un aumento en la temperatura mundial de cerca de 1°C desde el período preindustrial. En los modelos del clima global, con los que se estima el efecto de distintos escenarios de emisiones futuras en el clima de la tierra, se predice una variedad de posibles temperaturas mundiales para el siglo actual. Estos estimados muestran que aun con las acciones más agresivas de mitigación, puede llegarse a un calentamiento de 2°C o más (un nivel considerado ya como peligroso), y en la mayor parte de los modelos se proyecta que con una menor mitigación se alcanzaría un calentamiento de 3°C o incluso de hasta 5°C y más (aunque con menos certeza sobre estos mayores calentamientos).

Los tres mundos que aparecen en la carátula constituyen compuestos de datos recopilados por satélites, durante los meses de verano entre 1998 y 2007. Los colores del mar representan la concentración de clorofila, que es una medida de la distribución mundial de la vida vegetal marina (fitoplancton). El color azul profundo representa zonas de baja concentración de clorofila, mientras que el verde, el amarillo y el rojo indican una concentración creciente. Los colores

de la tierra representan la vegetación; los blancos, marrones y bronceados simbolizan una mínima cubierta vegetativa, y los diferentes verdes, de claros a oscuros, una vegetación cada vez más densa. Los procesos biológicos en la tierra y el mar tienen un papel decisivo en la regulación de la temperatura de la tierra y el ciclo del carbono, y la información como la presentada en estos mapas mundiales es esencial para administrar los recursos naturales limitados en un mundo que es cada vez más populoso.

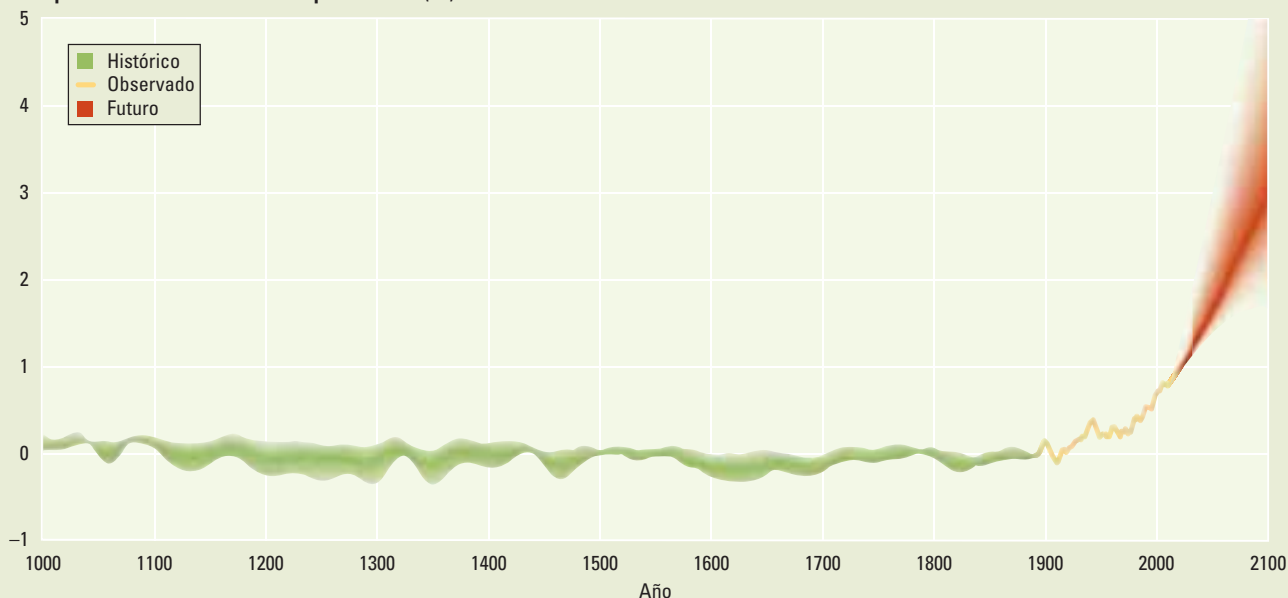
### Fuentes:

Jones, P. D. y M. E. Mann. 2004. "Climate Over Past Millennia." *Reviews of Geophysics* 42(2): doi:10.1029/2003RG000143.

Jones, P. D., D. E. Parker, T. J. Osborn y K. R. Briffa. 2009. "Global and Hemispheric Temperature Anomalies—Land and Marine Instrumental Records." En *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, TN. doi: 10.3334/CDIAC/cli.002

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. *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.

Temperatura en relación con la era preindustrial (°C)



informe sobre el desarrollo mundial **2010**

*Desarrollo  
y cambio climático*



informe sobre el desarrollo mundial **2010**

*Desarrollo  
y cambio climático*



BANCO MUNDIAL

Una coedición del Banco Mundial,  
Mundi-Prensa y Mayol Ediciones S.A.

This volume is a product of the staff of the International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank. The findings, interpretations, and conclusions expressed herein are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of the Executive Directors of The World Bank or the governments they represent.

The World Bank does not guarantee the accuracy of the data included in this work. The boundaries, colors, denominations, and other information shown on any map in this volume do not imply any judgment concerning the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

Este volumen es producto del personal del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial. Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresados aquí son los del (los) autor (es) y no reflejan necesariamente las opiniones de los directores del Banco Mundial, o de los gobiernos que estos representan.

El Banco Mundial no garantiza la exactitud de los datos incluidos en este trabajo. Las fronteras, los colores, los nombres y otra información expuesta en cualquier mapa de este volumen no denotan, por parte del Banco, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni aprobación o aceptación de tales fronteras.

This work was originally published by the World Bank in English as *World Development Report 2010: Development and Climate Change* in 2009. In case of any discrepancies, the original language will govern.

Publicado originalmente en inglés como: *World Development Report 2010: Development and Climate Change* por el Banco Mundial en 2009. En caso de discrepancias, prima el idioma original.

*World Development Report 2010: Development and Climate Change*

© 2010, The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank  
©2010 Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial  
1818 H Street NW  
Washington, DC 20433

Reservados todos los derechos

Primera edición en castellano: agosto 2010

ISBN 978-958-8307-83-1 (Mayol Ediciones S.A.)  
ISBN 978-84-8476-396-3 (Mundi-Prensa)

Traducción al castellano: Banco Mundial  
Diseño de cubierta: Rock Creek Strategic Marketing  
Imágenes de la Tierra en la cubierta: Norman Kuring, Grupo de Procesamiento de Biología Oceánica,  
Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de Estados Unidos  
(<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>)  
Diseño del interior: Naylor Design, Inc.  
Fotografías del interior: Gary Braasch: Panorama general, capítulos 3, 4, 5, 7; Corbis: capítulos 1, 2, 6, 8  
Coordinación editorial: María Teresa Barajas S.  
Edición y diagramación: Mayol Ediciones S.A.

Para obtener más información acerca del *Informe sobre el desarrollo mundial 2010*,  
visite <http://www.worldbank.org/wdr>.

Impreso y hecho en Colombia - Printed and made in Colombia

Distribuidor en España: Ediciones Mundi-Prensa (Paraninfo): Avda. Filipinas, 50, bajo, puerta A, 28003-Madrid (España)  
info@paraninfo.com. Tel. (+34) 902 995 240 - Fax: (+34) 914 456 218  
Distribuidor en México: Mundi-Prensa México S.A. de C.V.: Río Pánuco, 141 - Col. Cuauhtémoc, 06500-México D.F.  
mundiprensa@mundiprensa.com.mx. Tel. (+525) 55 533 56 58 - Fax: (+525) 55 514 67 99

# Contenido

*Prefacio* xv

*Agradecimientos* xvii

*Siglas, abreviaturas y notas sobre los datos* xix

*Conclusiones principales* xxii

## **Panorama general: un nuevo clima para el desarrollo** 1

Argumentos en favor de la acción 4

Es posible conseguir un mundo con un enfoque climático inteligente si actuamos ahora, de común acuerdo y de manera diferente 10

Cómo conseguirlo: nuevas presiones, nuevos instrumentos y nuevos recursos 20

## **1 Comprender los vínculos entre el cambio climático y el desarrollo** 37

El cambio climático sin mitigación es incompatible con un desarrollo sostenible 39

Evaluar las soluciones de compromiso 49

Los costos de demorar los esfuerzos mundiales en pos de la mitigación 56

Aprovechar el momento: estímulos inmediatos y transformaciones de largo plazo 58

**Tema especial A. La ciencia del cambio climático** 70

### **Primera parte**

## **2 Reducir la vulnerabilidad humana: cómo ayudar a la gente a ayudarse a sí misma** 87

Gestión adaptativa: vivir con el cambio 89

Gestión de los riesgos físicos: evitar lo evitable 91

Gestión de los riesgos financieros: instrumentos flexibles para situaciones imprevistas 101

Gestión de los riesgos sociales: potenciar a las comunidades para que puedan protegerse 106

De cara hacia 2050: ¿qué mundo nos espera? 113

*Tema especial B. Biodiversidad y servicios del ecosistema  
en un clima cambiante 124*

### **3 Ordenar la tierra y el agua para alimentar a 9.000 millones de personas y proteger los sistemas naturales 133**

- Sentar las bases para la ordenación de los recursos naturales 135
- Sacar más partido del agua y protegerla mejor 136
- Aumentar la producción agrícola al mismo tiempo que se protege el medio ambiente 146
- Más producción y mejor protección en las pesquerías y la acuicultura 157
- Concertar acuerdos internacionales flexibles 159
- La disponibilidad de información fiable es fundamental para una ordenación adecuada de los recursos naturales 163
- El precio del carbono, los alimentos y la energía podrían ser el trampolín 167

### **4 Vigorizar el desarrollo sin afectar el clima 189**

- Hallar el equilibrio entre objetivos encontrados 191
- Hacia dónde debe dirigirse el mundo: la transformación hacia un futuro con energía sostenible 196
- Hacer realidad los ahorros de la eficiencia energética 210
- Difusión en gran escala de las tecnologías existentes de bajo nivel de emisión de carbono 219
- Acelerar la innovación y el desarrollo de tecnologías avanzadas 222
- Las políticas tienen que estar integradas 223

## **Segunda parte**

### **5 Integrar el desarrollo en el régimen climático mundial 235**

- Instauración de un régimen climático: superar las tensiones entre el clima y el desarrollo 235
- Opciones para integrar en la arquitectura mundial las medidas adoptadas por los países en desarrollo 243
- Apoyo a los esfuerzos de mitigación de los países en desarrollo 248
- Fomento de los esfuerzos internacionales por integrar la adaptación a un desarrollo inteligente desde el punto de vista del clima 250



*Tema especial C. Comercio y cambio climático* 254

## 6 Generar el financiamiento necesario para la mitigación y la adaptación 259

- El déficit de financiamiento 260
- Las ineficiencias de los instrumentos actuales de financiamiento vinculado con el clima 265
- Incrementar la magnitud del financiamiento para luchar contra el cambio climático 271
- Garantizar el uso transparente, eficiente y equitativo de los fondos 281
- Equiparar las necesidades de financiamiento y las fuentes de recursos 284

## 7 Aceleración de la innovación y la difusión de tecnologías 291

- Con los instrumentos, las tecnologías y las instituciones adecuados, un mundo donde se aborde con inteligencia el cambio climático bien puede estar al alcance de la mano 293
- La distribución de costos y la colaboración internacionales pueden promover los esfuerzos nacionales por fomentar la innovación 298
- Las políticas, las instituciones y los programas públicos impulsan la innovación y aceleran su difusión 308

## 8 Superar la inercia de las conductas y las instituciones 325

- Aprovechar los cambios en las conductas de las personas 326
- Volver a incluir al Estado 335
- Pensar los programas climáticos en términos políticos 342
- El desarrollo con un enfoque inteligente respecto del clima comienza por casa 346

## Nota bibliográfica 353

## Glosario 355

## Indicadores seleccionados 363

- Cuadro A1 Emisiones vinculadas con la energía e intensidad de carbono 364
- Cuadro A2 Emisiones derivadas de la tierra 365
- Cuadro A3 Suministro total de energía primaria 366
- Cuadro A4 Desastres naturales 368
- Cuadro A5 Tierra, agua y agricultura 369
- Cuadro A6 Riqueza de las naciones 370
- Cuadro A7 Innovación, investigación y desarrollo 371
- Definiciones y notas 372
- Símbolos y agregados 376

## Indicadores seleccionados del desarrollo mundial 2010 377

Fuentes y métodos para la recopilación de los datos	377
Clasificación de las economías e indicadores sintéticos	377
Terminología y cobertura geográfica	378
Notas técnicas	378
Símbolos	378
Convenciones sobre la presentación de datos	378
Clasificación de las economías por región y nivel de ingreso, ejercicio de 2010	379
Cuadro 1 Indicadores clave del desarrollo	380
Cuadro 2 Pobreza	382
Cuadro 3 Objetivos de Desarrollo del Milenio: erradicar la pobreza y mejorar la calidad de vida	384
Cuadro 4 Actividad económica	386
Cuadro 5 Comercio, asistencia y financiamiento	388
Cuadro 6 Indicadores clave para otras economías	390
Notas técnicas	392
Métodos estadísticos	398
El método del 'Atlas' del Banco Mundial	399

## Recuadros

1 Todas las regiones en desarrollo son vulnerables a los efectos del cambio climático, por razones diferentes	6	TEA.2 La salud de los océanos: los arrecifes de coral y la acidificación de los océanos	78
2 El crecimiento económico: necesario pero no suficiente	7	2.1 Características de una gestión adaptativa	91
3 Costo del "seguro del clima"	8	2.2 Planificación de actividades más verdes y seguras: el caso de Curitiba	93
4 Redes de seguridad: del sostenimiento de los ingresos a la reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático	14	2.3 Adaptación al cambio climático: Alejandría, Casablanca y Túnez	94
5 Planteamientos prometedores tanto para los agricultores como para el medio ambiente	18	2.4 Fomento de las sinergias entre mitigación y adaptación	96
6 Necesidad de inventiva: la adaptación requiere nuevos instrumentos y nuevos conocimientos	19	2.5 Preparación para las oleadas de calor	97
7 Ciudades que reducen su huella de carbono	21	2.6 Evitar que se cumplan los pronósticos y adelantarse a los impactos: gestión del riesgo de episodios extremos para evitar que se conviertan en desastres	100
8 Papel del uso de la tierra, la agricultura y la silvicultura en la gestión del cambio climático	26	2.7 Los datos transmitidos por satélite y la información geográfica son un instrumento fundamental y poco costoso para la gestión de riesgos	101
1.1 El empoderamiento de la mujer mejora los resultados de la adaptación y la mitigación	44	2.8 Creación de empleos para reducir el riesgo de inundaciones	102
1.2 Aspectos básicos del descuento de los costos y beneficios de la mitigación del cambio climático	50	2.9 Asociaciones entre el sector público y el privado para compartir los riesgos climáticos: seguro del ganado en Mongolia	103
1.3 Retroalimentaciones positivas, puntos críticos, umbrales y aspectos no lineales en los sistemas naturales y socioeconómicos	52	2.10 El Fondo de seguro contra riesgos de catástrofe para el Caribe: seguro frente a la interrupción de los servicios después de los desastres	105
1.4 Ética y cambio climático	55		
TEA.1 El ciclo del carbono	71		

- 2.11 Asistencia basada en el trabajo en la India en el contexto de la Ley nacional de garantía del empleo rural 110
- 2.12 La migración en nuestros días 111
- TEB.1 ¿Qué es la biodiversidad? ¿Qué son los servicios del ecosistema? 124
- TEB.2 Pago por los servicios del ecosistema y de mitigación 128
- TEB.3 Extractos de la Declaración de los Derechos de los Pueblos Indígenas 130
  - 3.1 Toma de decisiones robustas: una nueva manera de gestionar los recursos hídricos 141
  - 3.2 Peligros de establecer un mercado para los derechos del agua antes de la puesta en marcha de estructuras institucionales 143
  - 3.3 Gestión de los recursos hídricos dentro del margen de error: Túnez 144
  - 3.4 Aceite de palma, reducción de las emisiones y prevención de la deforestación 149
  - 3.5 Diversificación de productos y mercados: una alternativa económica y ecológica para los agricultores marginales de los trópicos 153
  - 3.6 Los cultivos resultantes de la biotecnología podrían ayudar a los agricultores a adaptarse al cambio climático 156
  - 3.7 El carbón podría secuestrar el carbono y aumentar los rendimientos en gran escala 157
  - 3.8 Las autoridades de Marruecos deben lograr difíciles soluciones de compromiso en las importaciones de cereales 161
  - 3.9 Proyectos piloto para el mercado del carbono agrícola en Kenia 173
- 4.1 La crisis financiera es una oportunidad para adoptar formas de energía eficientes y limpias 190
- 4.2 La energía limpia y eficiente puede ser beneficiosa para el desarrollo 192
- 4.3 Un mundo con una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e (2°C más cálido) exige un cambio fundamental en el sistema energético mundial 199
- 4.4 Combinación de fuentes de energía en el nivel regional para lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e (y limitar el calentamiento a 2°C) 201
- 4.5 Las tecnologías de energía renovable encierran un enorme potencial pero tienen limitaciones 206
- 4.6 Tecnologías avanzadas 210
- 4.7 El papel de la política urbana para lograr los beneficios adicionales de la mitigación y el desarrollo 211
- 4.8 La eficiencia energética encuentra muchas barreras y deficiencias de mercado y de otra índole 213
- 4.9 Los precios del carbono por sí solos no bastan 214
- 4.10 Los programas de eficiencia energética y energía renovable de California 217
- 4.11 La experiencia del Grupo del Banco Mundial en el financiamiento de la eficiencia energética 218
- 4.12 Las dificultades para comparar los costos de las tecnologías energéticas: una cuestión de supuestos 220
- 4.13 Dinamarca mantiene el crecimiento económico a la vez que reduce sus emisiones 221
- 4.14 Leyes sobre tarifas preferenciales para la introducción de energías renovables, créditos tributarios y normas sobre la cartera de energías renovables en Alemania, China y Estados Unidos 221
- 4.15 Energía solar concentrada en Medio Oriente y África septentrional 224
  - 5.1 El régimen climático hoy 236
  - 5.2 Propuestas sobre la distribución de la carga 240
  - 5.3 Los enfoques diferenciados ofrecen buenos resultados en cuanto a eficacia y equidad 245
- TEC.1 Impuesto al carbono virtual 255
  - 6.1 Cálculo del costo de la adaptación al cambio climático en los países en desarrollo 263
  - 6.2 Evaluación de los beneficios conexos del MDL 269
  - 6.3 Los impuestos al carbono frente a los sistemas de límites máximos y comercio de emisiones 272
  - 6.4 El compromiso del Ministerio de Finanzas de Indonesia con los problemas del cambio climático 273
  - 6.5 Conservar el carbono del suelo agrícola 278
  - 6.6 Asignar financiamiento para el desarrollo en condiciones concesionarias 282
  - 6.7 La vulnerabilidad al clima frente a la capacidad social 283
  - 6.8 La vulnerabilidad al clima frente a la capacidad para adaptarse 284
  - 7.1 La geoingeniería, un medio de frenar el cambio climático en el mundo 294
  - 7.2 La innovación es un proceso desordenado y sólo puede promoverse mediante políticas que aborden las múltiples partes de un sistema complejo 299
  - 7.3 Sistemas de observación innovadores: creación de un servicio climático mundial y un “sistema de sistemas” 301
  - 7.4 ITER: el comienzo demorado de la distribución de costos de investigación y desarrollo de un proyecto energético 302
  - 7.5 Las tecnologías necesarias para la captura y el almacenamiento del carbono requieren la cooperación internacional 303
  - 7.6 El refrigerador supereficiente: ¿Un programa precursor de los compromisos anticipados de mercado? 304
  - 7.7 Una innovación prometedor para las actividades de adaptación para zonas costeras 306
  - 7.8 Las universidades deben ser innovadoras: el caso de África 310
  - 7.9 CGIAR: ¿Un modelo de actuación frente al cambio climático? 311
  - 7.10 Los diseños mejorados de las cocinas pueden reducir el hollín y producir así importantes beneficios para la salud humana y la mitigación del cambio climático 317

- |   |     |   |     |
|---|-----|---|-----|
| 8.1 Errores a la hora de comunicar la necesidad de adoptar medidas contra el cambio climático                                     | 327 | 8.7 Los caminos de China e India hacia la reforma institucional para favorecer las medidas contra el cambio climático | 338 |
| 8.2 Las confusiones acerca de la dinámica del cambio climático fomentan la complacencia   | 329 | 8.8 Programas nacionales de acción para la adaptación   | 339 |
| 8.3 Las percepciones sobre el riesgo pueden hundir políticas: gestión del riesgo de inundaciones                                  | 329 | 8.9 Cómo se incrementó la responsabilidad del gobierno ante el cambio climático en el Reino Unido                     | 340 |
| 8.4 Participación de la comunidad a lo largo de todo el proceso para reducir los riesgos de deslizamiento de tierras en el Caribe | 332 | 8.10 Federalismo ecológico y políticas contra el cambio climático   | 341 |
| 8.5 Las comunicaciones referidas al cambio climático  | 332 | 8.11 Reunir apoyo para el sistema de límites máximos y comercio de emisiones  | 345 |
| 8.6 Incorporar la educación sobre el clima en los programas de estudio escolares  | 333 | 8.12 El sector privado modifica sus prácticas aun en ausencia de legislación nacional                                 | 347 |

## Gráficos

- |  |    |  |     |
|--|----|--|-----|
| 1 Huellas de carbono desiguales: emisiones per cápita en países de ingreso bajo, mediano y alto (2005)   | 2  | 1.3 Evaluación de la pérdida de eficiencia generada por la participación parcial en un acuerdo sobre el clima  | 59  |
| 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 | 3  | 1.4 Se incrementa el gasto mundial en estímulos ecológicos   | 61  |
| 3 Históricamente, los países de ingreso alto han sido y continúan siendo responsables de un porcentaje desproporcionadamente elevado de emisiones mundiales  | 3  | TEA.1 Las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero han ido en aumento  | 72  |
| 4 Los niveles de CO <sub>2</sub> se disparan   | 4  | TEA.2 Principales factores que han afectado el clima desde la Revolución Industrial  | 73  |
| 5 ¿Qué nos depara el futuro? Dos entre muchas opciones: seguir el curso actual o iniciar una mitigación agresiva   | 10 | TEA.3 La temperatura media anual mundial y la concentración de CO <sub>2</sub> siguen aumentando, 1880-2007  | 73  |
| 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>  | 11 | TEA.4 El manto de hielo de Groenlandia, en proceso de derretimiento  | 74  |
| 7 Emisiones mundiales de CO <sub>2</sub> e por sector: entre las principales fuentes se cuentan la energía, la agricultura y la silvicultura   | 15 | TEA.5 Brasas cada vez más calientes: los riesgos y daños se evalúan en 2007 mayores que en 2001  | 76  |
| 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  | 15 | TEA.6 Consecuencias proyectadas del cambio climático por región  | 77  |
| 9 La elevada demanda esperada impulsó reducciones de costos en la energía solar fotovoltaica al permitir un aumento de la escala de producción   | 16 | TEA.7 Maneras de limitar el calentamiento a 2°C por encima de los niveles preindustriales  | 81  |
| 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  | 24 | 2.1 Aumenta el número de personas afectadas por desastres relacionados con el clima  | 99  |
| 1.1 Las emisiones de la gente de los países de ingreso alto superan holgadamente las de los países en desarrollo   | 39 | 2.2 Las inundaciones están aumentando, incluso en el África expuesta a las sequías   | 101 |
| 1.2 En Estados Unidos, los biocombustibles a base de maíz incrementan las emisiones de CO <sub>2</sub> y los costos para la salud en comparación con la gasolina   | 48 | 2.3 Los seguros son limitados en el mundo en desarrollo  | 103 |
|  |    | 2.4 Cómo hacer retroceder el desierto aprovechando los conocimientos indígenas, las iniciativas de los agricultores y el aprendizaje social          | 107 |
|  |    | 3.1 El cambio climático en una cuenca fluvial típica se acusará en todo el ciclo hidrológico   | 137 |
|  |    | 3.2 El agua dulce de los ríos representa una parte muy pequeña del total de agua disponible en el planeta, cuyo uso está dominado por la agricultura | 140 |
|  |    | 3.3 La carne requiere una concentración de agua mucho mayor que los grandes cultivos   | 150 |
|  |    | 3.4 La producción intensiva de carne de bovino es un factor importante de emisión de gases de efectos invernadero                                    | 150 |

- 3.5 La productividad agrícola deberá aumentar todavía más rápidamente debido al cambio climático 151
- 3.6 Los ecosistemas han sido ya objeto de una amplia conversión con fines agrícolas 152
- 3.7 Simulación con computador del uso integrado de la tierra en Colombia 154
- 3.8 La demanda de pescado procedente de la acuicultura aumentará, sobre todo en Asia y África 159
- 3.9 Las técnicas de teledetección se utilizan en los viñedos de Worcester (West Cape, Sudáfrica) para calibrar la productividad del agua 165
- 3.10 En Andhra Pradesh (India) los agricultores generan sus propios datos hidrológicos, utilizando dispositivos e instrumentos muy sencillos, para regular las retiradas de los acuíferos 166
- 3.11 Un paisaje agrícola ideal que incorpore la perspectiva del cambio climático permitiría a los agricultores utilizar nuevas tecnologías y técnicas para multiplicar los rendimientos y hacer posible que los administradores de la tierra protejan los sistemas naturales, de manera que los hábitats naturales queden integrados en paisajes agrícolas productivos 168
- 3.12 Un paisaje agrícola ideal que incorpore la perspectiva del cambio climático permitiría a los agricultores utilizar tecnologías flexibles frente a las crisis climáticas mediante la infraestructura natural, la infraestructura incorporada y los mecanismos de mercado 169
- 3.13 Se prevé que los precios de los cereales subirán entre 50 y 100% para 2050 170
- 3.14 Un impuesto del carbono aplicado a las emisiones de la agricultura y el cambio de uso de la tierra alentaría la protección de los recursos naturales 171
- 4.1 La verdad detrás de la duplicación de las emisiones: las mejoras en la intensidad de utilización de energía y del carbono no han sido suficientes para compensar la creciente demanda energética impulsada por el aumento de los ingresos 193
- 4.2 Combinación de fuentes de energía primaria entre 1850 y 2006. De 1850 a 1950, el consumo energético creció 1,5% al año, impulsado principalmente por el consumo de carbón. Entre 1950 y 2006, creció un 2,7% anual, impulsado principalmente por el petróleo y el gas natural 194
- 4.3 A pesar del escaso consumo energético y el bajo nivel de emisiones per cápita, los países en desarrollo generarán gran parte del crecimiento futuro en el consumo total de energía y de las emisiones de CO<sub>2</sub> 194
- 4.4 Emisiones de gases de efecto invernadero, por sector: total mundial y de países de ingreso alto, mediano y bajo 195
- 4.5 La tasa de propiedad de automóviles se incrementa a medida que crece el ingreso, pero los precios, el transporte público, la planificación y la densidad urbanas pueden refrenar el uso de automóviles 196
- 4.6 Hacia dónde debe ir el mundo: emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> vinculadas con la energía 197
- 4.7 Sólo la mitad de los modelos de energía consideran posible lograr la reducción de emisiones necesaria para mantener una concentración cercana a los 450 ppm de CO<sub>2</sub>e (2°C) 197
- 4.8 Estimaciones de los costos mundiales de mitigación y los precios del carbono para lograr concentraciones de 450 y 550 ppm de CO<sub>2</sub>e (2 y 3°C) en 2030, extraídas de cinco modelos 203
- 4.9 Es esencial encarar medidas de alcance mundial para limitar el calentamiento a 2°C (450 ppm) o 3°C (550 ppm). Los países desarrollados por sí solos no podrían encaminar al mundo hacia una trayectoria de 2 o 3°C, aun si redujeran sus emisiones a cero para 2050 204
- 4.10 La diferencia en el volumen de emisiones entre la situación a la que se encamina el mundo y aquella a la que debe dirigirse es enorme, pero una cartera de energías no contaminantes puede ayudar a mantener una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e (2°C) 207
- 4.11 El objetivo es impulsar las tecnologías de bajo carbono de concepto no probado al despliegue general y a mayores reducciones de emisiones 208
- 4.12 La energía solar fotovoltaica se hace más barata con el transcurso del tiempo gracias a la investigación y desarrollo y al incremento esperado en la demanda que se deriva de una mayor escala en la producción 223
- TEC.1 Coeficiente entre importación y exportación de productos cuya fabricación requiere un alto consumo de energía en países de ingreso alto y en países de ingreso bajo y mediano 256
- 6.1 Los costos anuales de mitigación se incrementan con el nivel de exigencia y de certeza acerca del objetivo de temperatura 261
- 6.2 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 266
- 7.1 La capacidad eólica instalada mundial acumulada aumentó notablemente en la última década 291
- 7.2 Los presupuestos públicos para investigación, desarrollo y demostración de energía están cercanos a sus mínimos históricos, y predomina la energía nuclear 296
- 7.3 El gasto anual en investigación y desarrollo en materia de energía y cambio climático resulta insignificante frente a las subvenciones 297
- 7.4 El ritmo de las inversiones no es uniforme en las distintas tecnologías con bajo nivel de emisiones de carbono 297
- 7.5 La normativa afecta a todos los eslabones de la cadena de innovación 299
- 7.6 El “valle de la muerte” entre la investigación y el mercado 305
- 7.7 La matrícula en ingeniería sigue siendo baja en muchos países en desarrollo 309
- 7.8 Las bicicletas eléctricas se cuentan ahora entre los medios de transporte más económicos y limpios de China 312

- 7.9 Los países de ingreso mediano están atrayendo inversiones de los cinco principales fabricantes de equipos eólicos, pero la deficiencia de los derechos de propiedad intelectual limita la transferencia de tecnología y la capacidad de I+D 314
- 8.1 Las acciones directas de los consumidores estadounidenses producen hasta un tercio de las emisiones de CO<sub>2</sub> del país 326
- 8.2 Pequeños ajustes locales para lograr grandes beneficios mundiales: el reemplazo de los vehículos utilitarios deportivos por automóviles de bajo consumo de combustible tan solo en Estados Unidos prácticamente contrarrestaría las emisiones que se producirían si se suministrara electricidad a 1.600 millones de personas más 327
- 8.3 La disposición de las personas a responder al cambio climático varía de un país a otro y no siempre se traduce en acciones concretas 328
- 8.4 El cambio climático aún no es una prioridad 330
- 8.5 La preocupación por el cambio climático disminuye a medida que aumenta la riqueza 331
- 8.6 Una gestión eficaz va de la mano de un buen desempeño ambiental 337
- 8.7 Las democracias son más eficaces para generar productos normativos vinculados con el clima que efectos directos 343

## Mapas

- 1 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 5
- 1.1 Más de 1.000 millones de personas dependen del agua proveniente de los glaciares del Himalaya, cuyo volumen se está reduciendo 38
- 1.2 Los países ricos también se ven afectados por un clima anómalo: la ola de calor de 2003 mató a más de 70.000 personas en Europa 41
- 1.3 Es probable que el cambio climático provoque un aumento de la pobreza en la mayor parte de Brasil, especialmente en las regiones más pobres 43
- 1.4 La tormenta de enero de 2008 en China afectó gravemente la movilidad, pilar del crecimiento económico del país 46
- 1.5 África cuenta con un enorme potencial de energía hidroeléctrica no aprovechado, en relación con el potencial más bajo pero mejor explotado de los recursos hidroeléctricos de Estados Unidos 47
- TEA.1 Tendencias de variación regional del clima mundial de los últimos 30 años 75
- TEA.2 Potenciales elementos de inflexión en el sistema climático: distribución mundial 80
- 2.1 En situación de riesgo: la población y las megaciudades se concentran en las zonas costeras bajas amenazadas por la elevación del nivel del mar y las mareas de tormenta 92
- 2.2 Un desafío complejo: gestión del crecimiento urbano y el riesgo de inundaciones en un clima cambiante, en Asia meridional y suoriental 95
- 2.3 Las ciudades septentrionales deben prepararse desde ahora mismo para un clima mediterráneo 97
- 2.4 El cambio climático acelera el regreso del dengue en las Américas 98
- 2.5 Los países pequeños y pobres son financieramente vulnerables a los episodios atmosféricos extremos 105
- 2.6 Migrantes senegaleses se asientan en lugares expuestos a inundaciones en las proximidades de la zona urbana de Dakar 112
- TEB.1 Si bien muchos de los cambios previstos en el ecosistema corresponden a zonas boreales o desérticas que no son centros de biodiversidad en situación crítica, hay todavía importantes áreas de superposición y motivos de preocupación 126
- TEB.2 Las zonas no protegidas con alto riesgo de deforestación y abundantes reservas de carbono deben beneficiarse con carácter prioritario del mecanismo REDD 129
- 3.1 Según las proyecciones, la disponibilidad de agua cambiará dramáticamente para mediados del siglo XXI en muchos lugares del mundo 138
- 3.2 El mundo conocerá períodos de sequía más prolongados y precipitaciones más intensas 139
- 3.3 El cambio climático reducirá los rendimientos agrícolas en la mayoría de los países para 2050, habida cuenta de las actuales prácticas agrícolas y variedades de cultivos 146
- 3.4 La agricultura intensiva del mundo desarrollado ha contribuido a la proliferación de zonas muertas 151
- 3.5 El comercio mundial de cereales depende de las exportaciones de un reducido número de países 162
- 3.6 Los países desarrollados tienen más puntos de recopilación de datos y series temporales más prolongadas de datos de supervisión del agua 164
- 7.1 Los adelantos en el trazado de mapas eólicos ofrecen nuevas oportunidades 292

## Cuadros

- |       |  |     |
|-------|--|-----|
| 1     | Costos incrementales de la mitigación y necesidades correspondientes de financiamiento para una trayectoria de 2°C: ¿Qué se necesitará en los países en desarrollo para el año 2030? | 9   |
| 2     | A la larga, ¿cuánto costará? Valor actualizado de los costos de mitigación hasta 2100  | 9   |
| TEA.1 | Potenciales elementos de inflexión en el sistema climático: activadores, plazos y consecuencias  | 80  |
| TEB.1 | Evaluación de la tendencia actual de la situación mundial de los grandes servicios ofrecidos por los ecosistemas   | 125 |
| 4.1   | ¿Qué haría falta para lograr una concentración de 450 ppm de CO <sub>2</sub> e, necesaria para que el calentamiento no se aleje de los 2°C? Hipótesis ilustrativa                    | 198 |
| 4.2   | Inversiones necesarias para limitar el calentamiento a 2°C (450 ppm de CO <sub>2</sub> e) en 2030  | 203 |
| 4.3   | Las distintas circunstancias de los países exigen enfoques especialmente adaptados   | 205 |
| 4.4   | Instrumentos normativos adaptados al grado de madurez de las tecnologías   | 208 |
| 4.5   | Medidas relativas a la eficiencia energética, las energías renovables y el transporte  | 216 |
| 6.1   | Instrumentos actuales de financiamiento vinculados con el clima  | 261 |
| 6.2   | Estimación del financiamiento anual necesario para actividades vinculadas con el clima en países en desarrollo   | 262 |
| 6.3   | Posible reducción de emisiones regionales derivadas del MDL e ingresos provenientes del comercio de carbono (para 2012)  | 265 |
| 6.4   | Nuevos fondos bilaterales y multilaterales referidos al clima  | 266 |
| 6.5   | Incidencia de un impuesto para la adaptación sobre las operaciones del MDL (2020)  | 270 |
| 6.6   | Posibles fuentes de financiamiento para la mitigación y la adaptación  | 275 |
| 6.7   | Iniciativas nacionales y multilaterales para reducir la deforestación y la degradación forestal  | 278 |
| 7.1   | Acuerdos internacionales sobre tecnología orientada específicamente al cambio climático  | 298 |
| 7.2   | Prioridades de las políticas nacionales clave para la innovación   | 308 |





# 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 32ª edición del *Informe sobre el desarrollo mundial* trata de aplicar esa experiencia, junto con la investigación, para promover los conocimientos sobre el *desarrollo y el 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.

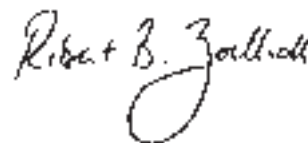
*Debemos actuar de manera diferente*, pues no podemos prepararnos para el futuro tomando como base el clima del pasado. Las necesidades climáticas del mañana nos obligarán a construir una infraestructura que pueda resistir a las nuevas condiciones y sustentar a un número mayor de personas, utilizar los 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 esto 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 Nieva, 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 Diring, Calestous Juma, Jean-Charles Hourcade, Kseniya Lvovsky, Muthukumara Mani, Alan Miller y Michael Toman. Por otro lado, Leon Clarke, Jens Dinkel, Jae Edmonds, Per-Anders Enkvist, Brigitte Knopf y Volker Krey brindaron valiosos datos y consejos. 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 y Andrés Meneses; Stephen McGroarty actuó como editor de adquisiciones.

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, Botsuana, Burkina Faso, China, Costa Rica, Costa de Marfil, 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 de 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, en su decimoséptimo año de trabajo en la elaboración del *Informe sobre el desarrollo mundial*, 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.

# Siglas, abreviaturas y notas sobre los datos

## Siglas y abreviaturas

AC	Aplicación Conjunta
ADPIC	Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio
AIE	Agencia Internacional de Energía
AIF	Asociación Internacional de Fomento
AMCC	Alianza Mundial contra el Cambio Climático
BRIICS	Brasil, Federación Rusa, India, Indonesia, China y Sudáfrica
BT	<i>Bacillus thuringiensis</i>
CAC	captura y almacenamiento del carbono
CFI	Corporación Financiera Internacional
CGIAR	Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales
CIPAV	Centro para Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO <sub>2</sub>	dióxido de carbono
CO <sub>2</sub> e	dióxido de carbono equivalente
CH <sub>4</sub>	metano
EET	economía en transición
ENSO	El Niño/Oscilación Austral
EPIN	evaluación de las políticas e instituciones nacionales
ESCO	empresa de servicios energéticos
ETF-IW*	Fondo de Transformación Internacional, Servicio Internacional
FECC	Fondo Especial para el Cambio Climático
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FPMA	Fondo para los Países Menos Adelantados
FRECPB	Fondo para Reducir las Emisiones de Carbono mediante la Protección de los Bosques
FTL	Fondo para una Tecnología Limpia
GEEREF*	Fondo Mundial para la Eficiencia Energética y las Energías Renovables
GEI	gas de efecto invernadero
GEO	Grupo de Observación de la Tierra
GEOSS*	Sistema Mundial de Sistemas de Observación de la Tierra
GFDRR*	Fondo Mundial para la Reducción de los Desastres y la Recuperación
GLP	gas licuado de petróleo
Gt	gigatonelada
IAASTD*	Evaluación Internacional del papel del Conocimiento, la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Agrícola

IATAL*	Impuesto al Transporte Aéreo Internacional para Adaptación
IDCC	informe anual sobre desempeño de la cartera
IED	inversión extranjera directa
IFCI*	Iniciativa Internacional sobre el Carbono de los Bosques
IISA*	Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas
IMERS*	Régimen de Reducción de Emisiones Marítimas Internacionales
IPCC*	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
kWh	kilovatios-hora
MDL	Mecanismo para un Desarrollo Limpio
MRGRA*	Acuerdo Regional del Medio Oeste para la Reducción de los GEI
N <sub>2</sub> O	óxido nitroso
OyM	operación y mantenimiento
O <sub>3</sub>	ozono
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONG	organización no gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PaCIS*	Sistema de Información Climática del Pacífico
PCM	potencial de calentamiento mundial
PIB	producto interno bruto
PInS	Programa de Inversión en Silvicultura
PNAA	programa nacional de acción para la adaptación
PPA	paridad de poder adquisitivo
PPACC	Programa Piloto sobre la Capacidad de Adaptación al Cambio Climático
ppm	partes por millón
REDD	reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal
RGGI*	Iniciativa Regional sobre Gases de Efecto Invernadero
SCM	servicio climático mundial
SO <sub>2</sub>	dióxido de azufre
SUV*	vehículo utilitario deportivo
TEP	toneladas de equivalente en petróleo
Tt*	billón de toneladas
UCA	unidad de la cantidad atribuida
UE	Unión Europea
UN-REDD	Programa de las Naciones Unidas de Reducción de las Emisiones Debidas a la Deforestación y la Degradación Forestal
WCI*	Iniciativa Climática del Oeste
ZCB	zona costera baja

\* Por sus iniciales en inglés

## Notas sobre los datos

En este informe, la lista de países agrupados por región y nivel de ingreso figura en el cuadro de la clasificación de las economías, al final de la sección dedicada a los indicadores seleccionados del desarrollo mundial. Las clasificaciones de los niveles de ingreso se basan en el PIB per cápita; en esta edición, los umbrales para dichas clasificaciones pueden encontrarse en la introducción a los indicadores seleccionados del desarrollo mundial. Los gráficos, mapas y cuadros (incluidos los indicadores seleccionados) que muestran grupos de ingreso se basan en las categorías establecidas por el Banco en 2009. Los datos que se proporcionan en los indicadores seleccionados del desarrollo se basan en la clasificación de 2010. Los promedios de los grupos consignados en los gráficos y cuadros son promedios no ponderados de los países que integran cada grupo, salvo indicación en contrario.

El uso del término *países* para hacer referencia a las economías no implica juicio alguno por parte del Banco Mundial sobre la condición jurídica u otra condición de ninguno de los territorios. El término *países en desarrollo* se refiere a las economías de ingreso bajo y mediano, de modo que, por una cuestión de conveniencia, puede incluir a las economías en transición que dejan atrás un sistema de planificación central. Los términos *países industrializados* y *países desarrollados* pueden emplearse, por la misma razón, para denotar economías de ingreso alto.

Las cantidades se expresan en dólares corrientes de los Estados Unidos, salvo indicación en contrario.

# Conclusiones principales del 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 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 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.



## Panorama general

# Un nuevo clima para el desarrollo

**E**n 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.

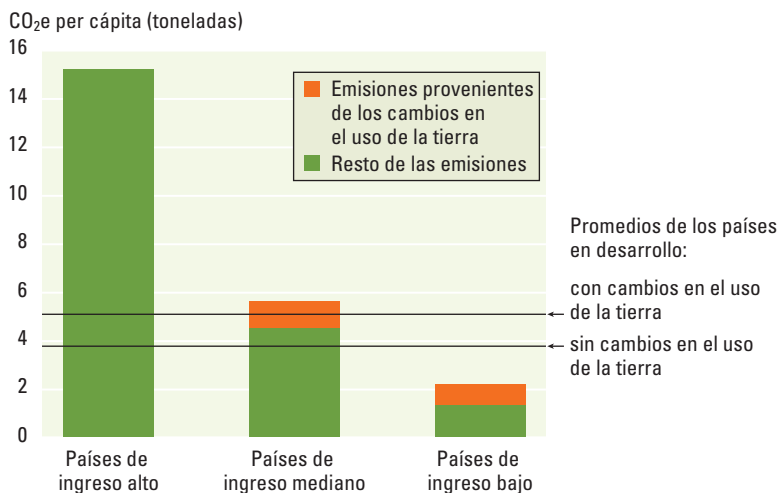
El cambio climático complica todavía más este desafío. En primer lugar, sus efectos son ya visibles: más sequías, más inundaciones, tormentas más fuertes y más olas de calor, que someten a duras pruebas a las personas, las empresas y los gobiernos, y reducen los recursos disponibles para el desarrollo. 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, la mayoría de los ecosistemas sometidos a estrés y en proceso de cambio, muchas especies condenadas a la extinción y naciones insulares enteras amenazadas de inundación. 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 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 nuevas 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

**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). Todas éstas se expresan en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e), volumen de CO<sub>2</sub> que produciría el mismo calentamiento. En 2005, las emisiones provenientes de los cambios en el uso de la tierra en los países de ingreso alto fueron insignificantes.

la salud pública, la seguridad de la energía, la sostenibilidad ambiental y los ahorros financieros. En África, por ejemplo, las 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 eso, 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 (véase capítulo 7). Eso 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 financiamiento 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.

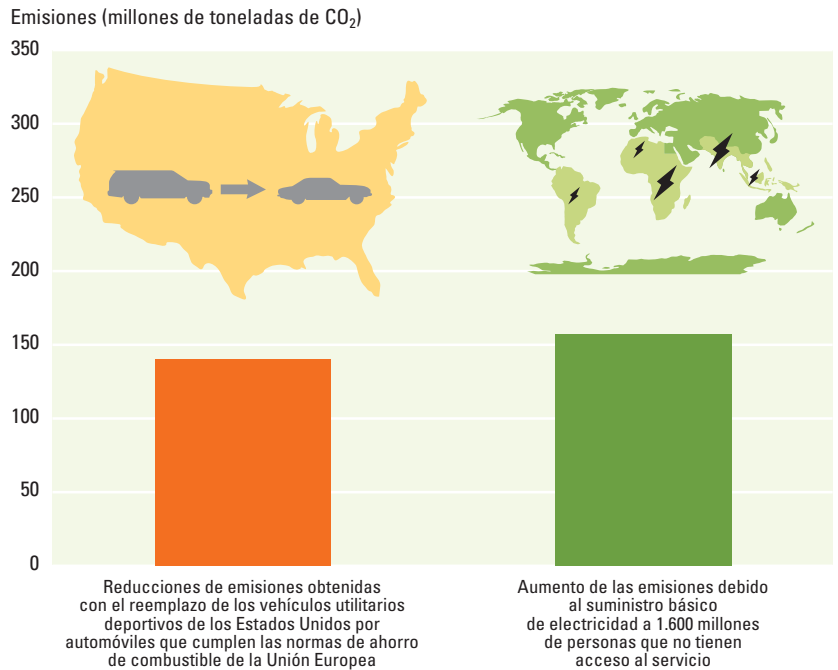
Los países en desarrollo, en particular los más pobres y más vulnerables, necesitarán también ayuda para adaptarse al cambio climático. Soportan ya los episodios atmosféricos más extremos (véase el capítulo 2). E incluso un calentamiento adicional relativamente modesto supondrá grandes ajustes en el 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, cuyo resultado es una inercia todavía mayor.

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

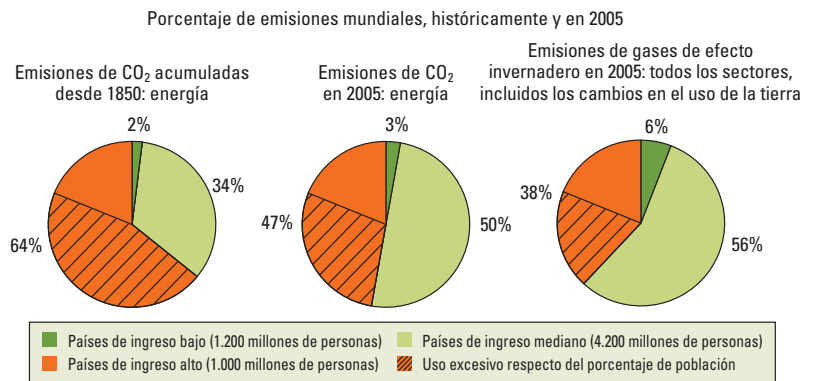
**Gráfico 2 Recobrar el equilibrio: con reemplazar sólo en los Estados Unidos los vehículos utilitarios deportivos por automóviles de bajo consumo de combustible, prácticamente se contrarrestarían las emisiones generadas por la producción de electricidad para 1.600 millones de personas más**



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**



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.

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 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, lo hacen a un ritmo acelerado<sup>17</sup>.

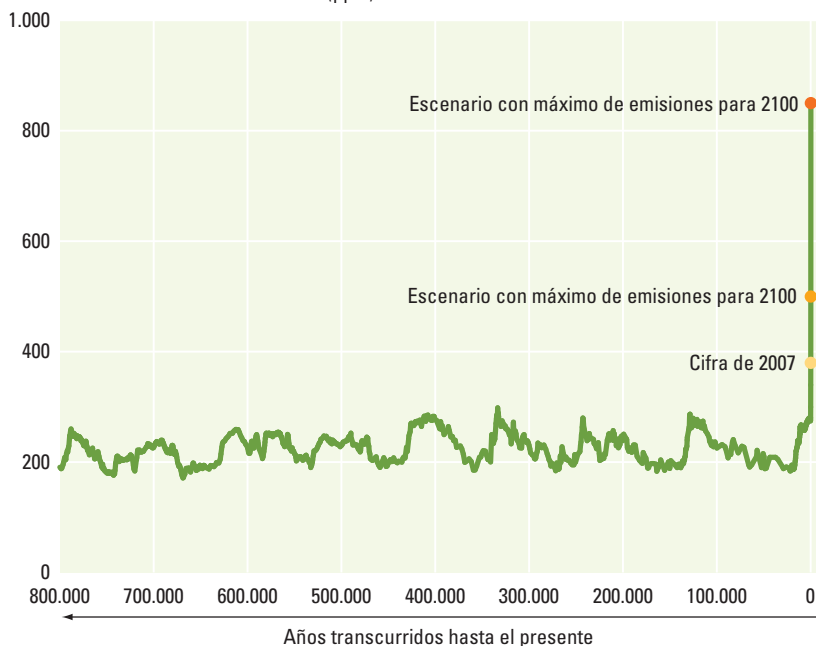
Los efectos del cambio climático se hacen ya patentes en las temperaturas medias más elevadas del aire y del océano, en el derretimiento generalizado de la nieve y el hielo y en la subida del nivel del mar. Los días fríos, las noches frías y las heladas son ahora menos frecuentes, lo contrario que las olas de calor. Las precipitaciones han aumentado en el mundo, aun cuando Australia, Asia central, la cuenca del Mediterráneo, el Sahel, el oeste de 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 podría provocar, ya en este siglo, 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 al norte de Estados Unidos. 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

**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.

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, 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 condenar a la extinción a 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 más de 60 millones de personas y 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<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 ingreso anual per cápita en África y en Asia meridional<sup>24</sup>, frente a pérdidas mínimas en los países de ingreso alto y una caída del PIB medio mundial de aproximadamente el 1%<sup>25</sup>. Estas pérdidas se deberían a los impactos provocados en la agricultura, sector importante para las economías tanto de África como de Asia meridional (mapa 1).

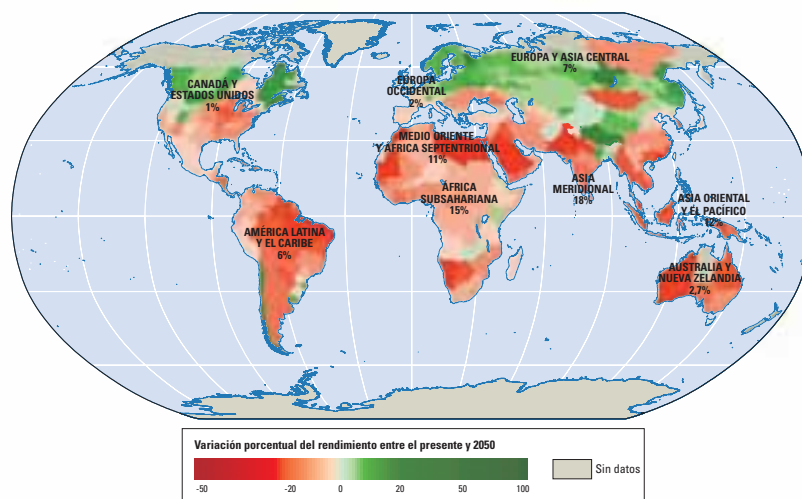
Se estima que los países en desarrollo soportarán la mayor parte de los costos provocados por los daños: entre el 75 y el 80%<sup>26</sup>. Los factores son varios (recuadro 1). Los países en desarrollo tienen una gran dependencia de los

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 atmosférico<sup>27</sup>.

Los países de ingreso elevado se verán también afectados incluso 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

**Mapa 1 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:** los colores del gráfico indican 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 de la variación de los rendimientos 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 impulso del crecimiento de plantas y la eficiencia en el uso del agua a partir de mayores concentraciones ambientales de CO<sub>2</sub>). Las cifras indican la parte del PIB procedente de la agricultura en cada región. (La proporción correspondiente a África subsahariana es del 23%, si se excluye Sudáfrica.) 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– explican su vulnerabilidad. Pero otros factores, asociados con su geografía e historia, son también importantes.

**África subsahariana** 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 23% del PIB (con exclusión de Sudáfrica) 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 mantendrá 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 como fuente de ingresos y empleo. 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, 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 suoriental–, 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 **Medio Oriente y África septentrional**, 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 cerca del 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 suoriental** 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 2010; Banco Mundial, 2007a; Banco Mundial, 2007c; Banco Mundial 2008b; Banco Mundial, 2009b.

para lograr una mayor capacidad de resistencia al cambio climático en los países pobres. Pero, por sí sólo, 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.

### **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 tema especial A). 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

### **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:* Barbier y Sathirathai, 2004; Deltacommissie 2008; FAO 2007; Gobierno de Bangladesh (2008); Guan y Hubacek, 2008; Karim y Mimura, 2008; Shalizi 2006, y Xia y otros, 2007.

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. 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 concluyen que el objetivo más acertado –el que representará el menor costo total (es decir, la suma de los costos del

impacto y la mitigación)– podría ser muy superior a los  $3^{\circ}\text{C}$ <sup>30</sup>. Pero observan que el costo incremental de mantener un calentamiento de aproximadamente  $2^{\circ}\text{C}$  sería modesto: menos de la mitad 1% del PIB (véase el recuadro 3). En otras palabras, los costos totales de la opción de los  $2^{\circ}\text{C}$  no son mucho mayores que los costos totales de la opción económica óptima, mucho menos ambiciosa. ¿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

### 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 eso, aplican su modelo integrado de evaluación (FAIR), modificándolo de acuerdo con distintos supuestos presentados 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 supuestos utilizados (el objetivo óptimo es la concentración que resultaría de la reducción mínima del valor actualizado del consumo mundial). Los “supuestos 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 “supuestos 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  $3,6^{\circ}\text{C}$ . 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 supuestos de Stern y Nordhaus (expresados en forma de diferencia entre el valor actualizado del consumo en 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  $\text{CO}_2\text{e}$ . En consecuencia, si se pasa de 750 ppm a 550 ppm, el resultado es una pérdida relativamente pequeña del consumo (0,3%) con los supuestos de Nordhaus. Así pues, los resultados parecen indicar también que el costo de la mitigación cautelara 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.

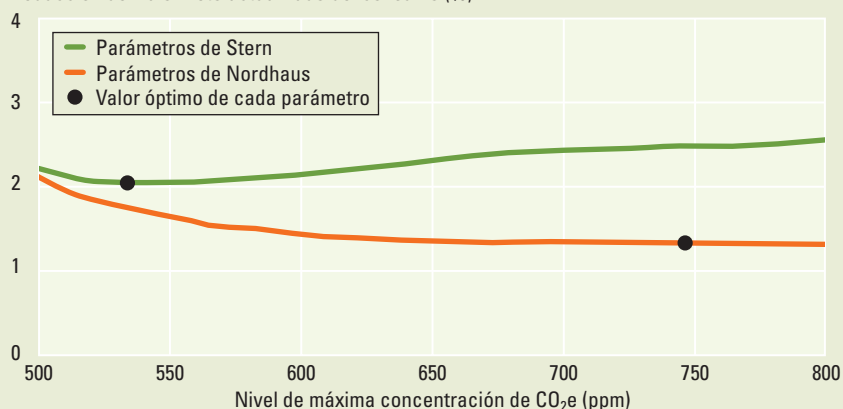
Una razón convincente para optar por un objetivo máximo de concentración

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  $\text{CO}_2\text{e}$  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 $\text{CO}_2\text{e}$

Reducción del valor neto actualizado del consumo (%)



Fuente: adaptado de Hof, Den Elzen y Van Vuuren, 2008, gráfico 10.

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  $\text{CO}_2\text{e}$ . Los “supuestos de Stern” y los “supuestos 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 línea de supuestos, 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.

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 los costos de mitigación resultantes, y las correspondientes necesidades de financiamiento. A mediano plazo, las estimaciones de los costos de mitigación en los países en desarrollo oscilan entre US\$140.000 y US\$175.000 millones anuales para 2030. Eso representa los costos incrementales con respecto a un escenario de mantenimiento de la situación actual (cuadro 1).

En cambio, las necesidades de financiamiento serían mayores, ya que muchos de los ahorros asociados con el nivel más bajo de los costos de explotación, gracias a los progresos de la energía renovable y la eficiencia energética, sólo se hacen realidad con el paso del tiempo. Por ejemplo, McKinsey estima que, si bien el costo incremental en 2030 sería de US\$175.000 millones, las inversiones iniciales necesarias ascenderían a US\$563.000 millones por encima de las necesidades de inversión en un escenario sin cambios. McKinsey observa que esa cifra equivale a un aumento de aproximadamente el 3% de las inversiones mundiales en ese escenario continuista, lo que significa que estaría al alcance de los mercados financieros mundiales<sup>34</sup>. No obstante, los países en desarrollo han tenido tradicionalmente problemas de financiamiento, lo que ha dado lugar a una inversión insuficiente en infraestructura así como a un sesgo en favor de opciones energéticas con bajos costos iniciales de capital, aunque estas opciones resulten eventualmente en costos totales mayores. Por ello, debe darse prioridad a la búsqueda de mecanismos de financiamiento adecuados.

¿Qué ocurriría con un planteamiento a más largo plazo? Los costos de la mitigación aumentarán con el tiempo en consonancia con el crecimiento de la población y de las necesidades energéticas, pero también aumentarán los ingresos. En consecuencia, el valor actualizado de los costos mundiales de la mitigación hasta 2100 se mantendría en un nivel muy inferior al 1% del PIB mundial, que según las estimaciones oscilaría entre el 0,3 y el 0,7% del PIB (véase cuadro 1). No obstante, los costos de mitigación de los países en desarrollo representarían

una proporción mayor de su propio PIB, que oscilaría entre el 0,5 y el 1,2%.

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 representar entre US\$75.000 y US\$100.000 millones anuales sólo en los países en desarrollo<sup>35</sup>.

**Cuadro 1 Costos incrementales de la mitigación y necesidades correspondientes de financiamiento para una trayectoria de 2°C: ¿Qué se necesitará en los países en desarrollo para el año 2030?**

US\$ constantes de 2005

Modelo	Costo de la mitigación	Necesidades de financiamiento
OIE ETP		565
McKinsey	175	563
MESSAGE		264
MiniCAM	139	
REMIND		384

Fuentes: OIE ETP: OIE, 2008c; McKinsey: McKinsey & Company 2009 y datos adicionales facilitados por McKinsey (J. Dinkel) para 2030, utilizando un tipo de cambio dólar-euro de US\$1.25/€1; MESSAGE: IIASA 2009 y datos adicionales facilitados por V. Krey; MiniCAM: Edmonds y otros 2008 y datos adicionales facilitados por J. Edmonds y L. Clarke; REMIND: Knopf y otros, de próxima publicación, y datos adicionales facilitados por B. Knopf.

Nota: tanto los costos de la mitigación como las necesidades correspondientes de financiamiento son incrementales con respecto a un punto de partida sin cambios. Las estimaciones corresponden a la estabilización de los gases de efecto invernadero en 450 ppm CO<sub>2</sub>e, que representaría un 40-50% de posibilidad de un calentamiento inferior a 2°C para 2100 (Schaeffer y otros 2008; Hare y Meinshausen 2006). IEA ETP es el modelo formulado por el Organismo Internacional de Energía, y McKinsey es la metodología creada por el McKinsey & Company; MESSAGE, MiniCAM y REMIND son los modelos examinados por expertos del International Institute for Applied Systems Analysis, Pacific Northwest Laboratory y Potsdam Institute for Climate Impact Research, respectivamente. McKinsey incluye todos los sectores; otros modelos incluyen únicamente las medidas de mitigación en el sector de la energía. MiniCAM menciona US\$168.000 millones en costos de mitigación en 2035, en dólares constantes de 2000; esta cifra se ha interpolado a 2030 y convertido a dólares de 2005.

**Cuadro 2 A la larga, ¿cuánto costará? Valor actualizado de los costos de mitigación hasta 2100**

Modelos	Valor actualizado de los costos de mitigación hasta 2100 para 450 ppm CO <sub>2</sub> e (% del PIB)	
	Todo el mundo	Países en desarrollo
DICE	0,7	
FAIR	0,6	
MESSAGE	0,3	0,5
MiniCAM	0,7	1,2
PAGE	0,4	0,9
REMIND	0,4	

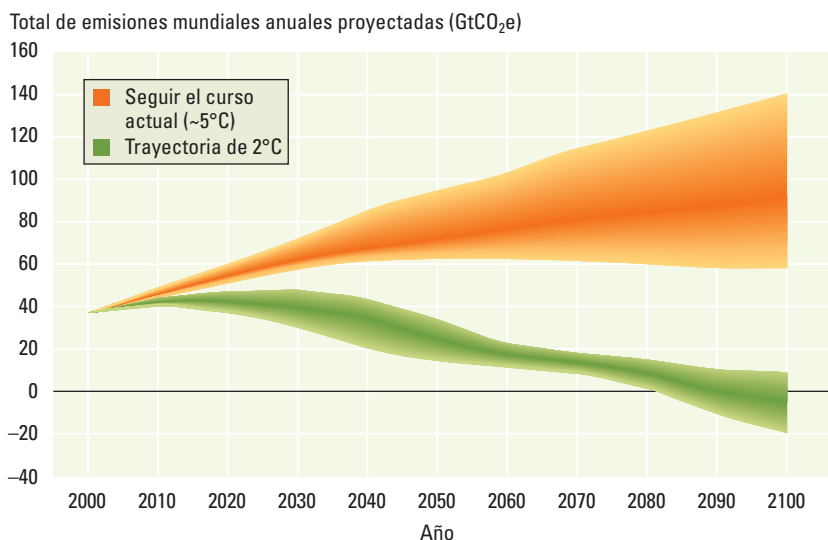
Fuentes: DICE: Nordhaus 2008 (estimaciones basadas en el cuadro 5.3 y el gráfico 5.3); FAIR: Hof, den Elzen y van Vuuren 2008; MESSAGE: IIASA 2009; MiniCAM: Edmonds y otros 2008 y comunicaciones personales; PAGE: Hope 2009 y comunicaciones personales; REMIND: Knopf y otros, de próxima publicación.

Nota: DICE, FAIR, MESSAGE, MiniCAM, PAGE y REMIND son modelos examinados por expertos. 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). En el resultado del modelo FAIR se informan los costos de reducción de la contaminación utilizando los parámetros bajos (véase cuadro 3 de Hof, Den Elzen y Van Vuuren, 2008).

### 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 modesto y las necesidades de inversión disten mucho de ser prohibitivas, la estabilización del calentamiento en torno a los 2°C por encima de 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). Eso 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>.

**Gráfico 5** ¿Qué nos depara el futuro? Dos entre muchas opciones: seguir el curso actual o iniciar una mitigación agresiva



Fuente: Clarke y otros, de próxima publicación.

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.

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 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 eso, 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>.

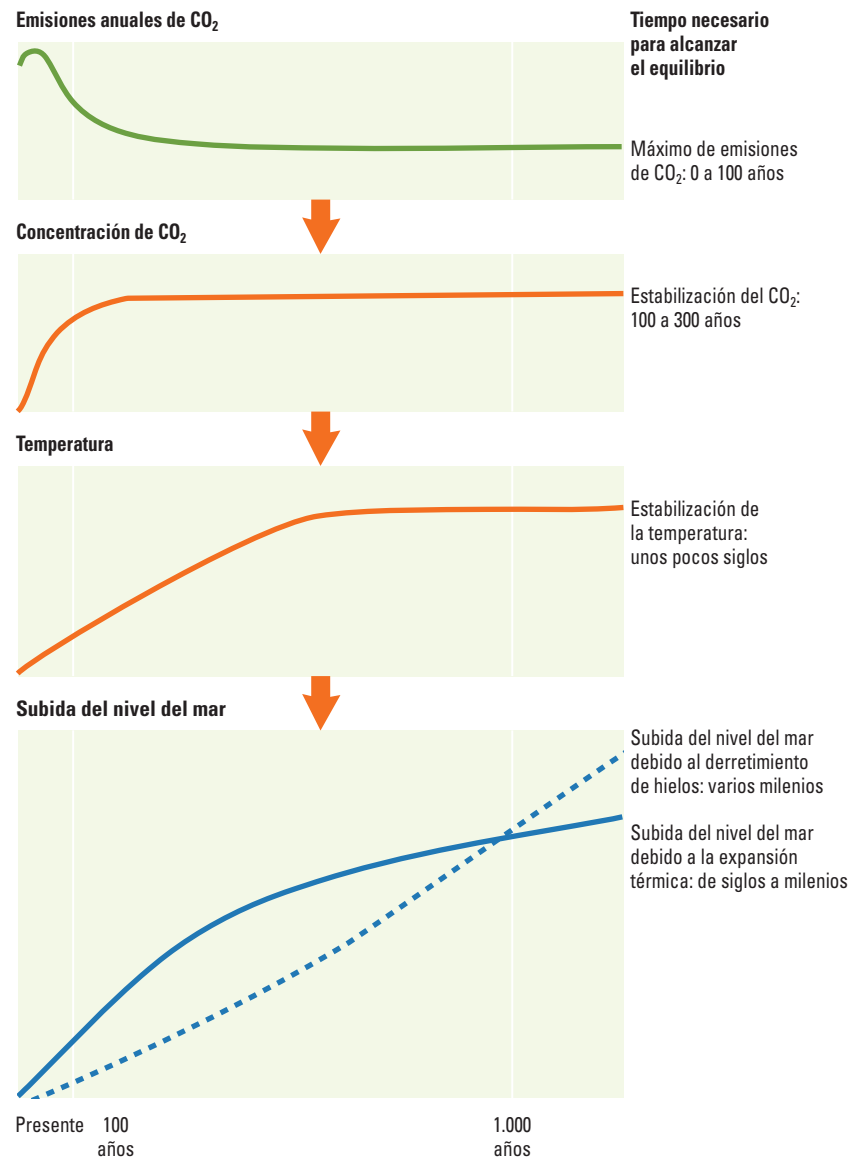
La inercia se hace también presente en las zonas edificadas, ya que limita la flexibilidad para la reducción de los gases de efecto invernadero o la formulación de respuestas de adaptación. Las inversiones en infraestructura suelen producirse en forma intermitente,

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 las que se encuentran lo bastante próximas a los lugares de almacenamiento podrían reconvertirse para la 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 eso– 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 eso 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

**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.

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). No obstante, quizá sea el más complejo de los muchos desafíos planteados por el cambio climático.

### *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 la mitigación es eficaz. No obstante, quizá sea el más complejo de los muchos desafíos planteados por el cambio climático. 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 eso se deduce que los esfuerzos de alcance mundial pueden 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 completamente 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, los costos de 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. Eso requiere una interven-

ción 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 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 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 absorbidas 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. Eso significa que los gobiernos deben proteger su propia liquidez en momentos de crisis, en particular en el 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.

#### 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.

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 eso, 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 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). 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, más que adaptarse perfectamente al clima del pasado, tendrán que poder aplicarse a los diversos resultados climáticos que podrían producirse en el futuro.

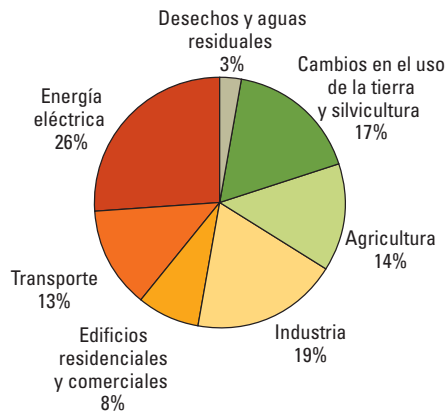
*Desencadenar una verdadera revolución de la energía.* Suponiendo que se disponga de financiamiento, ¿pueden las emisiones recortarse en la medida suficiente o con la rapidez necesaria sin renunciar al crecimiento? La mayor parte de los modelos consideran que es posible, aunque ninguno lo considere fácil (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 también trabas institucionales y financieras difíciles de superar.

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

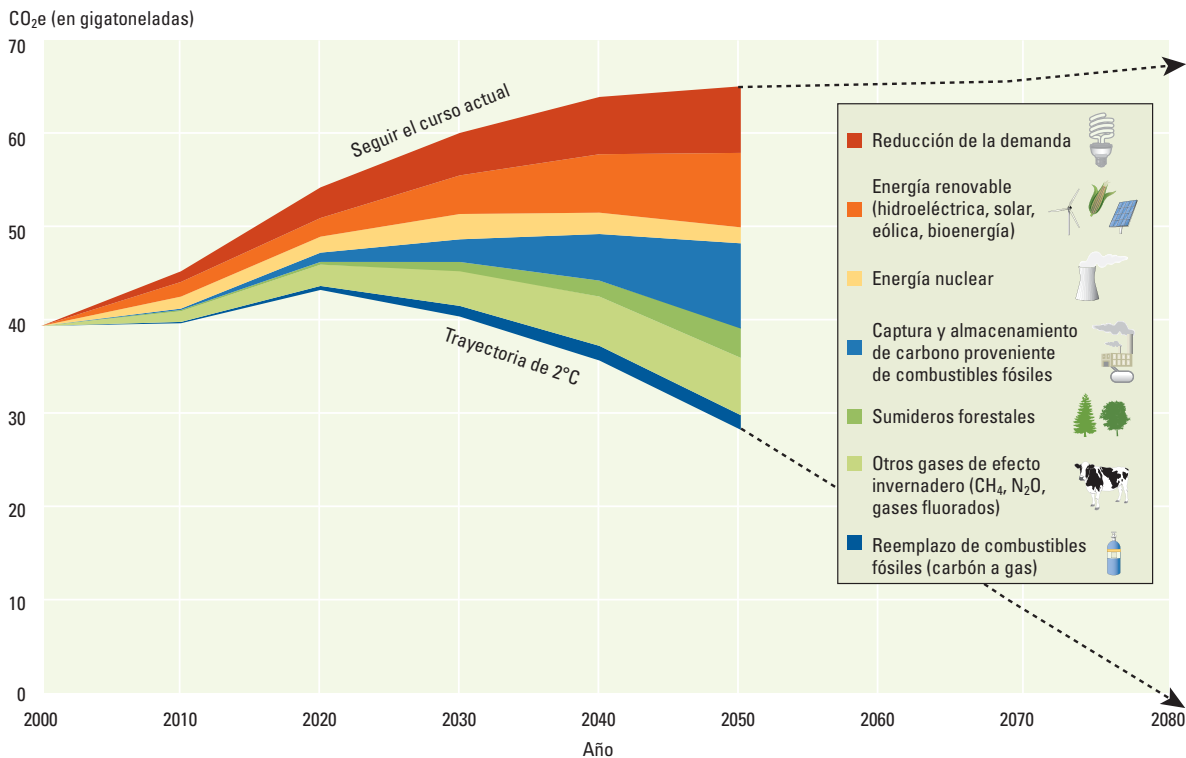
**Gráfico 7 Emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>e por sector: entre las principales fuentes se cuentan la energía, la agricultura y la silvicultura**



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.

**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**



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

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. Eso puede conseguirse distinguiendo entre los beneficios de los servicios públicos y sus ventas brutas, de manera que los beneficios aumenten a medida que progresa 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. Eso 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).

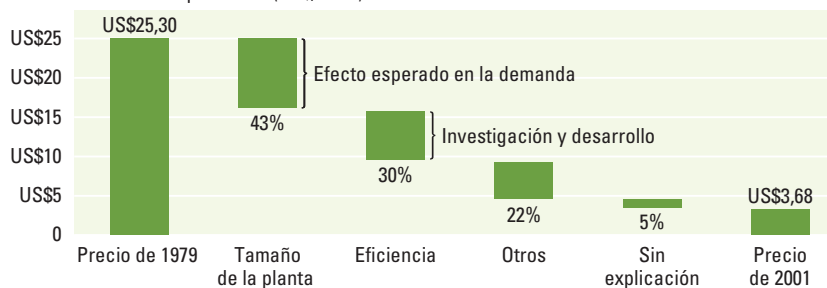
Pero será indispensable contar con nuevas tecnologías: todos los modelos de energía examinados en el contexto del presente Informe llegan a la conclusión de que es imposible mantener la trayectoria de los 2°C únicamente gracias a la eficiencia energética y a la difusión de las tecnologías existentes. 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.

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

**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 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).

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. Este gasto modesto se traduce en un progreso lento, y la energía renovable representa todavía sólo el 0,4% de todas las patentes<sup>72</sup>. Además, los países en desarrollo necesitan acceso a esas tecnologías, lo que requiere 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 concentración de recursos). Ese esfuerzo deberá llevarse a cabo en condiciones climáticas más difíciles, con más tormentas, sequías e inundaciones, al mismo tiempo que se incorpora la agricultura 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>73</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>74</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

### 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. Se ha adoptado principalmente en 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 (Harviana 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 y 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.

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>75</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. 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 eso energía renovable (véase capítulo 3).

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

*Transformar los procesos de toma de decisiones: formulación de políticas adaptativas para hacer frente a un entorno de mayor riesgo y más complejo.* El 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>76</sup>, se han basado durante mucho tiempo en la estacionariedad, es decir, la idea de que los sistemas naturales fluctúan dentro de un margen constante de variabilidad. El cambio climático ha sido la pena de muerte de la estacionariedad. 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>77</sup>. Naturalmente, sería bueno tener proyecciones de mayor calidad y menos incertidumbre, pero estos nuevos planteamientos suelen centrarse en estrategias que son válidas para una gran variedad de posibles resultados futuros, más que la solución óptima para unas expectativas determinadas (recuadro 6)<sup>78</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 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>79</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.

#### 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 cultivos 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 Shanghai. 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, 2009; Ebi y Burton, 2008; Falloon y Betts (de próxima publicación); Guthrie, Juma y Sillem, 2008; Keim 2008; Koetse y Rietveld, 2009; National Academy of Engineering, 2008; Snoussi y otros, 2009.

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 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 (véanse capítulos 5 y 8). Por eso, 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>80</sup>. En ausencia de un mecanismo mundial encargado de imponer la observancia, los incentivos para cumplir los compromisos mundiales son de origen interno.

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. 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 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 (véanse capítulos 5 y 8). 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. Muchos países, entre ellos 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.

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>81</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. Esta 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

#### **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, Sidney 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 1º de agosto de 2009).

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>82</sup>. Por eso, 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 (véase capítulo 5). 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>83</sup>. Por eso, 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 ocupa el séptimo lugar por número total de patentes de energía renovable<sup>84</sup>, y una empresa india ocupa ahora el primer puesto en cuanto al número de automóviles eléctricos en la carretera<sup>85</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. Eso 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>86</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>87</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. En 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 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 identificación. Por eso, 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 identificarse con él. 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 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>88</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 normativa 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>89</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. Según las estimaciones presentadas en el cuadro 1, los costos de la mitigación en los países en desarrollo podrían alcanzar los US\$140.000-US\$175.000 millones, y la necesidad de financiamiento asociado sería del orden de US\$265.000-US\$565.000 millones.

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\$30.000-US\$100.000 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.

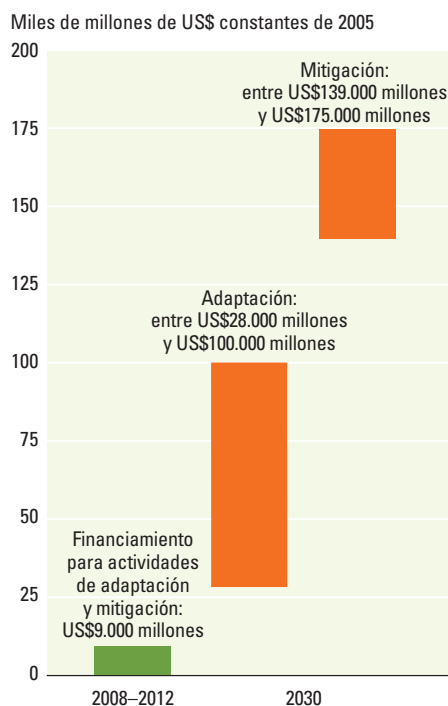
En el capítulo 6 se señalan casi 20 fondos bilaterales y multilaterales diferentes relacionados con el cambio climático, actualmente

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 el protagonismo, 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 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 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, estimulado el aprendizaje, logrado una mayor sensibilización sobre las opciones de mitigación y 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>90</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 más allá de los compromisos convenidos: simplemente cambian el lugar donde se producen (en países en desarrollo, en vez de en países desarrollados) y reducen

**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: véase el cuadro 1 de la página 9 y la exposición del capítulo 6.

Nota: costos de mitigación y adaptación únicamente para los países en desarrollo. Las barras representan el intervalo de las estimaciones para los costos incrementales de las medidas de adaptación y mitigación asociadas con una trayectoria de 2°C. Las necesidades de mitigación asociadas con los costos incrementales aquí representados son mucho mayores: van desde US\$265.000 millones hasta US\$565.000 millones anuales para 2030.

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 eso 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 recaerían sobre los proveedores de créditos de carbono de los países en desarrollo<sup>91</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 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 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>92</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

**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 el cambio climático? ¿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 de éste, 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 Kenya (véase 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

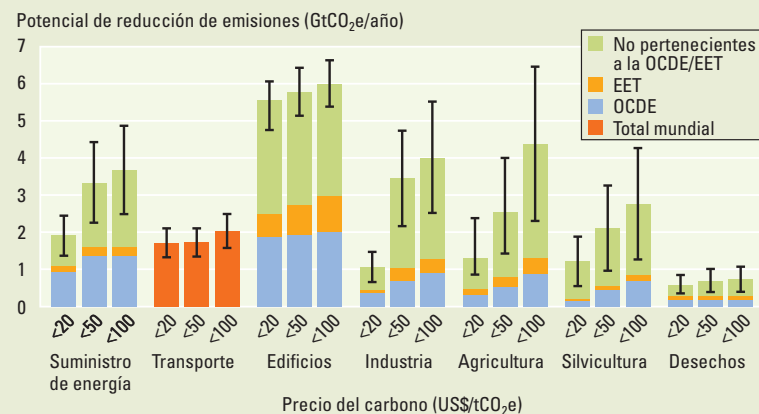
cuenta las actividades llevadas a cabo por el agricultor, en vez de análisis de suelos, procedimiento mucho más costoso. Pueden aplicarse factores específicos y prudentes de reducción de las emisiones para diferentes zonas agroecológicas y climáticas. Se trata de un procedimiento más sencillo, más económico 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 Kenya. 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 financiar las oportunidades.

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**



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.

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 corregir esta deficiencia y 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>93</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.

Las actuales negociaciones sobre el clima, que culminaron 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 antropogénicas [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).

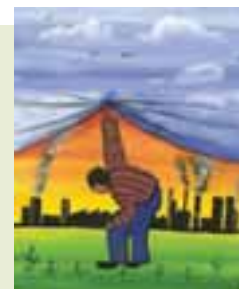
6. Banco Mundial, 2009b.

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

*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 (Kenia), 8 años

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 esto 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 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 1º 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 (*Focus A Science*; 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 1º 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\\_Declarationl-0.pdf](http://usclimatenetwork.org/reFuente-database/MEF_Declarationl-0.pdf), consultado el 1º 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 eso, 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. McKinsey & Company.

35. En dólares constantes, Banco Mundial, 2009c.

36. Adger y otros, 2009.

37. IPCC 2001.

38. Mignone y otros 2008. Así ocurre en ausencia de una tecnología de geingeniería eficaz y aceptable (véase el capítulo 7).
39. Eso 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. Háfele 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 & Company 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 4.2: 44% MESSAGE; 56% McKinsey; 67% OIE ETP) aunque REMIND ofrece un estimado del 91%. 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 éstos 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 (OECO), 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, 2007; OIE, 2006; Wise y otros, 2009.
71. NRC, 2007; Tilman, Hill y Lehman, 2006.
72. OCDE, 2008.
73. Lotze-Campen y otros, 2009; Wise y otros, 2009. Véase un análisis en el capítulo 3.
74. Sherr y McNeely, 2008.
75. Banco Mundial, 2007b.
76. Milly y otros, 2008.
77. Fay, Block y Ebinger, 2010; Ligeti, Penney y Wieditz, 2007; Heinz Center, 2007.
78. Lempert y Schlesinger, 2000.
79. Keller, Yohe y Schlesinger, 2008.
80. Cass, 2005; Davenport, 2008; Dolsak, 2001; Kunkel, Jacob y Busch, 2006.
81. Alber y Kern, 2008.
82. Guth, Schmittberger y Schwarze, 1982; Camerer y Thaler, 1995; Irwin, 2009; Ruffe, 1998.
83. *Times of India* (<http://timesofindia.india-times.com/NEWS/India/Even-in-2031-Indias-per-capita-emission-will-be-1/7th-of-US/articles-how/4717472.cms>, consultado en agosto de 2009).
84. Dechezleprêtre y otros, 2008.
85. Maini 2005; Nagrath, 2007.
86. Haites y otros, 2006.
87. <http://www.gefweb.org/uploadedFiles/Publications/ClimateChange-FS-June2009.pdf>, consultado el 6 de julio de 2009.

88. [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).

89. Las 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.

90. Olsen, 2007; Sutter y Parreno, 2007; Olsen y Fenhann, 2008; Nussbaumer, 2009; Michaelowa y Pallav, 2007; Schneider, 2007.

91. Fankhauser, Martin y Prichard, 2009 (de próxima publicación).

92. Banco Mundial, 2007d.

93. 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.
- Bai, X. 2006. “Rizhao, China: Solar-Powered City”. En *State of the World 2007: Our Urban Future*, Wordkwatch 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*. Bogotá: Banco Mundial y Mayol Ediciones.
- . 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 (comps.). 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, RU: 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. Nakićenović, 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, RU: 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. 2009. "Shifts in African Crop Climates by 2050 and the Implications for Crop Improvement and Genetic ReFuentes Conservation". *Global Environmental Change*. 19(3): 317-325.
- 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 publicación. "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° 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.
- 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, RU: 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.
- Dechezleprêtre, A., M. Glachant, I. Hascic, N. Johnstone e Y. Ménière. 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*, febrero 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, RU: 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 CO<sub>2</sub> 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.
- Erenstein, O. y V. Laxmi. 2008. "Zero Tillage Impacts in India's Rice-Wheat Systems: A Review." *Soil and Tillage Research* 100 (1-2): 1-14.
- 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. De próxima aparición. "The Economics of the CDM Levy: Revenue Potential, Tax Incidence and Distortionary Effects". Documento de trabajo, London School of Economics.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2005. "Global Forest Resources 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. 2010. *Adapting to Climate Change in Europe and Central Asia*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Fisher, B. S., N. Nakićenović, 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, RU: Cambridge University Press.
- FMI (Fondo Monetario Internacional). 2009. *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. 2007. *Potential Land Use Implications of a Global Biofuels Industry*. Journal of Agricultural and Food Industrial Organization 5 (2): 1-34.
- 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.
- Häfele, W., J. Anderer, A. McDonald y N. Nakićenović. 1981. *Energy in a Finite World: Paths to a Sustainable Future*. Cambridge, MA: Ballinger.
- 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". Nota de antecedentes para el Informe sobre el desarrollo mundial 2010.
- 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, Ginebra: 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 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 Food and Nutrition Policy Program, Documento de trabajo 236, 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. Magné, S. Mima, W. Schade, S. Scricciú, 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, RU: 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 48ª 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 & Company. 2009. *Pathways to a Low-carbon Economy. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*. 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". *Energy Policy* 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.
- OECO (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, RU: 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 Queré, 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*. RU: HSBC.
- 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*. Berlin: Institute for Applied Ecology.
- SEG (Scientific Expert Group on Climate Change). 2007. *Confronting Climate Change: Avoiding the Unmanageable and Managing the Unavoidable*. Washington, DC: Sigma Xi y Fundación de las Naciones Unidas.
- 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 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 trabajo sobre investigaciones relativas a políticas de desarrollo 5063, Washington, DC: Banco Mundial.
- 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, RU: 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". VCS Association, 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*. Policy Brief: Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias, Washington, DC.
- 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*. Londres: 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 CO<sub>2</sub> 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. Psarry, O. F. Canziani, J. P. Palu-tikof, P. J. van der Linden, y C. E. Hanson (comps.), Cambridge, RU: Cambridge University Press.



## Comprender los vínculos entre el cambio climático y el desarrollo

**A**lrededor del año 2200 aC, el desplazamiento en los vientos del oeste en la zona del Mediterráneo y el apaciguamiento del monzón de la India provocaron una reducción en las lluvias y una baja en las temperaturas que duraron cerca de 300 años y perjudicaron la agricultura, desde el mar Egeo hasta el río Indo. Este cambio en el clima provocó la caída del Antiguo Reino de Egipto, durante el cual se habían construido las pirámides, y del imperio de Sargon el Grande en la Mesopotamia<sup>1</sup>. Luego de unas pocas décadas con menos lluvias, las ciudades ubicadas en las márgenes de la cuenca septentrional del Éufrates –el granero de los acadios– quedaron desiertas. En la ciudad de Tell Leilan, en la región norte del Éufrates, quedó un monumento a medio construir<sup>2</sup>. Con la ciudad abandonada, las ruinas fueron cubiertas por una gruesa capa de polvo traído por el viento.

Ni siquiera la zona intensamente irrigada del sur de la Mesopotamia, con su sofisticada burocracia y su elaborado sistema de racionamiento,

pudo reaccionar con la rapidez suficiente ante las nuevas condiciones. Sin los embarques de granos cultivados en el norte con agua de lluvia, y con las acequias de riego resacas y la llegada de migrantes provenientes de las devastadas ciudades del norte, el imperio se derrumbó<sup>3</sup>.

Las sociedades siempre han dependido del clima, pero sólo ahora están comenzando a comprender que el clima depende de sus acciones. El abrupto incremento de los gases de efecto invernadero que se produjo desde la Revolución Industrial ha transformado la relación entre las personas y el medio ambiente. En otras palabras, no sólo el clima afecta el desarrollo, sino que el desarrollo afecta el clima.

Si no se lo controla, el cambio climático echará por tierra los avances en el desarrollo y pondrá en peligro el bienestar de la generación actual y las futuras. No cabe duda de que el promedio de temperatura de la Tierra aumentará a una velocidad sin precedentes. Las consecuencias se sentirán en todos lados, pero gran parte de los perjuicios recaerá en los países en desarrollo. Millones de personas desde Bangladesh hasta Florida sufrirán debido al incremento del nivel del mar, que inundará asentamientos y contaminará las reservas de agua dulce<sup>4</sup>. La mayor variabilidad del régimen de lluvias y la mayor severidad de las sequías en la zona semidesértica de África dificultarán los esfuerzos por mejorar la seguridad alimentaria y luchar contra la malnutrición<sup>5</sup>. La acelerada desaparición de los glaciares de los Andes y el Himalaya –que regulan el flujo de los ríos, generan energía hidroeléctrica y brindan agua limpia a más de 1.000 millones de personas que habitan en establecimientos agrícolas y ciudades– pondrá en peligro los medios de subsistencia de las zonas rurales y los principales mercados de alimentos (mapa 1.1)<sup>6</sup>. Por

### Mensajes clave

Los objetivos de desarrollo se ven amenazados por el cambio climático, cuyos impactos más perjudiciales recaerán sobre los países y las personas pobres. No se podrá controlar el cambio climático a menos que el crecimiento de países ricos y pobres se vuelva menos intensivo en la emisión de gases de efecto invernadero. Debemos actuar ahora: las decisiones de los países en materia de desarrollo confinan al mundo a un cierto nivel de intensidad de carbono y determinan el futuro calentamiento de la Tierra. Si la situación no se modifica, podrían producirse incrementos de temperatura de 5°C o más durante este siglo. 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 lo hacemos juntos, los costos incrementales de mantener el calentamiento cerca de los 2°C serán bajos y podrán justificarse en vista de los peligros que probablemente entrañe un cambio climático mayor.

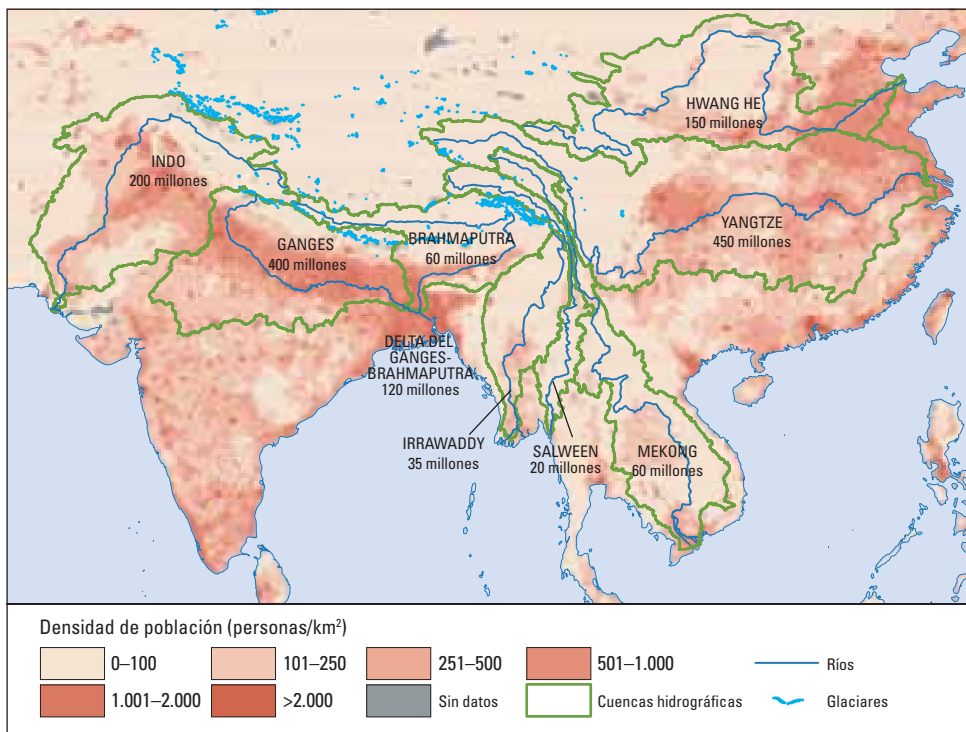
eso es necesario tomar medidas enérgicas e inmediatas. Si bien el debate sobre los costos y los beneficios de la mitigación del cambio climático continúa, existen argumentos sólidos que respaldan la acción inmediata para evitar aumentos inmanejables en la temperatura. En vista de que la posibilidad de tener que lidiar con impactos irreversibles y potencialmente catastróficos resulta inaceptable y dado que no hay certeza respecto de cómo y cuándo se producirán esos impactos, urge adoptar medidas enérgicas. La fuerte inercia del sistema climático, de las zonas edificadas y de la conducta de individuos e instituciones exige que esas medidas se tomen de manera inmediata y urgente.

Durante los últimos dos siglos, los beneficios directos de un desarrollo con elevados niveles de carbono se han concentrado principalmente en los países que hoy son de ingreso alto. La inequidad en la distribución mundial de las emisiones pasadas y actuales, y de los daños actuales y futuros es muy marcada

(gráfico 1.1, véase también el gráfico TEA.6 de la sección “Tema especial A” y el “Panorama general”). Sin embargo, si los países están dispuestos a actuar, existen incentivos económicos para lograr un acuerdo mundial.

La oportunidad de elegir las políticas adecuadas para hacer frente al cambio climático y promover el desarrollo está cerrándose. Cuanto más avancen los países en las actuales trayectorias de emisiones, más difícil será revertir el curso y modificar infraestructuras, economías y estilos de vida. Los países de ingreso alto deben encarar sin dilaciones la tarea de recortar sus propias emisiones reconfigurando su entorno económico y sus zonas edificadas. También deben promover y financiar la transición hacia un crecimiento con menores niveles de emisión de carbono en los países en desarrollo. Para hacer frente a este desafío es necesario que se apliquen más adecuadamente las prácticas conocidas y se implementen transformaciones fundamentales (en ámbitos

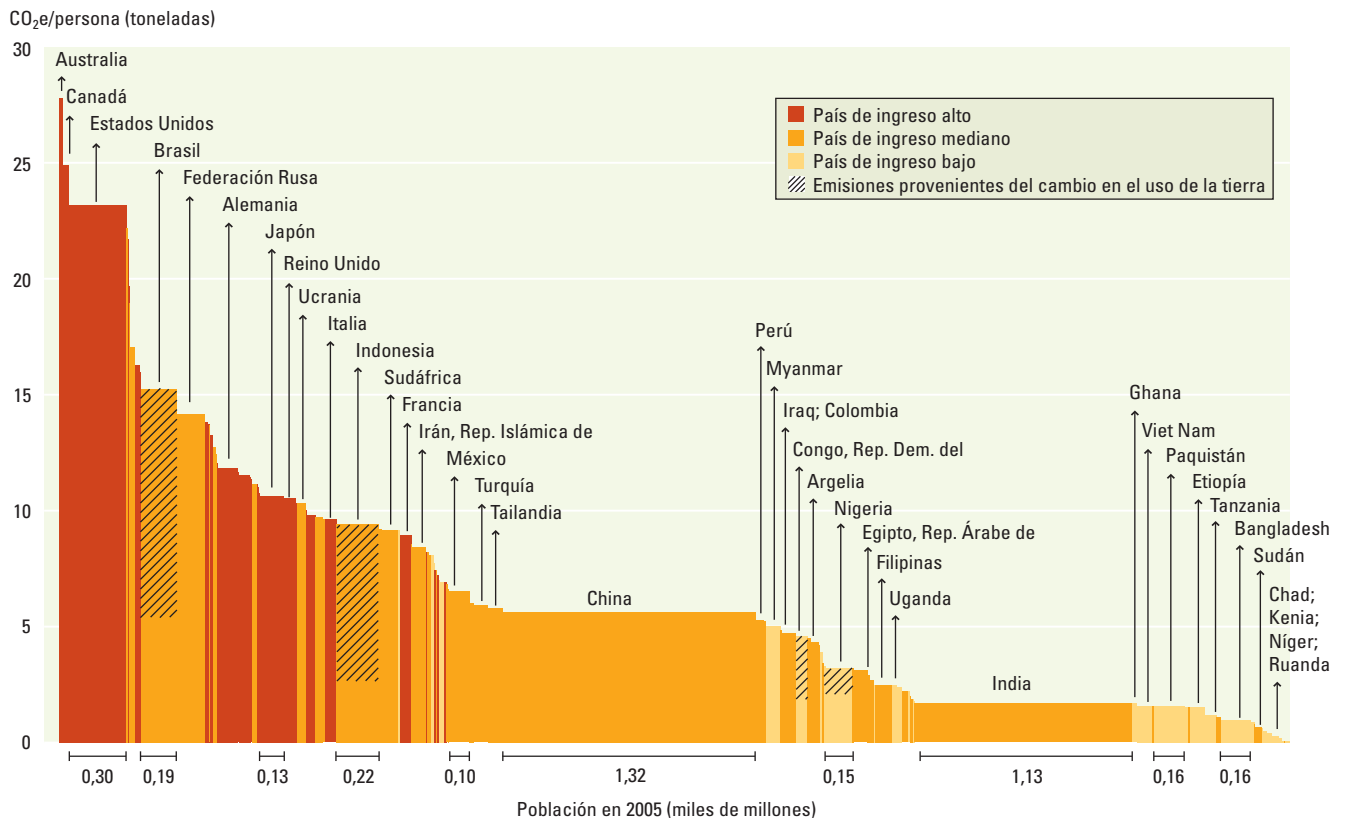
**Mapa 1.1 Más de 1.000 millones de personas dependen del agua proveniente de los glaciares del Himalaya, cuyo volumen se está reduciendo**



Fuentes: Centro para una Red Internacional de Información Científica, <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/global.jsp> (consultado el 15 de mayo de 2009); Armstrong y otros, 2005; Instituto de Investigación sobre los Sistemas Medioambientales (ESRI), 2002; equipo a cargo del Informe sobre el desarrollo mundial (IDM).

Nota: los glaciares del Himalaya y la llanura tibetana regulan durante todo el año el suministro de agua en las principales cuencas hidrográficas, que sustentan grandes poblaciones agrícolas y urbanas: el agua de deshielo aporta entre el 3 y el 45% del caudal de los ríos Ganges e Indo, respectivamente. La reducción de la cantidad de agua almacenada en la forma de hielo y nieve dará como resultado, por un lado, mayor caudal en los ríos e inundaciones más graves durante los meses de lluvia y, por otro, escasez de agua durante los meses más cálidos y secos, cuando esta es más necesaria para la agricultura. En el mapa sólo se incluyen los sitios con glaciares de más de 1,5 km² de superficie. Los números indican la cantidad de población de cada cuenca.



**Gráfico 1.1 Las emisiones de la gente de los países de ingreso alto superan holgadamente las de los países en desarrollo**

Fuentes: emisiones de gases de efecto invernadero en 2005 extraídas de IRM, 2008, aumentadas con las emisiones provenientes del cambio en el uso de la tierra extraídas de Houghton, 2009; datos de población tomados de Banco Mundial, 2009c.

Nota: el ancho de cada columna representa la población, mientras que la altura, las emisiones per cápita, de manera que la superficie representa el total de las emisiones. No se muestran las emisiones per cápita de Qatar (55,5 toneladas de dióxido de carbono equivalente per cápita), Emiratos Árabes Unidos (38,8) y Bahrein (25,4), que superan la altura del eje y. Entre las naciones más grandes, Brasil, Indonesia, la República Democrática del Congo y Nigeria tienen un nivel bajo de emisiones vinculadas con la energía pero un número significativo de emisiones por cambio en el uso de la tierra; en consecuencia, esta última proporción se indica con las líneas oblicuas.

tales como la gestión de los recursos naturales, el suministro de energía, la urbanización, las redes de protección social, las transferencias financieras internacionales, la innovación tecnológica y la gestión de gobierno, tanto a nivel internacional como nacional).

En muchas regiones del mundo, el desafío mayor sigue siendo incrementar las oportunidades y el bienestar material de las personas sin menoscabar la sostenibilidad del desarrollo en un momento en que una grave crisis financiera y económica causa estragos en todo el planeta. La prioridad inmediata es estabilizar los mercados financieros y proteger la economía real, los mercados de trabajo y los grupos vulnerables. No obstante, el mundo debe aprovechar la oportunidad que se presenta en este momento para la cooperación internacional y la intervención en el plano nacional a fin de abordar el resto de los problemas del desarrollo. Entre ellos, y como prioridad máxima, se encuentra el cambio climático.

### El cambio climático sin mitigación es incompatible con un desarrollo sostenible

El desarrollo social, económica y ambientalmente sostenible constituye todo un desafío, aun si no hubiera calentamiento de la Tierra. El crecimiento económico es necesario, pero por sí solo no basta si no contribuye a reducir la pobreza y lograr la igualdad de oportunidades. Asimismo, si no se protege el medio ambiente, se puede poner en peligro los logros económicos y sociales. Estas afirmaciones no son nuevas. Tan sólo reflejan lo que, aun después de más de 20 años, sigue siendo quizá la definición más difundida del desarrollo sostenible: “un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en riesgo la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”<sup>7</sup>. Por definición, entonces, el cambio climático sin mitigación es incompatible con un desarrollo sostenible.

### ***El cambio climático amenaza con echar por tierra los logros en el desarrollo***

Se estima que unos 400 millones de personas salieron de la pobreza entre 1990 y 2005 (fecha de las estimaciones más recientes)<sup>8</sup>, si bien la actual crisis financiera mundial y el abrupto incremento de los precios de los alimentos registrado entre 2005 y 2008 han revertido algunos de estos avances<sup>9</sup>. Desde 1990, las tasas de mortalidad infantil cayeron de 106 por cada 1.000 nacidos vivos a 83<sup>10</sup>. No obstante, cerca de la mitad de la población de los países en desarrollo (48%) aún vive en la pobreza, con menos de US\$2 al día<sup>11</sup>. Casi una cuarta parte (1.600 millones) carece de electricidad<sup>12</sup> y una de cada seis personas no tiene acceso a agua potable<sup>13</sup>. Cerca de 10 millones de niños de menos de 5 años siguen muriendo cada año a causa de enfermedades prevenibles y tratables, como infecciones respiratorias, sarampión y diarrea<sup>14</sup>.

En los últimos 50 años, el empleo de los recursos naturales (entre ellos, los combustibles fósiles) ha servido para mejorar el bienestar de las personas, pero ese uso no es sostenible cuando va acompañado de degradación y cambio climático. Al descuidar el medio ambiente en la búsqueda del crecimiento, la humanidad se ha colocado en una posición más vulnerable frente a los desastres naturales (véase el capítulo 2). Y son los más pobres los que a menudo dependen más directamente de los recursos naturales para obtener sus medios de subsistencia. Cerca del 70% de quienes viven en la pobreza extrema habitan en zonas rurales.

A menos que se produzcan cambios significativos en las tendencias demográficas, para 2050 la población mundial habrá alcanzado los 9.000 millones de personas, con 2.500 millones de habitantes más en los actuales países en desarrollo. Una población más numerosa ejerce una presión mayor en los sistemas y en los recursos naturales, intensifica la competencia por la tierra y el agua e incrementa la demanda de energía. La mayor parte del incremento demográfico se producirá en las ciudades, lo cual podría contribuir a limitar la degradación de los recursos y el consumo individual de energía. Sin embargo, ambos factores podrían también agravarse, junto con la vulnerabilidad humana, si la urbanización no se gestiona adecuadamente.

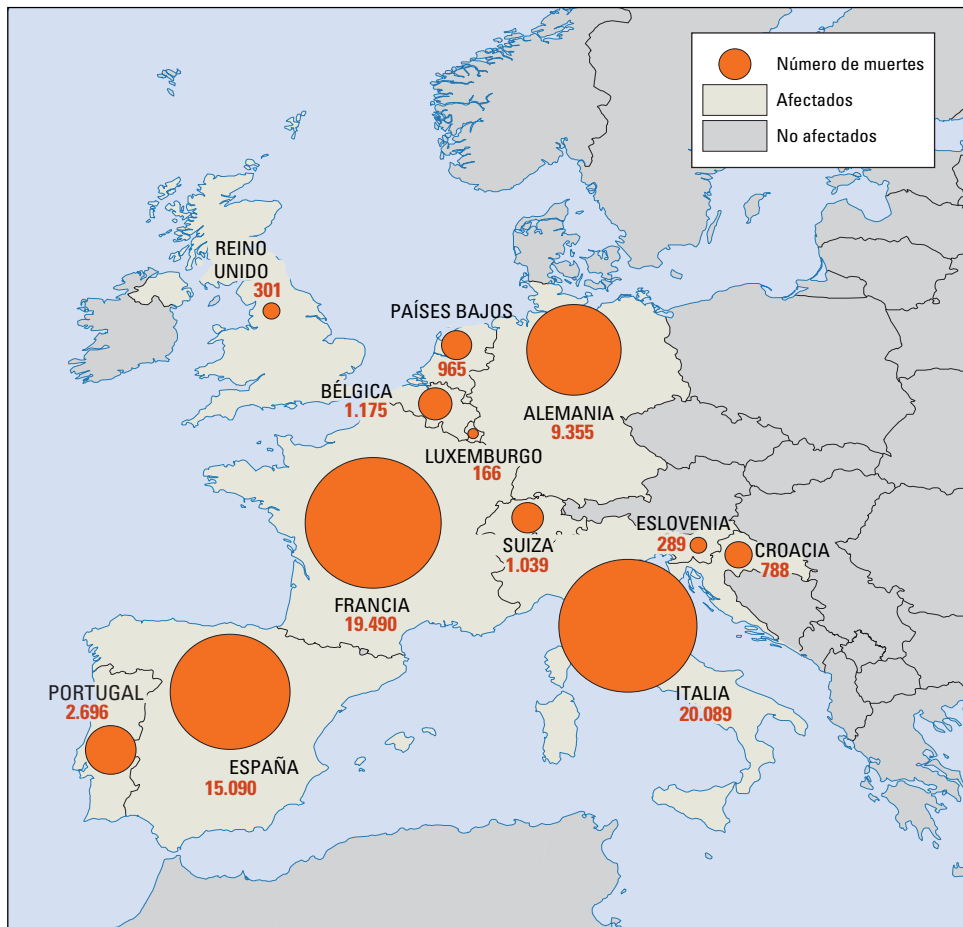
El cambio climático impone una carga adicional en el desarrollo<sup>15</sup>. Sus impactos ya son visibles, y las pruebas científicas más recientes indican que el problema se agrava con rapidez,

puesto que las trayectorias actuales de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el nivel del mar superan las proyecciones anteriores<sup>16</sup>. Además, ya se están produciendo alteraciones en los sistemas socioeconómicos y naturales, es decir, aun más pronto de lo que se pensaba anteriormente (véase el “Tema especial A” referido a la ciencia)<sup>17</sup>. El cambio en el promedio de temperatura y de precipitaciones, junto con condiciones climáticas más variables, imprevisibles e incluso extremas, puede alterar la salud, la seguridad física, los rendimientos y las ganancias actuales y, en última instancia, el rumbo y el grado del desarrollo futuro.

El cambio climático afectará a numerosos sectores y entornos productivos, incluida la agricultura, la silvicultura, la energía y las zonas costeras, tanto en países desarrollados como en desarrollo. Las economías en desarrollo se verán más afectadas por el cambio climático, en parte debido a su mayor grado de exposición a las crisis climáticas y en parte a causa de su escasa capacidad de adaptación. Pero ningún país es inmune. La ola de calor del verano de 2003 mató a más de 70.000 personas en una decena de países europeos (mapa 1.2). La epidemia de gorgojo del pino ponderosa que afecta los bosques del oeste de Canadá –en parte como consecuencia de los inviernos más benignos– azota la industria maderera, pone en peligro los medios de subsistencia y la salud de comunidades remotas y exige un gasto público millonario para solventar medidas de adaptación y prevención<sup>18</sup>. Los intentos por adaptarse a peligros futuros similares a estos, tanto en países desarrollados como en desarrollo, tendrán costos humanos y económicos reales, puesto que no pueden eliminar todos los daños directos.

El calentamiento puede tener un fuerte impacto tanto en el nivel como en el crecimiento del producto interno bruto (PIB), al menos en los países pobres. Un análisis de las variaciones anuales de temperatura (respecto del promedio de cada país) muestra que, en las naciones en desarrollo, los años anormalmente cálidos reducen tanto el nivel del PIB de ese año como su tasa de crecimiento posterior<sup>19</sup>. Cabría esperar que la sucesión de varios años cálidos consecutivos genere adaptación, con la consiguiente reducción de los impactos económicos del calentamiento; no obstante, en los países en desarrollo que sufren las tendencias de calentamiento más marcadas, las tasas de crecimiento se han reducido<sup>20</sup>. Las pruebas recogidas en África subsahariana

**Mapa 1.2** Los países ricos también se ven afectados por un clima anómalo: la ola de calor de 2003 mató a más de 70.000 personas en Europa



Fuente: Robine y otros, 2008.

Nota: las muertes atribuidas a la ola de calor son las que exceden el número de muertes que se habrían producido en ausencia de la ola de calor, calculadas sobre la base de las tendencias de mortalidad promedio tomadas como referencia.

indican que la variabilidad de las precipitaciones, que según las proyecciones se incrementará significativamente, también reduce el PIB e incrementa la pobreza<sup>21</sup>.

La productividad agrícola es uno de los numerosos factores que provocan el aumento de la vulnerabilidad de los países en desarrollo (véase el capítulo 3, mapa 3.3). En el norte de Europa y en Norteamérica, el rendimiento de las cosechas y el crecimiento forestal podrían incrementarse con niveles bajos de calentamiento y fertilización con dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)<sup>22</sup>. Sin embargo, en China y Japón, el rendimiento de las cosechas de arroz, un producto básico de importancia mundial, probablemente disminuirá, mientras que el del trigo, el maíz y el arroz en Asia central y meridional se verá particularmente afectado<sup>23</sup>. Las perspectivas para los cultivos y la cría de ganado en las tierras semiáridas de secano de África

subsahariana son también sombrías, aun antes de que el calentamiento alcance los 2 o 2,5°C por encima de los niveles preindustriales<sup>24</sup>.

La desaceleración en el incremento de la productividad del arroz registrada en la India luego de 1980 (respecto de la Revolución Verde de la década de 1960) puede atribuirse no sólo a la caída de los precios del arroz y al deterioro de la infraestructura de riego, como se sostenía anteriormente, sino también a los fenómenos climáticos adversos derivados de la contaminación local y el calentamiento de la Tierra<sup>25</sup>. Cuando se extrapolan los valores de las variaciones anuales del clima y los resultados agrícolas anteriores, las proyecciones indican que el rendimiento de los principales cultivos de la India caerá entre un 4,5 y un 9% durante las próximas tres décadas, aun contemplando la posibilidad de que se produzcan adaptaciones en el corto plazo<sup>26</sup>. Las consecuencias de un

cambio climático de esa índole en la pobreza (y el PIB) podrían ser enormes, en vista del crecimiento demográfico proyectado y de las pruebas que indican que un aumento de 1 punto porcentual del PIB agrícola en los países en desarrollo incrementa entre 4 y 6 puntos porcentuales el consumo del tercio más pobre de la población<sup>27</sup>.

El impacto del cambio climático en la salud agrava las pérdidas humanas y económicas, en especial en los países en desarrollo. La Organización Mundial de la Salud estima que en 2000, el cambio climático provocó una pérdida de 5,5 millones de años vida ajustados en función de la discapacidad. El 84% de ellos corresponden a África subsahariana y Asia oriental y meridional<sup>28</sup>. A medida que aumenten las temperaturas, se incrementará el número de personas expuestas al paludismo y al dengue, y la carga más pesada recaerá en los países en desarrollo<sup>29</sup>. La incidencia de las sequías –que, según las proyecciones, se incrementará en el Sahel y en otros sitios– guarda estrecha relación con las epidemias de meningitis que se registraron en el pasado en África subsahariana<sup>30</sup>. La merma en el rendimiento de las cosechas en algunas regiones provocará un incremento de la malnutrición y, consecuentemente, reducirá la resistencia de las personas a las enfermedades. Se prevé que la incidencia de enfermedades diarreicas provocadas exclusivamente por el cambio climático se incrementa hasta un 5% para 2020 en países cuyo ingreso per cápita es inferior a los US\$6.000. Es probable que el aumento de las temperaturas eleve la incidencia de enfermedades cardiovasculares, en especial en los trópicos, pero también en países de latitudes (e ingresos) mayores, lo que contrarrestaría con creces la disminución en las muertes relacionadas con el frío<sup>31</sup>.

Las tendencias adversas, la variabilidad y las crisis climáticas no discriminan según los ingresos, pero las personas y las comunidades en mejor situación económica pueden enfrentar las dificultades con más éxito (mapa 1.3). Cuando el huracán Mitch arrasó Honduras en 1998, afectó más hogares ricos que pobres. Pero, en proporción, estos últimos perdieron más: entre las familias afectadas, los pobres perdieron entre el 15 y el 20% de sus bienes, mientras que los más ricos, sólo el 3%<sup>32</sup>. Los impactos de largo plazo también fueron mayores: en todos los hogares afectados se desaceleró la acumulación de bienes, pero la caída fue más abrupta entre las familias pobres<sup>33</sup>. El impacto varió también en función del género (recuadro 1.1): las familias

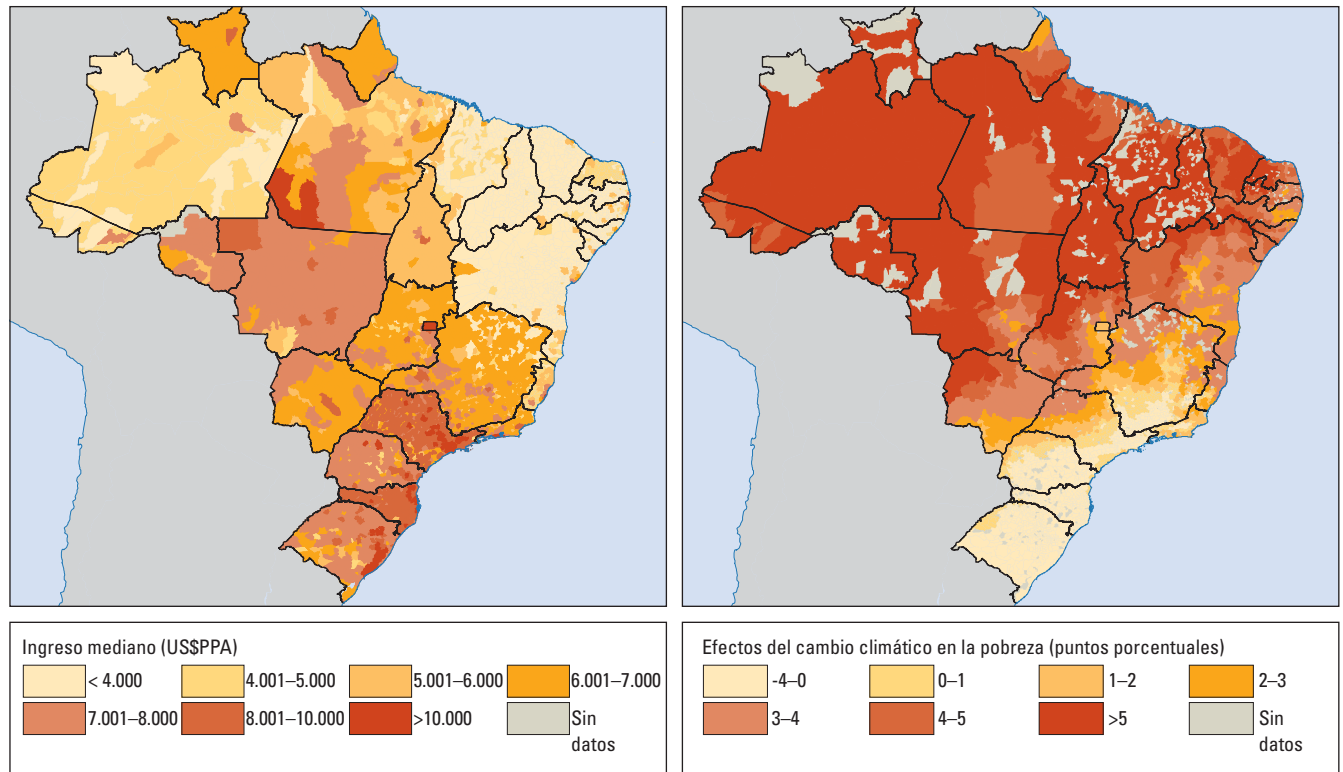
dirigidas por hombres, con mayor acceso a viviendas y empleos nuevos, pasaron menos tiempo en refugios para víctimas del desastre que las familias dirigidas por mujeres, para quienes fue más dificultoso reponerse y permanecieron más tiempo en esos refugios<sup>34</sup>.

De esta confluencia de cambio climático, degradación ambiental y deficiencias institucionales y de mercado podría surgir un ciclo de caída en la pobreza. Este ciclo podría precipitarse por el derrumbe gradual de un ecosistema costero, la menor previsibilidad de las precipitaciones o una temporada de huracanes más severa<sup>35</sup>. Si bien los desastres naturales de gran escala provocan las crisis más visibles, las conmociones pequeñas pero repetidas o las modificaciones sutiles en la distribución de las lluvias a lo largo del año también pueden provocar cambios abruptos y persistentes en el bienestar de las personas.

Las pruebas empíricas referidas a las trampas de la pobreza (definidas como un consumo que se ubica *permanentemente* por debajo de un umbral determinado) son dispares<sup>36</sup>. No obstante, hay cada vez más pruebas que señalan que, luego de un desastre, la recuperación de los activos físicos y el crecimiento del capital humano son más lentos entre los pobres. En Etiopía, una temporada con un volumen de lluvias marcadamente menor provocó una merma en el consumo que persistía incluso al cabo de cuatro o cinco años<sup>37</sup>. Diversas sequías en Brasil fueron seguidas por una reducción significativa en los salarios rurales en el corto plazo; además, el salario de los trabajadores afectados volvió a alcanzar el nivel del de sus pares recién cinco años más tarde<sup>38</sup>.

Asimismo, el acceso limitado a créditos, seguros o garantías reduce las oportunidades de las familias pobres para realizar inversiones productivas o las impulsa a elegir inversiones de bajo riesgo y baja rentabilidad para resguardarse de las crisis futuras<sup>39</sup>. En aldeas de toda la India, los agricultores pobres han mitigado el riesgo climático invirtiendo en activos y tecnologías de baja sensibilidad ante la variación de las precipitaciones pero también de baja rentabilidad promedio, encerrándose así en modelos de desigualdad dentro del país<sup>40</sup>.

Los desastres climáticos también pueden afectar la salud y la educación de las personas de manera permanente. Las investigaciones realizadas en Costa de Marfil que vinculan los patrones de precipitaciones y la inversión en la educación de los niños indican que, en las regiones que sufren una variabilidad meteorológica mayor a la usual, la tasa de matrícula en

**Mapa 1.3** Es probable que el cambio climático provoque un aumento de la pobreza en la mayor parte de Brasil, especialmente en las regiones más pobres

Fuentes: Centro para una Red Internacional de Información Científica, <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/global.jsp> (consultado el 15 de mayo de 2009); Dell, Jones y Olken, 2009; Assunção y Chein, 2008.

Nota: las estimaciones del impacto del cambio climático en la pobreza correspondientes a mediados del siglo XXI se basan en una disminución proyectada en el rendimiento agrícola del 18%. El cambio en la pobreza se expresa en puntos porcentuales; por ejemplo, el índice de pobreza de la región del nordeste, que se estima en un 30% (según el criterio de US\$1 al día, con datos del año 2000), podría aumentar 4 puntos porcentuales hasta llegar al 34%. Las estimaciones tienen en cuenta la migración interna, y los resultados de pobreza correspondientes a los migrantes se computan en la municipalidad de origen.

las escuelas cayó un 20% tanto para los niños como para las niñas<sup>41</sup>. Por otro lado, cuando se combinan con otros problemas, los desastres ambientales pueden tener efectos de largo plazo. Las personas que estuvieron expuestas a sequías y disturbios civiles en Zimbabue durante su primera infancia (entre 12 y 24 meses) alcanzaron una altura 3,4 centímetros menor que el resto, tuvieron aproximadamente un año menos de escolaridad y demoraron casi seis meses más de lo habitual en comenzar la escuela. Se estima que el efecto sobre las ganancias de toda su vida fue una pérdida del 14%, una diferencia importante para alguien que vive cerca de la línea de la pobreza<sup>42</sup>.

### *Equilibrar el crecimiento y evaluar las políticas en un clima cambiante*

**Crecimiento: modificar las huellas de carbono y la vulnerabilidad.** Para 2050, gran parte de la población de los países en desarrollo actuales tendrá un estilo de vida de clase media. Pero el planeta no resiste una población de 9.000

millones de personas cuya huella de carbono sea equivalente a la del ciudadano promedio de clase media actual. Las emisiones anuales aumentarían a casi el triple. Por otro lado, no todo desarrollo incrementa la capacidad de adaptación: es posible que el crecimiento no se produzca con la rapidez suficiente y genere nuevos factores de vulnerabilidad aun cuando reduzca otros. Además, las políticas poco adecuadas contra el cambio climático podrían volverse en sí mismas una amenaza al desarrollo sostenible.

No obstante, es ética y políticamente inaceptable negar a los pobres del mundo la oportunidad de escalar peldaños en la pirámide de ingresos simplemente porque los ricos llegaron antes a la cima. Los países en desarrollo aportan cerca de la mitad de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero pero albergan a casi el 85% de la población mundial; la huella de carbono vinculada con la energía de un ciudadano promedio de país de ingreso bajo o mediano es 1,3 y 4,5 toneladas de dióxido de

### RECUADRO 1.1 *El empoderamiento de la mujer mejora los resultados de la adaptación y la mitigación*

Las mujeres y los hombres experimentan el cambio climático de manera diferente. Los impactos de este fenómeno y las políticas para hacerle frente no son neutrales en relación con el género, debido a que existen diferencias entre hombres y mujeres en lo que respecta a las responsabilidades, la vulnerabilidad y la capacidad para la mitigación y la adaptación. Los patrones de vulnerabilidad basados en el género están configurados por el valor y la propiedad de los activos, el acceso a servicios financieros, el nivel educativo, las redes sociales y la participación en organizaciones locales. En algunas circunstancias, las mujeres son más vulnerables a los desastres climáticos que afectan los medios de subsistencia y la salud física, pero hay pruebas de que, en contextos donde mujeres y hombres gozan de igualdad de derechos económicos y sociales, los desastres no discriminan. El empoderamiento y la participación de las mujeres en la toma de decisiones pueden generar mejores resultados en cuanto al medio ambiente y los medios de subsistencia que benefician a todos.

#### **La participación de las mujeres en el manejo de desastres salva vidas**

Se puede mejorar el bienestar de las comunidades antes, durante y después de fenómenos climáticos extremos si se incluyen mujeres en las actividades de preparación ante desastres y rehabilitación posterior. A diferencia de otras comunidades que sufrieron numerosas muertes, en La Masica, Honduras, no se registró ninguna durante el huracán Mitch de 1998 ni después. La capacitación en materia de sistemas de alerta temprana y gestión de peligros que, teniendo en cuenta el tema del género, impartió a la comunidad una agencia de prevención de desastres seis meses antes del huracán contribuyó a este logro. Si bien tanto hombres como mujeres participaron en las actividades de manejo de riesgos, finalmente fueron las mujeres quienes asumieron la tarea de controlar continuamente el sistema de alerta temprana. Su mayor conocimiento de los riesgos y capacidad de gestión permitieron evacuar rápidamente la localidad. Las

enseñanzas adicionales recogidas durante la recuperación posterior indican que, si se pone a mujeres a cargo de los sistemas de distribución de alimentos, se genera menos corrupción y un reparto más equitativo.

#### **La participación de las mujeres impulsa la biodiversidad y mejora el manejo del agua**

Entre 2001 y 2006, en la localidad de Zammour, Túnez, se expandió la superficie vegetal, se preservó la biodiversidad y se estabilizaron las tierras erosionadas del ecosistema montañoso. Esto fue resultado de un programa contra la desertificación a través del cual se invitó a las mujeres a exponer sus opiniones en sesiones de consultas y se incorporaron los conocimientos de las mujeres del pueblo acerca del manejo del agua. El programa, además, fue ejecutado por mujeres. En el marco del proyecto, se evaluaron y aplicaron métodos innovadores y eficaces de recolección y preservación del agua de lluvia, como cultivar especies en fosos con piedras para reducir la evaporación del agua de riego y plantar variedades locales de árboles frutales para estabilizar las tierras erosionadas.

#### **La participación de las mujeres mejora la seguridad alimentaria y protege los bosques**

En Guatemala, Nicaragua, El Salvador y Honduras, las mujeres han plantado 400.000 ramones (o árbol de nuez maya) desde 2001. Además de mejorar la seguridad alimentaria, las mujeres y sus familias pueden beneficiarse con los sistemas de financiamiento vinculados con el cambio climático, puesto que Equilibrium Fund, la organización que patrocina la iniciativa, procura generar oportunidades para comerciar el carbono con Estados Unidos y Europa. En Zimbabue, las mujeres dirigen más de la mitad de los 800.000 hogares agrícolas ubicados en áreas comunes, donde grupos de mujeres manejan los recursos forestales y los proyectos de desarrollo a través de la plantación de árboles, el establecimiento de viveros y la propiedad y gestión de los bosques.

Las mujeres representan al menos la mitad de los trabajadores agrícolas de todo el mundo, y son las mujeres y las niñas quienes se encargan predominantemente de recolectar agua y leña. El potencial para la adaptación y la mitigación, en especial en los sectores agrícola y forestal, no puede desplegarse adecuadamente sin recurrir a la capacidad técnica de las mujeres en el manejo de los recursos naturales, incluidos los conocimientos tradicionales y su eficiencia en el uso de esos recursos.

#### **La participación de las mujeres fomenta la salud pública**

En la India, los pueblos indígenas conocen hierbas y arbustos medicinales que utilizan para usos terapéuticos. Las mujeres indígenas, como guardianas de la naturaleza, son particularmente versadas en esta materia y pueden identificar casi 300 especies forestales utilizables.

En todo el mundo, ya sea en Centroamérica, el África septentrional, Asia meridional o Sudáfrica, los programas de adaptación y mitigación del cambio climático que tienen en cuenta el tema del género muestran resultados cuantificables: la participación plena de la mujer en la toma de decisiones puede salvar vidas, proteger recursos naturales frágiles, reducir la concentración de gases de efecto invernadero y fortalecer la capacidad de resistencia de las generaciones actuales y futuras. Los mecanismos o el financiamiento de la prevención, adaptación y mitigación de desastres seguirán siendo insuficientes a menos que las mujeres participen plenamente (con su voz y con sus manos) en el diseño, la toma de decisiones y la puesta en práctica de los programas pertinentes.

*Fuentes:* aporte de Nilufar Ahmad, sobre la base de los trabajos de Parikh, 2008; Lambrou y Laub, 2004; Neumayer y Plummer, 2007; Smyth, 2005; Aguilar, 2006; Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres (ONU/EIRD), 2007; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2009, y Martin, 1996.

carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e), respectivamente, mientras que en los países de ingreso alto es de 15,3 CO<sub>2</sub>e<sup>43</sup>. Asimismo, el grueso de las emisiones pasadas (y, por otro lado, el grueso de la acumulación actual de gases de efecto invernadero en la atmósfera) es responsabilidad de los países desarrollados<sup>44</sup>. En consecuencia, la

solución a la amenaza que representa el cambio climático para el bienestar humano no sólo depende de que el desarrollo incluya un planteamiento climático inteligente (incrementar los ingresos y la capacidad de adaptación a la vez que se reducen las emisiones en relación con los incrementos proyectados), sino que

también exige que la prosperidad de los países desarrollados refleje un enfoque climático inteligente, con una mayor capacidad de adaptación y una reducción absoluta de las emisiones.

Las pruebas muestran que las políticas pueden marcar una diferencia considerable en el modo en que se modifican las huellas de carbono cuando se incrementan los ingresos<sup>45</sup>. La huella de carbono promedio de los ciudadanos de países ricos, incluidos los productores de petróleo y los pequeños Estados insulares, varía en un factor de 12, al igual que la intensidad de utilización de energía del PIB<sup>46</sup>, lo que sugiere que las huellas de carbono no siempre se incrementan junto con los ingresos. Por otro lado, las actuales economías en desarrollo utilizan mucha menos energía per cápita que la que utilizaron los países desarrollados como Estados Unidos cuando presentaban ingresos similares, lo que muestra el potencial para un crecimiento con menor nivel de emisión de carbono<sup>47</sup>.

La adaptación y la mitigación deben integrarse en una estrategia climática inteligente que permita incrementar la capacidad de adaptación, reduzca la amenaza de un mayor calentamiento y mejore los resultados en términos de desarrollo. Las medidas de adaptación y mitigación pueden fomentar el desarrollo, y la prosperidad puede generar mayores ingresos y propiciar instituciones mejores. Una población más saludable que habite en viviendas mejor construidas y tenga acceso a préstamos bancarios y a una red de seguridad social está mejor preparada para lidiar con el cambio climático y sus consecuencias. Es necesario promover hoy mismo políticas sólidas de desarrollo resistente al clima que fomenten la adaptación, puesto que los cambios en el clima, que ya han comenzado, se incrementarán incluso en el corto plazo.

La difusión de la prosperidad económica siempre ha estado entrelazada con la adaptación al cambio en las condiciones ecológicas. Sin embargo, dado que el crecimiento ha alterado el medio ambiente y que las modificaciones en este se han acelerado, si se pretende sostener el crecimiento y la adaptabilidad, será necesaria una capacidad mayor para comprender el medio ambiente, generar nuevas prácticas y tecnologías de adaptación, y difundirlas ampliamente. Como han explicado los historiadores económicos, la humanidad ha destinado gran parte de su potencial creativo a adaptarse a un mundo cambiante<sup>48</sup>. Sin embargo, no se puede hacer frente a todos los impactos vinculados con el cambio climático

mediante la adaptación, en especial a medida que se desaten los cambios de mayor envergadura en el largo plazo (véase el capítulo 2)<sup>49</sup>.

Los países no pueden abandonar el sendero perjudicial tan rápido como para equiparar el cambio en el clima. Además, algunas estrategias de crecimiento, sean impulsadas por los gobiernos o los mercados, pueden también agregar elementos de vulnerabilidad, en particular si implican la sobreexplotación de recursos naturales. En el marco del plan de desarrollo soviético, se extendió el cultivo de algodón con riego en la región de Asia central –que padecía estrés hídrico–, lo que provocó que prácticamente desapareciera el mar Aral, poniendo en peligro los medios de subsistencia de pescadores, pastores y agricultores<sup>50</sup>. Por otro lado, la tala de manglares (que actúan como zonas de amortiguamiento natural en las costas frente a mareas de tormenta) para dar lugar al cultivo intensivo de camarones y el desarrollo urbanístico incrementa la vulnerabilidad física de los asentamientos costeros, sea en Guinea o en Louisiana.

Los desastres climáticos pueden ejercer gran presión sobre una infraestructura que en condiciones normales resulta adecuada o revelar deficiencias institucionales que hasta el momento no se habían puesto a prueba, aun en países de crecimiento rápido e ingresos altos. Por ejemplo, a pesar del notable crecimiento económico registrado durante más de dos decenios, y en parte debido a las consiguientes transiciones del mercado laboral, millones de trabajadores migrantes de China quedaron varados durante las tormentas de nieve inusualmente fuertes de enero de 2008 (mapa 1.4). El sistema ferroviario colapsó cuando los trabajadores regresaban a sus hogares para festejar el Año Nuevo chino y dejó a millones de personas varadas; por su parte, las provincias del sur y el centro del país sufrieron escasez de alimentos y fallas eléctricas. El huracán Katrina mostró que Estados Unidos no estaba preparado y no contaba con los elementos necesarios, lo cual puso en evidencia que incluso décadas de prosperidad sostenida no siempre dan lugar a una buena planificación (y, por extensión, a una adaptación adecuada). Tampoco el hecho de que el ingreso promedio sea elevado garantiza que las comunidades más pobres estarán protegidas.

**Políticas de mitigación, para bien o para mal.** Se puede sacar provecho de las políticas de mitigación de modo que, además de provocar la reducción de las emisiones, brinden benefi-

cios económicos y generen oportunidades en el nivel local y regional. Los biocombustibles podrían convertir a Brasil en el próximo gran proveedor de energía del mundo: su producción de etanol se ha incrementado a más del doble desde comienzos de este siglo<sup>51</sup>. Una gran proporción del potencial hidroeléctrico no explotado se encuentra en países en desarrollo, en particular en África subsahariana (mapa 1.5). La región del África septentrional y Medio Oriente, que está expuesta a la luz del sol durante todo el año, podría beneficiarse con el aumento de la demanda europea de energía solar (véase el capítulo 4, recuadro

4.15)<sup>52</sup>. Sin embargo, muchos países aún no han explotado en un nivel óptimo sus ventajas comparativas en la producción de energía renovable, lo que se refleja en el incremento de la producción de energía solar en el norte de Europa y no en el África septentrional.

Pero las políticas de mitigación también pueden resultar perjudiciales y reducir el bienestar si, a la hora de diseñarlas y ponerlas en práctica, no se tienen en cuenta los efectos secundarios. Si se la compara con la producción más ecológica de etanol de celulosa, e incluso de gasolina, la elaboración de biocombustibles a partir de maíz en Estados Unidos conlleva costos más elevados para la salud a causa de la contaminación local, mientras que las reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub> que ofrece resultan muy dudosas (gráfico 1.2)<sup>53</sup>. Asimismo, en Estados Unidos y en Europa las políticas sobre biocombustibles han provocado que ciertos cultivos se destinaran a la elaboración de combustibles y no de alimentos, lo que contribuyó al incremento de los precios de los alimentos a nivel mundial<sup>54</sup>. Esas subidas a menudo aumentan las tasas de pobreza<sup>55</sup>. El impacto total en la pobreza depende de la estructura de la economía, dado que los productores netos se beneficiarán con los precios más elevados, mientras que los compradores netos verán empeorar su situación. No obstante, muchos gobiernos de países con superávit en la producción de alimentos, como Argentina, India y Ucrania, han respondido a esta situación con prohibiciones a la exportación y otras medidas proteccionistas, lo que ha limitado las ganancias de los productores locales, reducido la oferta de cereales y restringido el margen para futuras soluciones de mercado<sup>56</sup>.

La relación entre políticas comerciales y de mitigación no es directa. Se ha sugerido tener en cuenta el contenido de carbono de las exportaciones en el cómputo de carbono del país de destino, de modo que no se castigue a las naciones exportadoras por especializarse en los productos de industria pesada que consumen otros. Pero si los importadores fijaran un impuesto de frontera sobre el contenido de carbono de los bienes con el fin de compensar el precio del carbono, los países exportadores seguirían asumiendo parte de la carga debido a la pérdida de competitividad (véase el “Tema especial C” referido al comercio).

**Impuestos ecológicos.** Como se expone en el capítulo 6, los impuestos sobre el carbono pueden constituir una herramienta eficiente

**Mapa 1.4** La tormenta de enero de 2008 en China afectó gravemente la movilidad, pilar del crecimiento económico del país



Fuentes: Australian Consortium for the Asian Spatial Information and Analysis Network (ACASIAN), 2004; Chan 2008; Huang y Magnoli, 2009; Servicio Exterior de Agricultura del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, *Commodity Intelligence Report*, 1° de febrero de 2008, <http://www.pecad.fas.usda.gov/highlights/2008/02/MassiveSnowStorm.htm> (consultado el 14 de julio de 2009); Ministerio de Comunicaciones, Gobierno de la República Popular China, “The Guarantee Measures and Countermeasures for Extreme Snow and Rainfall Weather”, 1° de febrero de 2008, <http://www.china.org.cn/e-news/news080201-2.htm> (consultado el 14 de julio de 2009).

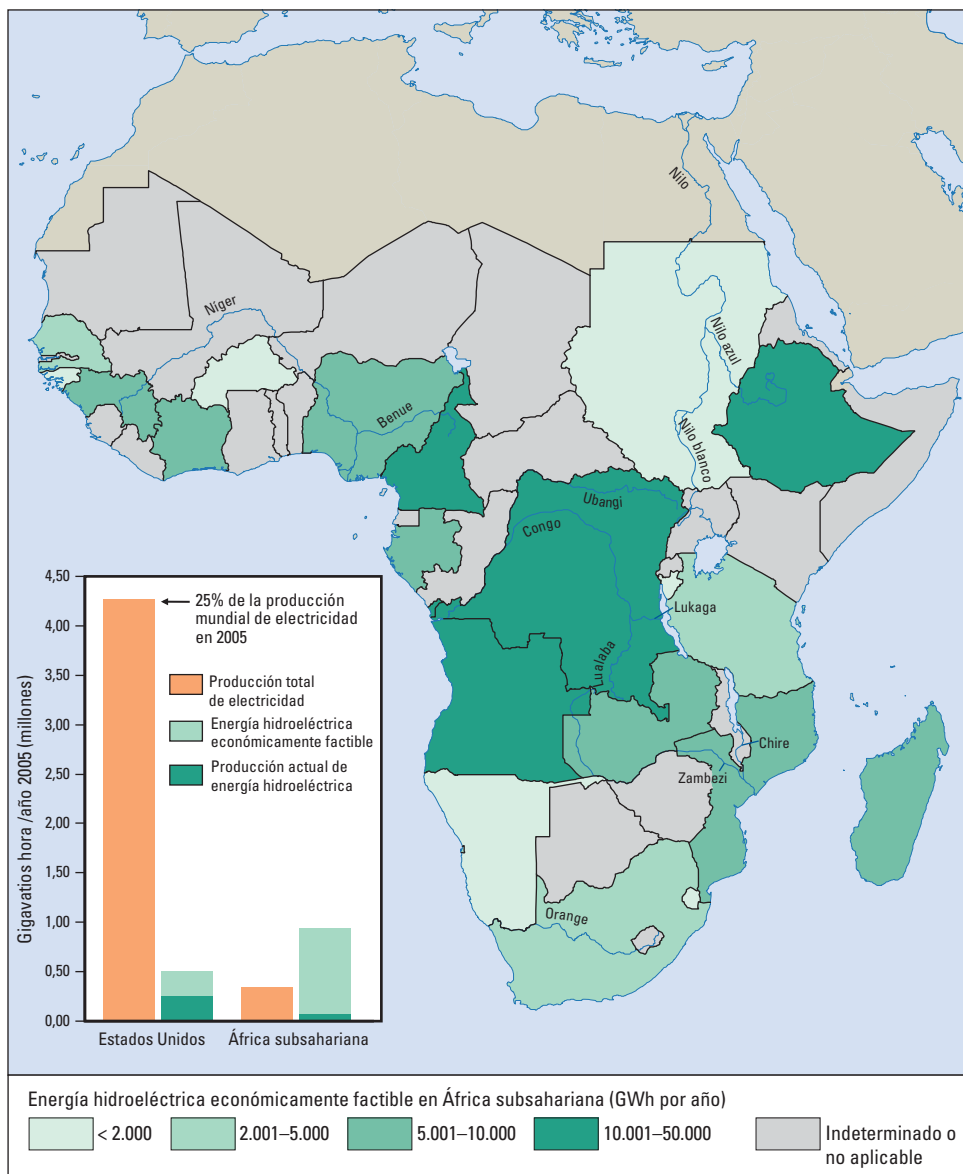
Nota: el ancho de las flechas refleja las estimaciones del caudal de tránsito durante las festividades del Año Nuevo chino, calculadas a partir de la inversión de los flujos estimados de migración laboral. El total de migración interna se estima entre 130 y 180 millones de personas. La evaluación de la gravedad del impacto de la tormenta se basa en las precipitaciones acumuladas durante el mes de enero, noticias de los medios chinos y comunicaciones del Gobierno en el momento de la tormenta.



para controlar las emisiones, pero los cambios que se efectúen en el sistema tributario para incorporar los costos ambientales (impuestos ecológicos) podrían resultar regresivos, según sea la estructura económica del país, la precisión del sistema para elegir a los destinatarios adecuados y la distribución de la carga. En el Reino Unido, resultaría sumamente regresivo cobrar a todos los hogares por igual un impuesto sobre el carbono. Esto se compadece

con lo observado en otros países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)<sup>57</sup>. El motivo es que, en los hogares más pobres, el gasto en energía constituye una porción mayor del gasto total que en las familias más ricas. Pero el efecto regresivo podría contrarrestarse ya sea a través de un diseño de tarifas escalonadas o un programa específico basado en los mecanismos existentes de política social<sup>58</sup>.

**Mapa 1.5 África cuenta con un enorme potencial de energía hidroeléctrica no aprovechado, en relación con el potencial más bajo pero mejor explotado de los recursos hidroeléctricos de Estados Unidos**



Fuentes: International Journal on Hydropower and Dams, Atlas Mundial, 2006 (<http://hydropower-dams.com>, consultado el 9 de julio de 2009); balance energético de los países de la OCDE elaborado por la Agencia Internacional de la Energía (AIE), 2008, y balances energéticos de países que no integran la OCDE elaborados por la Agencia Internacional de la Energía, 2007 ([http://www.oecd.org/document/10/0,3343,en\\_21571361\\_33915056\\_39154634\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/10/0,3343,en_21571361_33915056_39154634_1_1_1_1,00.html), consultado el 9 de julio de 2009).

Nota: Estados Unidos ha explotado más del 50% de su potencial hidroeléctrico, frente a sólo el 7-8% de los países de África subsahariana. La producción total de electricidad de los Estados Unidos se incluye para mostrar la escala.

En los países en desarrollo, los impuestos ecológicos podrían incluso ser progresivos, como sugiere un estudio reciente realizado en China. La mayor parte de los hogares pobres de ese país residen en zonas rurales y consumen productos con una intensidad de carbono mucho menor que los de las familias urbanas, cuya situación económica es por lo general mejor. Si los ingresos derivados del impuesto sobre el carbono se reciclaran dentro de la economía sobre una base igualitaria per cápita, el efecto progresivo sería aún mayor<sup>59</sup>.

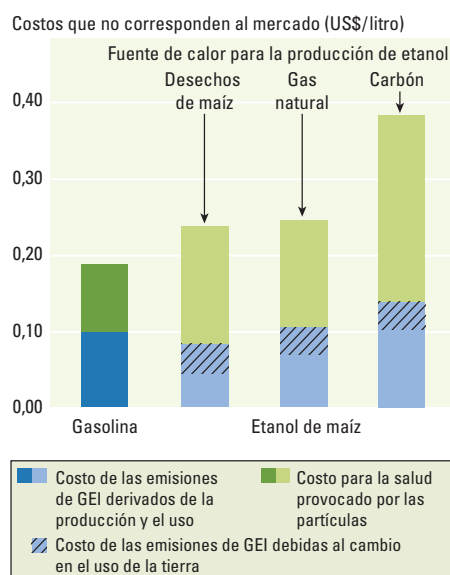
Lograr el apoyo político para establecer impuestos ecológicos y garantizar que no perjudiquen a los pobres no será tarea fácil. El reciclaje de los ingresos sería esencial para América Latina y Europa oriental, donde una parte significativa de los pobres vive en zonas urbanas y se vería directamente afectada por los impuestos ecológicos. Sin embargo, ese reciclaje de ingresos, al igual que la elección de destinatarios específicos sugerida en el estudio sobre Gran Bretaña, requeriría un fuerte compromiso con ese cambio de políticas, lo

cual resultaría difícil en muchos países en desarrollo donde los subsidios regresivos para financiar la energía y otros servicios de infraestructura están muy arraigados políticamente. Sin el reciclaje de los ingresos, es probable que la fijación de precios para el carbono y los impuestos ecológicos –aun cuando sean progresivos– perjudiquen a los pobres, dado que gastan hasta un 25% de sus ingresos en electricidad, agua y transporte. También es probable que su implementación resulte difícil desde el punto de vista político, ya que incluso un hogar promedio destina cerca del 10% de sus ingresos a estos servicios<sup>60</sup>.

Los ingresos reales de los sectores más pobres también se reducirán en el corto plazo a medida que los costos iniciales más elevados que suponen la construcción, el funcionamiento y la provisión de servicios de una infraestructura más ecológica afecten el lado de la oferta de la economía<sup>61</sup>. Un impuesto ecológico podría tener un efecto directo sobre los hogares (debido al alza de los precios de la energía) y un efecto indirecto (sobre el gasto total de los hogares como consecuencia del incremento de los costos de producción y, por ende, de los precios de los bienes de consumo). En un estudio realizado en Madagascar, se determinó que los efectos indirectos podrían representar un 40% de la pérdida de bienestar a través de la subida del precio de alimentos, productos textiles y transporte<sup>62</sup>. A pesar de que en la clase media el consumo directo de servicios de infraestructura es mayor, según las proyecciones, será el quintil más pobre el que sufrirá las pérdidas más pronunciadas en los ingresos reales.

En todo el mundo hay un margen muy amplio para mejorar el diseño de los subsidios y las tarifas de energía de modo de incrementar la recuperación de costos y focalizar con más precisión los beneficios hacia los pobres<sup>63</sup>. Debido al cambio climático (y los ingresos derivados de los impuestos ecológicos), posiblemente sea factible y valga la pena ampliar los programas para apoyar los ingresos en los países que en la actualidad utilizan las tarifas energéticas y de agua como parte de su política social. Una mayor eficiencia energética reduce los costos para todos, mientras que las tecnologías más ecológicas pueden ser menos costosas que las tradicionales, con una intensidad de carbono mayor. Por ejemplo, el empleo de mejores cocinas a leña en las zonas rurales de México podría reducir las emisiones en unas 160 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> a lo largo de los próximos 20 años y supondría ganancias económicas netas (derivadas

**Gráfico 1.2 En Estados Unidos, los biocombustibles a base de maíz incrementan las emisiones de CO<sub>2</sub> y los costos para la salud en comparación con la gasolina**



Fuente: Hill y otros, 2009.

Nota: los costos están expresados en dólares por litro de gasolina o equivalente de gasolina. Los costos para la salud (en verde) son estimados, y se derivan de la emisión de partículas generadas en la producción y combustión final de un litro adicional de etanol. Los costos de las emisiones de GEI (en azul) suponen un precio del carbono de US\$120 por tonelada, sobre la base del precio estimado de la captura y el almacenamiento de carbono. Una parte (la sección con líneas diagonales) de las emisiones de GEI asociadas con la producción de etanol deriva de la limpieza, la conversión o el cultivo de la tierra.

de la disminución en los costos directos de la energía y una mejor salud) de entre US\$8 y US\$24 por cada tonelada de emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas<sup>64</sup>.

### **Evaluar las soluciones de compromiso**

Si bien son pocos los que cuestionan la necesidad de tomar medidas para mitigar el cambio climático, aún hay controversias respecto de cuánto y cuándo se debe mitigar. Para lograr que los cambios en las temperaturas promedio de todo el mundo se mantengan por debajo de los niveles “peligrosos” (véase el “Tema especial A” referido a la ciencia), se requerirá de acciones inmediatas y de alcance mundial (acciones que son costosas), de modo de reducir las emisiones entre un 50 y un 80% de los niveles proyectados para 2050.

Una creciente bibliografía muestra que la justificación para poner en práctica medidas de mitigación inmediatas y significativas es aún más sólida cuando se tienen en cuenta la inercia del sistema climático (esto significa que el calentamiento y sus impactos se acumulan lentamente pero son en gran medida irreversibles), la inercia de las zonas edificadas (que implica que en el futuro el costo de reducir las emisiones será más elevado si en la actualidad se instala un capital fijo que genera más emisiones) y el beneficio de reducir la mayor incertidumbre y el mayor riesgo de que se produzcan resultados catastróficos asociados con temperaturas más elevadas<sup>65</sup>.

Cualquier respuesta al cambio climático conlleva algún tipo de ponderación de los pros y los contras, las ventajas y desventajas, los costos y los beneficios. La pregunta es *cómo* se debe realizar esa evaluación. El análisis de costos-beneficios es una herramienta crucial para evaluar políticas en el contexto ineludible de prioridades contrapuestas y recursos escasos. Pero con la monetización de costos y beneficios se pueden omitir fácilmente los bienes y servicios ambientales ajenos a los mercados; además, este procedimiento se vuelve imposible cuando los riesgos futuros (y las actitudes respecto de los riesgos) son sumamente inciertos.

Es necesario contar con herramientas de decisión adicionales que complementen el análisis de costos-beneficios para establecer objetivos generales y riesgos aceptables. Los enfoques con múltiples criterios pueden permitir comprender las soluciones de compromiso que no se expresan del todo en términos monetarios. En el contexto de la aversión al riesgo y la incertidumbre respecto

de los futuros riesgos climáticos, el enfoque de “márgenes tolerables” (*tolerable windows*) puede identificar las trayectorias de emisiones que se mantienen dentro de los límites elegidos de riesgo aceptable y luego evaluar el costo que implican<sup>66</sup>. Un proceso sólido de toma de decisiones puede poner de relieve políticas que brinden una protección eficaz contra los resultados futuros no deseados<sup>67</sup>.

### ***El debate sobre costos y beneficios: por qué no se trata sólo de la tasa de descuento***

El debate económico acerca del análisis de costos-beneficios de las políticas sobre cambio climático se ha vuelto particularmente animado desde la publicación en 2007 del informe de Stern sobre los aspectos económicos del cambio climático. En ese informe se estimaba que el costo posible del cambio climático sin mitigación sería muy elevado (una pérdida permanente anualizada de entre el 5 y el 20% del PIB) y se abogaba por medidas energéticas e inmediatas. Las recomendaciones del informe contradecían muchos otros modelos en los que se exponían los argumentos económicos a favor de una mitigación más gradual, esto es, una “trayectoria en forma de rampa para las políticas climáticas”<sup>68</sup>.

Muy probablemente, el debate académico respecto de la tasa de descuento adecuada, que genera gran parte de las diferencias entre el resultado de Stern y el de otros, no se resuelva nunca (recuadro 1.2)<sup>69</sup>. Stern utilizó una tasa de descuento muy baja. En este enfoque, comúnmente justificado con argumentos éticos, el hecho de que las futuras generaciones probablemente sean más ricas es el único factor que hace que la valoración del bienestar futuro sea inferior a la del actual; en todos los demás modelos, el bienestar de las generaciones futuras es tan valioso como el de la generación presente<sup>70</sup>. Se pueden presentar argumentos válidos a favor de tasas de descuento tanto elevadas como bajas, pero lamentablemente el estudio de los aspectos económicos del bienestar intergeneracional no puede ayudar a resolver este debate, puesto que genera más preguntas de las que puede responder<sup>71</sup>. Sin embargo, el llamado a adoptar medidas rápidas y significativas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero no sólo depende de una tasa de descuento baja. Si bien es importante para determinar el peso relativo de costos y beneficios, hay también otros factores que incrementan los beneficios de la mitigación (daños evitados), de modo tal que

también consolidan los argumentos en favor de una mitigación rápida y significativa, aun con una tasa de descuento más elevada<sup>72</sup>.

**Impactos más amplios.** La mayoría de los modelos económicos sobre los impactos del cambio climático no tienen en cuenta adecuadamente la pérdida de biodiversidad y de servicios de los ecosistemas que se asocian con ella. Esto constituye una omisión paradójica que equivale a analizar la elección entre bienes de consumo y bienes ambientales sin incluir estos últimos en la función de utilidad de las personas<sup>73</sup>. Si bien el valor estimado de mercado de los servicios ambientales perdidos posiblemente sea difícil de calcular y varíe según las culturas y los sistemas de valores, esto no quita que dichas pérdidas tengan un costo. Las pérdidas incrementan el precio relativo de los servicios ambientales a medida que éstos se vuelven más escasos en términos relativos y absolutos. Al introducir las pérdidas ambientales en un modelo estándar de evaluación integrada se incrementa significativamente el costo total del cambio climático sin mitigación<sup>74</sup>. De hecho, cuando se incorpora la pérdida de biodiversidad en un modelo estándar, no se puede menos que efectuar un fuerte llamamiento a encarar medi-

das de mitigación más rápidas, aun con una tasa de descuento más elevada.

**Modelos de dinámica más precisos: efectos umbral e inercia.** En los análisis de costos-beneficios, la función de daño –que vincula los cambios en la temperatura con los daños monetizados asociados– se presenta por lo general como en ascenso suave. Pero son cada vez más numerosas las pruebas científicas que sugieren que los sistemas naturales podrían generar respuestas no lineales al cambio climático como consecuencia de retroalimentaciones positivas o la superación de puntos críticos y umbrales (recuadro 1.3). Las retroalimentaciones positivas podrían producirse, por ejemplo, si el calentamiento hace que el *permafrost* se descongele, liberando las enormes cantidades de metano (un potente gas de efecto invernadero) que contiene y acelerando aún más el calentamiento. Los umbrales o puntos críticos son cambios relativamente rápidos y de gran escala en los sistemas naturales (o socioeconómicos) que conducen a pérdidas graves e irreversibles. Estas retroalimentaciones positivas, los puntos críticos y los umbrales implican que sería sumamente valioso mantener la magnitud y el ritmo del cambio climático tan bajos como fuera posible<sup>75</sup>.

### RECUADRO 1.2 Aspectos básicos del descuento de los costos y beneficios de la mitigación del cambio climático

La evaluación de la asignación de recursos a lo largo del tiempo es un elemento fundamental de la economía aplicada y la gestión de proyectos. Este tipo de evaluaciones se ha usado ampliamente para analizar el problema de los costos y beneficios de la mitigación del cambio climático. Sin embargo, persisten importantes desacuerdos respecto de los valores correctos de los parámetros.

La tasa de descuento social expresa los costos y beneficios monetarios en que se incurrirá en el futuro, expresados en su valor actual o en el valor que representan para los encargados de tomar las decisiones en la actualidad. Por definición, entonces, la herramienta principal para el análisis del bienestar intergeneracional –el total del valor presente neto esperado– concentra la distribución del bienestar a lo largo del tiempo. Para determinar el valor adecuado de los elementos de la tasa de descuento en el contexto de un problema de largo plazo, como el cambio climático,

se deben analizar en profundidad aspectos económicos y éticos (véase el recuadro 1.4).

Tres factores determinan la tasa de descuento. El primero es el peso que se le debe dar al bienestar que se disfrutará en el futuro, estrictamente porque llega más tarde y no más temprano. Esta tasa pura de preferencia temporal puede considerarse como una medida de la impaciencia. El segundo factor es la tasa de crecimiento en el consumo per cápita: si el crecimiento es rápido, las generaciones futuras serán mucho más ricas, lo que reducirá el valor que se asigna hoy a las pérdidas por futuros daños climáticos en relación con los costos de mitigación asumidos hoy. El tercer factor es cuánto desciende la utilidad marginal del consumo (una medida de cuánto se disfruta cada dólar adicional) a medida que se incrementan los ingresos<sup>9</sup>.

No hay acuerdo universal sobre la manera de elegir los valores numéricos de cada uno de los tres factores que determinan la

tasa de descuento social. Se utilizan tanto criterios éticos como información empírica –a veces combinados–, con la que se trata de evaluar las preferencias a partir de comportamientos pasados. Dado que los costos de las políticas de mitigación se asumen de inmediato y que los beneficios posiblemente grandes de dichas políticas (daños evitados) se disfrutarán en el futuro lejano, la elección de parámetros para la tasa de descuento social influye en gran medida en las prescripciones de las políticas climáticas.

Fuentes: Stern, 2007; Stern, 2008; Dasgupta, 2008; Roemer, 2009; Sterner y Persson, 2008.

a. La utilidad marginal del consumo disminuye a medida que incrementa el ingreso, puesto que un dólar adicional de consumo brinda más utilidad a un pobre que a una persona que ya consume mucho. La intensidad de ese cambio –conocida como elasticidad de la utilidad marginal del consumo con respecto a los cambios en el nivel de ingresos– también mide la tolerancia al riesgo y la desigualdad.

La importante inercia del sistema climático contribuye a generar inquietud respecto de la retroalimentación positiva, el efecto umbral y la irreversibilidad de los impactos del cambio climático. Los científicos han descubierto que el calentamiento provocado por incrementos en la concentración de gases de efecto invernadero puede ser en gran parte irreversible durante un período de 1.000 años luego del cese de las emisiones<sup>76</sup>. Si se pospone la mitigación, ya no se podrá optar por una trayectoria de calentamiento más baja: por ejemplo, una demora de más de 10 años probablemente excluya la posibilidad de estabilizar la atmósfera en un calentamiento menor a 3°C<sup>77</sup>. Asimismo, el sistema climático continuará cambiando durante varios siglos aun después de que se estabilicen las concentraciones de gases de efecto invernadero (véase “Panorama general”). De modo que sólo una mitigación inmediata preserva el valor de la opción, esto es, evita la pérdida de opciones en lo que respecta a la estabilización.

La inercia es también importante en las zonas edificadas: transporte, energía, vivienda y forma urbana (el modo en que están diseñadas las ciudades). En respuesta a esta inercia, algunos abogan por posponer las inversiones en medidas de mitigación, de modo de evitar quedar atrapados innecesariamente en inversiones más costosas para lograr un nivel más bajo de emisiones de carbono en lugar de esperar hasta contar con una tecnología más adecuada y más barata que permita una ampliación rápida de las medidas de mitigación y conocer más acerca de los riesgos contra los cuales deberán protegerse las sociedades.

Pero en la práctica no se pueden postergar las grandes inversiones en infraestructura y suministro de energía sin poner en peligro el desarrollo económico. Es probable que la demanda de energía de los países en desarrollo se triplique entre 2002 y 2030. Por otro lado, muchas centrales eléctricas ubicadas en países de ingresos altos fueron construidas en las décadas de 1950 y 1960, por lo que están llegando al final de su vida útil. Esto implica que en los próximos 10 a 20 años se deberán construir numerosas centrales nuevas, aun si la demanda permanece constante. En la actualidad, las centrales alimentadas a carbón siguen siendo la opción más barata para muchos países, y además ofrecen seguridad energética para aquellas naciones con grandes reservas de carbón. Si entran en funcionamiento todas las plantas de energía eléctrica alimentadas a carbón que se prevé construir en los próximos 25

años, las emisiones de CO<sub>2</sub> que produzcan a lo largo de su vida útil equivaldrán a las de todas las actividades que involucraron quema de carbón desde el inicio de la industrialización<sup>78</sup>. Por ende, si los actores del sector eléctrico de la actualidad no asumen compromisos más fuertes respecto de la reducción de emisiones, el sector se verá atrapado en trayectorias de emisiones relativamente elevadas.

Tampoco es siempre posible reconvertir en gran escala esas inversiones a un costo razonable. La reconversión no es siempre factible y su costo puede resultar prohibitivo. Siguiendo con el ejemplo del carbón, para la captura y el almacenamiento de carbono (una tecnología en desarrollo con la que se procura capturar el CO<sub>2</sub> producido por centrales eléctricas alimentadas con combustibles fósiles y almacenarlo bajo tierra), se requiere que la central esté ubicada dentro de las 50 a 100 millas de distancia de un sitio adecuado de almacenamiento de CO<sub>2</sub>; caso contrario, el costo de transportar el carbono se vuelve extremadamente elevado<sup>79</sup>. Para los países donde abundan los posibles sitios de almacenamiento, esto no es un problema: cerca del 70% de las plantas eléctricas de China se encuentran cerca de lugares de almacenamiento y, por tanto, podrían ser reconvertidas razonablemente, siempre y cuando la tecnología para hacerlo esté comercialmente disponible. Pero este no es el caso de India, Sudáfrica ni muchos otros países, donde será imposible solventar el costo de la reconversión, a menos que se construyan nuevas plantas cerca de los pocos sitios de almacenamiento existentes (véanse los capítulos 4 y 7).

Los países en desarrollo, que cuentan con menos infraestructura que los desarrollados, tienen la ventaja de la flexibilidad y podrían, en principio, dar un salto hacia tecnologías más limpias. Los países desarrollados deben ponerse a la vanguardia para llevar nuevas tecnologías al mercado y difundir los conocimientos obtenidos a partir de sus experiencias. La capacidad para modificar las trayectorias de las emisiones depende de que se disponga de una tecnología adecuada y accesible, y esto no ocurrirá en el futuro si no se empieza hoy mismo a invertir en investigación y desarrollo, a difundir sus resultados y aprender a través de la práctica.

Las oportunidades para pasar de activos de capital de larga duración que generan altos niveles de emisiones de carbono a otros con bajas emisiones no están disponibles del mismo modo a lo largo del tiempo<sup>80</sup>. La opción de cambiar a un sistema más eficiente tanto en

**RECUADRO 1.3** *Retroalimentaciones positivas, puntos críticos, umbrales y aspectos no lineales en los sistemas naturales y socioeconómicos*

**Retroalimentaciones positivas en el sistema climático**

Las retroalimentaciones positivas amplifican los efectos de los gases de efecto invernadero. Una de estas retroalimentaciones es el cambio en la reflectividad, o albedo, de la superficie de la Tierra: las superficies muy reflectantes, como el hielo y la nieve, hacen rebotar los rayos calientes del sol hacia la atmósfera. Pero a medida que el aumento de las temperaturas provoca el derretimiento del hielo y la nieve, la superficie de la Tierra absorbe más energía, lo que incrementa a su vez el calentamiento y el deshielo, en un proceso que se repite.

**Puntos críticos en los sistemas naturales**

Incluso los cambios climáticos graduales y moderados pueden llevar a un sistema natural hasta un punto más allá del cual se produzcan cambios abruptos, posiblemente cada vez más veloces, irreversibles y, en definitiva, muy perjudiciales. Por ejemplo, la extinción de bosques regionales podría ser consecuencia de la combinación de sequías, plagas y temperaturas más elevadas que, en conjunto, exceden los límites fisiológicos. Un posible punto crítico que genera inquietud en todo el mundo es el derretimiento de la capa de hielo que cubre gran parte de Groenlandia. Si se sobrepasa un cierto nivel de calentamiento, el deshielo de verano no volverá a congelarse en invierno, lo que incrementará drásticamente la tasa de derretimiento y provocará un aumento del nivel del mar de 6 metros.

**Umbrales en los sistemas socioeconómicos**

El costo económico de los impactos directos del cambio climático también podría generar fuertes efectos umbral, como consecuencia del hecho de que la infraestructura y las prácticas productivas actuales están diseñadas para resistir con solidez únicamente la variación en las condiciones meteorológicas ya experimentadas. Esto sugiere que todo incremento en los impactos estará impulsado principalmente por el

aumento de las concentraciones demográficas y de activos, antes que por el clima –siempre que los fenómenos meteorológicos permanezcan dentro de los márgenes de las variaciones pasadas–, pero que dichos efectos podrían agravarse abruptamente si en el futuro las condiciones climáticas excedieran esos márgenes en forma constante.

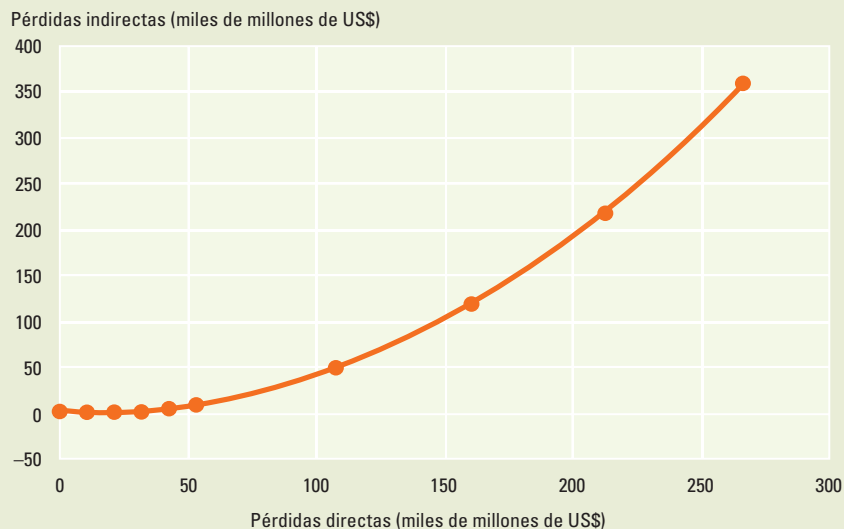
**Aspectos no lineales y efectos económicos indirectos**

La respuesta económica ante estos impactos no es, de por sí, lineal, en parte debido a que los efectos del cambio climático incrementarán la necesidad de adaptación y a la vez posiblemente disminuirán la capacidad de adaptación. Los impactos directos también pueden provocar efectos indirectos (retroalimentaciones macroeconómicas, interrupciones en las operaciones de negocios y alteraciones en la cadena de suministros) que se incrementen más que proporcionalmente

en dólares en respuesta a los daños directos más severos. Este efecto se pone en evidencia en algunos desastres naturales. Las pruebas recogidas recientemente en Louisiana muestran que la economía tiene capacidad para absorber hasta US\$50.000 millones de pérdidas directas con pérdidas indirectas mínimas. Pero las pérdidas indirectas crecen rápidamente cuando se trata de desastres más destructivos (gráfico). Las pérdidas directas provocadas por el huracán Katrina alcanzaron los US\$107.000, mientras que las indirectas sumaron otros US\$42.000; una simulación de desastre con pérdidas directas de US\$200.000 millones generaría una suma adicional de US\$200.000 millones en pérdidas indirectas.

Fuentes: Schmidt 2006; Krieglery y otros, 2009; Adams y otros, 2009; Hallegatte, 2008; comunicación personal con Stéphane Hallegatte, mayo de 2009.

**Las pérdidas indirectas aumentan aún más marcadamente a medida que se incrementan los daños directos. Estimaciones para el caso de Louisiana**



Fuente: datos proporcionados por Stéphane Hallegatte, sobre la base de Hallegatte, 2008.

lo energético como en lo económico no podrá ejercerse de modo realista en el futuro si las tecnologías necesarias no están aún disponibles comercialmente y en una escala suficiente como para resultar accesibles, y si las personas aún no tienen los conocimientos técnicos que se requieren para usarlas (véase el capítulo 7)<sup>81</sup>. No se dispondrá en el futuro de tecnologías

eficaces y accesibles de mitigación que actúen como vallas y logren transformar los sistemas energéticos a menos que se pongan en marcha iniciativas dinámicas de investigación y demostración que hagan avanzar las posibles tecnologías a lo largo de las curvas de aprendizaje y costos. Para lograrlo, los países desarrollados deben asumir el liderazgo en la tarea

de desarrollar nuevas tecnologías, llevarlas al mercado y difundir los conocimientos obtenidos a partir de sus experiencias.

**Tener en cuenta las incertidumbres.** Las evaluaciones económicas de las políticas sobre el cambio climático deben contemplar la falta de certeza respecto de la envergadura de los impactos y el momento en que se producirán, así como la viabilidad, los costos y los plazos de las medidas de mitigación. Un factor de incertidumbre clave que la mayoría de los modelos económicos dejan de lado es la posibilidad de que se produzcan fenómenos catastróficos de gran envergadura vinculados con el cambio climático (véase el “Tema especial A” referido a la ciencia), un tema que constituye el núcleo de un debate actual<sup>82</sup>. La distribución de probabilidades subyacente de esos riesgos de catástrofe es desconocida y probablemente seguirá siéndolo. Es casi seguro que con medidas de mitigación más agresivas se reducirá la probabilidad de que se produzcan esos fenómenos, pero es sumamente difícil calcular en qué medida. La eventualidad de que ocurra una catástrofe mundial, aun cuando la probabilidad sea muy baja, debería generar en la sociedad una mayor disposición a solventar medidas de mitigación más veloces y agresivas, en la medida que ayuden a evitar la calamidad<sup>83</sup>.

Incluso si no se tienen en cuenta estos riesgos catastróficos, aún persiste un importante grado de incertidumbre respecto de los impactos ecológicos y económicos del cambio climático. Se desconoce el ritmo y la magnitud final que adoptará el calentamiento de la Tierra. También es incierto el modo en que la variabilidad y los fenómenos climáticos extremos (no sólo los cambios en las temperaturas medias) afectarán los sistemas naturales y el bienestar humano. Por otro lado, es poco lo que se conoce sobre la capacidad de las personas para adaptarse, los costos de la adaptación y la magnitud de los daños residuales no evitados. También es significativamente incierta la velocidad con que se descubrirán, difundirán y adoptarán nuevas tecnologías.

Estos factores de incertidumbre no hacen más que agudizarse con el ritmo y la magnitud del calentamiento: esto constituye un argumento fundamental a favor de medidas inmediatas y agresivas<sup>84</sup>. El mayor grado de incertidumbre exige estrategias de adaptación que puedan hacer frente a muchos climas y resultados distintos. Dichas estrategias ya existen (se analizan más adelante), pero son menos eficientes que las que podrían definirse

a partir de un conocimiento acabado. De modo que la incertidumbre es costosa. Y cuanto mayor es la incertidumbre, más elevados son los costos.

Si no hubiera inercia ni irreversibilidad, la incertidumbre no importaría tanto, porque podrían revertirse las decisiones y los ajustes serían suaves y no implicarían costo alguno. Por el contrario, la enorme inercia (tanto del sistema climático como de las zonas edificadas y las conductas de individuos e instituciones) vuelve sumamente costoso, si no imposible, corregir el rumbo hacia una mitigación más vigorosa si es que surge nueva información o se demora en hallar nuevas tecnologías. De modo que, en un contexto incierto, la inercia incrementa en gran medida las posibles consecuencias negativas de las decisiones en materia de políticas climáticas. Y la incertidumbre, combinada con la inercia y la irreversibilidad, constituye un argumento a favor de una mitigación precautoria de mayor escala.

Los aspectos económicos de la toma de decisiones en un contexto de falta de certezas permiten concluir que la incertidumbre acerca de los efectos del cambio climático exige más mitigación, no menos<sup>85</sup>. La incertidumbre constituye un argumento sólido para adoptar un enfoque iterativo en la selección de objetivos, comenzando con una posición agresiva. Y esto no se vuelve menos válido con la perspectiva del aprendizaje (adquirir nueva información que modifique nuestra evaluación de la incertidumbre)<sup>86</sup>.

**Opciones normativas sobre agregación y valores.** Las políticas contra el cambio climático exigen un compromiso entre acciones de corto plazo y beneficios de largo plazo, entre opciones individuales y consecuencias de alcance mundial. De manera que las decisiones sobre políticas contra el cambio climático están impulsadas fundamentalmente por elecciones éticas. De hecho, en esas decisiones interviene la preocupación por el bienestar de los demás.

Un método para reflejar esos compromisos consiste en incluir directamente en los modelos económicos del bienestar los beneficios derivados de bienes ambientales ajenos al mercado (y su existencia para las futuras generaciones)<sup>87</sup>. En la práctica, la habilidad para cuantificar dichos compromisos ha sido limitada, pero este marco brinda un punto de partida para evaluar ulteriormente el valor más elevado que las sociedades asignan al medio ambiente a medida que aumentan los ingresos,

así como las posibles soluciones de compromiso entre el consumo actual y los costosos esfuerzos por salvaguardar el bienestar (y la existencia) de las generaciones futuras<sup>88</sup>.

Asimismo, la forma en que se agregan en un modelo los impactos para los individuos o países de niveles de ingreso diferentes afecta significativamente el valor de las pérdidas estimadas<sup>89</sup>. A fin de incorporar una dimensión de equidad más allá de las inquietudes intergeneracionales expresadas en la tasa de descuento, se puede aplicar la ponderación por criterios de equidad, de modo de reflejar el hecho de que la pérdida de un dólar significa más para un pobre que para un rico. Un enfoque de esta índole representa más adecuadamente el bienestar humano (y no sólo los ingresos). Dado que las personas y los países pobres están más expuestos al cambio climático, este enfoque incrementa considerablemente el total estimado de las pérdidas derivadas del cambio climático. Por el contrario, si se suman los daños totales en dólares y se los expresa como parte del PIB mundial (con lo que se ponderan implícitamente los daños según la contribución al producto total), se concede un peso mucho menor a las pérdidas de los pobres.

Los sistemas de valores también intervienen en las decisiones sobre políticas ambientales. Recientemente, el cambio climático se ha convertido en un tema del ámbito de los derechos humanos (recuadro 1.4). Por otro lado, la mayor parte de las sociedades presentan sistemas éticos o religiosos que valoran la naturaleza e identifican las responsabilidades humanas por el manejo de la tierra y sus riquezas naturales, a pesar de que los resultados a menudo disten mucho de corresponderse con los ideales formulados. En la primera mitad del siglo XVII, Japón se encaminaba velozmente a una catástrofe ambiental debido a la deforestación masiva. Sin embargo, a comienzos del siglo XVIII ya contaba con un elaborado sistema de manejo de zonas forestales<sup>90</sup>. Uno de los motivos por los que el shogunado Tokugawa –los gobernantes de esa época– decidió actuar fue la preocupación por las generaciones futuras de la familia, una inquietud derivada de las tradiciones culturales confucianas<sup>91</sup>, y el deseo de mantener el sistema político hereditario. En la actualidad, casi el 80% del territorio de Japón está forestado<sup>92</sup>.

### *Marcos alternativos para la toma de decisiones*

La incertidumbre, la inercia y la ética señalan la necesidad de tomar precauciones y, por

ende, la necesidad de adoptar medidas de mitigación más agresivas e inmediatas. No obstante, entre economistas y funcionarios encargados de diseñar políticas continúa el debate analítico sobre la escala de esas medidas. Las conclusiones de los diversos análisis de costos-beneficios varían en gran medida en función de los supuestos iniciales, como la hipótesis de referencia, las funciones de daño y disminución y la tasa de descuento, además de los supuestos incorporados en las formulaciones de los modelos<sup>93</sup>. Esto puede generar un atascamiento en la toma de decisiones.

Los marcos alternativos que incorporan evaluaciones de costos y beneficios más amplias, contemplan la aversión al riesgo e incluyen las consecuencias de los juicios éticos que pueden sustentar con mayor eficacia la toma de decisiones en vista de las numerosas lagunas en el conocimiento y los diversos obstáculos. Resulta deseable, aunque difícil, incluir algunos de los factores de valoración señalados anteriormente (el valor de las opciones, los servicios de los ecosistemas, los riesgos de discontinuidades) en un análisis de costos-beneficios más amplio. No obstante, es necesario avanzar más para lograr que las consecuencias normativas de las opciones en materia de políticas sean tan transparentes como resulte posible a fin de informar a quienes deben tomar las decisiones para establecer objetivos y políticas ambientales y de desarrollo concretas. Esto puede ayudar a obtener el apoyo de las numerosas partes interesadas que experimentarán los costos y beneficios reales.

Una alternativa es un enfoque de márgenes tolerables o de “barreras de seguridad”. Se elige un margen de objetivos de mitigación, o una franja resguardada por barreras de seguridad, para limitar el cambio de temperatura y la tasa de dicho cambio a límites que se consideren (heurísticamente o sobre la base de juicios expertos) tolerables<sup>94</sup>. El margen se define mediante límites derivados de varios sistemas sensibles al clima. Un límite podría estar determinado por la aversión de la sociedad a un cierto nivel de pérdida en el PIB, asociado con una cierta cantidad y tasa de modificación de la temperatura. Un segundo límite podría estar definido por la aversión de la sociedad al conflicto social y la desigualdad de los impactos. Un tercer límite podría ser la preocupación por los umbrales de calentamiento, más allá de los cuales determinados ecosistemas se derrumban<sup>95</sup>.

El enfoque de barreras no exige una estimación monetaria de los daños, puesto que los



### RECUADRO 1.4 *Ética y cambio climático*

La complejidad del cambio climático pone de relieve varios problemas éticos. Las cuestiones de la equidad y la justicia son particularmente importantes en vista de la gran brecha temporal y geográfica que existe entre las emisiones de gases de efecto invernadero y sus impactos. En el problema del cambio climático, surgen al menos tres dimensiones éticas significativas: evaluación de los impactos, análisis de la equidad intergeneracional y distribución de las responsabilidades y los costos.

#### **Evaluación de los impactos**

En varias disciplinas, incluida la economía, se argumenta que el bienestar debería ser el criterio general para evaluar políticas. Pero aun en el marco de un "utilitarismo descontado", se observan grandes desacuerdos, en particular acerca de la tasa de descuento que se debe utilizar y el modo de agregar el bienestar de los individuos del presente y el futuro. Un argumento común es que no hay razón ética sólida para descontar los efectos económicos y humanos tan sólo porque se prevé que ocurrirán dentro de 40 años (o incluso de 400). Un argumento en contra de esto sostiene que no es equitativo que la generación actual asigne recursos para mitigar el cambio climático futuro si hay otras inversiones que se consideran más rentables, con lo que se vuelve al problema de ponderar los costos y beneficios de opciones inciertas.

En los debates recientes se ha considerado a los derechos humanos como el criterio adecuado para evaluar los impactos. Algunos derechos humanos –en particular los económicos y sociales– se verán amenazados por los efectos del cambio climático y posiblemente por algunas políticas de respuesta. Entre éstos se encuentra el derecho a los alimentos, al agua y a la vivienda. Los impactos climáticos también pueden provocar efectos directos e indirectos sobre el ejercicio y la puesta en práctica de derechos civiles y políticos. Pero determinar causas y

atribuciones constituye un problema grave y puede limitar el margen para aplicar la legislación sobre derechos humanos en las disputas internacionales o nacionales.

Dado que las causas del cambio climático son difusas, en un contexto de litigio es difícil establecer el nexo directo entre las emisiones de un país y los efectos que se sufren en otro. Un obstáculo adicional para definir en términos legales la responsabilidad y los perjuicios es la difusión de las emisiones y los impactos a lo largo del tiempo: en algunos casos, la fuente de los perjuicios ha estado presente a lo largo de varias generaciones, mientras que los daños que se perciben en la actualidad también podrán afectar a muchas generaciones futuras.

#### **Análisis de la equidad intergeneracional**

La equidad intergeneracional es uno de los factores que integran la evaluación de impactos. El modo en que se incorpora la equidad intergeneracional en el modelo económico subyacente tiene consecuencias importantes. Como se indicó en el recuadro 1.2, los criterios estándar de valor actual descuentan los costos y beneficios futuros, con lo cual se concentra la distribución del bienestar a lo largo del tiempo en el momento presente. Entre las formulas alternativas se incluyen maximizar la utilidad de la generación actual, incorporando sus inquietudes altruistas por las generaciones futuras y teniendo en cuenta la incertidumbre respecto de la existencia de las generaciones futuras.

#### **Distribuir las responsabilidades y los costos**

Probablemente, el tema más controvertido sea el de quién debe soportar la carga que conlleva resolver el problema del cambio climático. Una respuesta ética es el principio de que "el que contamina paga": se debería asignar las responsabilidades según la contribución de cada grupo o país al cambio

climático. Una versión particular de este principio es la opinión de que, a la hora de establecer las responsabilidades, se deben tener en cuenta las emisiones históricas acumuladas. Según un argumento en contra, la "ignorancia excusable" confiere inmunidad a los emisores del pasado, puesto que no eran conscientes de las consecuencias de sus acciones; sin embargo, esta afirmación ha sido criticada con el fundamento de que los posibles efectos negativos de los gases de efecto invernadero sobre el clima se conocen desde hace tiempo.

Una dimensión adicional de la responsabilidad se refiere al modo en que las personas se han beneficiado en el pasado de las emisiones de gases de efecto invernadero (véase el gráfico 3 del "Panorama general"). Si bien estos beneficios han recaído claramente en los países desarrollados –quienes hasta ahora han aportado el grueso de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera–, los países en desarrollo también disfrutaron de algunos beneficios de la prosperidad resultante. Una de las respuestas posibles es ignorar el pasado y asignar derechos per cápita iguales respecto de todas las emisiones futuras. No obstante, otro punto de vista reconoce que, en definitiva, lo importante no es la distribución de emisiones sino la distribución del bienestar económico, en el que se incluyen los perjuicios del cambio climático y los costos de la mitigación. Esto sugiere que, en un mundo en el que la distribución de la riqueza es desigual, la mayor responsabilidad a la hora de asumir los costos recae sobre los que están en situación más favorable, aunque esta conclusión no impide que los países más pobres encaren medidas de mitigación con financiamiento externo provisto por las naciones de ingreso alto (véase el capítulo 6).

*Fuentes:* Singer, 2006; Roemer, 2009; Caney, 2009; Banco Mundial, 2009b.

límites están determinados por lo que se considera tolerable en cada sistema (por ejemplo, podría resultar difícil convertir a cifras del PIB el número de personas desplazadas luego de una sequía grave). Entre los factores que determinan el valor de las barreras de seguridad de las emisiones se incluye el análisis científico del potencial para que se generen efectos umbral, así como los juicios no monetizados respecto de las vulnerabilidades y los riesgos residuales que persistirían en el marco de distintas

estrategias de mitigación y adaptación. Los costos de permanecer dentro de los conjuntos de barreras propuestos deben analizarse en relación con los juicios vinculados con los niveles de seguridad climática que brindan las diversas barreras. A partir de esta base de múltiples criterios, los encargados de tomar decisiones pueden realizar una evaluación mejor fundamentada y más amplia acerca de dónde es más conveniente fijar las barreras (y esta evaluación puede revisarse periódicamente).

Este enfoque puede complementarse con técnicas de respaldo para las decisiones, como la toma de decisiones robustas, a fin de hacer frente a las incertidumbres difíciles de evaluar<sup>96</sup>. En un contexto de probabilidades desconocidas y futuro sumamente incierto, una estrategia robusta es la que responde a la siguiente pregunta: “En vista de que no se puede predecir el futuro, ¿qué acciones se deberían tomar para reducir a un nivel aceptable la posibilidad de que se produzca un resultado indeseable?”<sup>97</sup>. En el contexto del cambio climático, las políticas se vuelven un problema de contingencia –¿cuál es la mejor estrategia dados los diversos resultados posibles?– en lugar de un problema tradicional de optimización. Los fundamentos intelectuales de este enfoque no son nuevos; pueden rastrearse hasta el trabajo de Savage a comienzos de la década de 1950 referido a la “minimización del arrepentimiento máximo”<sup>98</sup>.

La búsqueda de estrategias robustas y no solamente óptimas se realiza a través de lo que esencialmente constituye una planificación basada en situaciones hipotéticas. Se crean diferentes situaciones hipotéticas y se comparan las alternativas de políticas sobre la base de su robustez –esto es, su capacidad para evitar un resultado determinado– en las diversas situaciones. Dicho análisis incluye “acciones de configuración” que influyen en el futuro, “acciones de protección” que reducen la vulnerabilidad futura, y “señales” que indican la necesidad de que se reevalúen o se modifiquen las estrategias. El análisis de las decisiones robustas también puede realizarse con herramientas cuantitativas más formales, en un enfoque de modelos exploratorios, en el que se utilicen métodos matemáticos para caracterizar decisiones y resultados en condiciones de gran incertidumbre.

En un proceso de toma de decisiones robustas, se evalúan los costos, los beneficios y los compromisos inherentes a las políticas climáticas en todas las situaciones posibles. La prescripción no es procurar una política “óptima” (en el sentido tradicional de maximizar la utilidad), que logre, en promedio, mejores resultados que las demás. Por el contrario, las políticas sólidas son las que resisten con robustez los futuros impredecibles. En este marco, las políticas de corto plazo pueden entenderse como una medida de protección contra el costo de ajustar políticas: brindar apoyo a la inversión actual en investigación y desarrollo e infraestructura a fin de que mañana se mantenga abierta la opción de un futuro con menos emisiones de carbono<sup>99</sup>.

### Los costos de demorar los esfuerzos mundiales en pos de la mitigación

El calentamiento actual de la Tierra fue causado principalmente por las emisiones de los países ricos<sup>100</sup>. Las naciones en desarrollo están preocupadas, con razón, por las consecuencias que tendría imponer limitaciones a su crecimiento. Esto respalda el argumento, plasmado en el principio de las “responsabilidades comunes pero diferenciadas” de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que sostiene que los países de ingreso alto deberían liderar la reducción de emisiones, en vista tanto de su responsabilidad histórica como del nivel significativamente más elevado de emisiones per cápita que generan en la actualidad. El volumen mucho mayor de recursos financieros y tecnológicos de que disponen los países desarrollados constituye otro argumento para que asuman el grueso de los costos de mitigación, sin importar dónde se produzca esa mitigación.

Pero por sí sola, la reducción de las emisiones de los países ricos no bastará para limitar el calentamiento a niveles tolerables. Si bien el acumulado de las emisiones per cápita del pasado es pequeño en los países de ingreso bajo en particular, aunque también en los de ingreso mediano<sup>101</sup>, el total de emisiones anuales de CO<sub>2</sub> vinculadas con la energía en países de ingreso mediano se ha equiparado al de las naciones ricas, mientras que la mayor parte de las emisiones actuales derivadas del cambio en el uso de la tierra corresponden a los países tropicales<sup>102</sup>. Aún más importante es que todos los cambios en el uso de combustibles fósiles proyectados por países de ingreso mediano sugieren que, en las próximas décadas, sus emisiones de CO<sub>2</sub> continuarán en aumento y superarán las acumuladas de los países desarrollados<sup>103</sup>.

La consecuencia, tal como se expone en la CMNUCC y en el Plan de Acción de Bali<sup>104</sup>, es que todas las naciones tendrán un papel que cumplir en un acuerdo que reduzca las emisiones mundiales, y ese papel debe corresponderse con su estado de desarrollo. En este planteamiento, los países desarrollados toman la vanguardia en el logro de objetivos significativos de reducción y asisten a las naciones en desarrollo para que sienten las bases de un crecimiento con menores niveles de emisión de carbono y satisfagan las necesidades de adaptación de sus ciudadanos. En la CMNUCC también se exhorta a los países desarrollados a compensar a las naciones en desarrollo por los

costos adicionales de mitigación y adaptación en que deberán incurrir.

Un componente esencial de la acción a nivel internacional es un mecanismo mundial que permita diferenciar a los que mitigan el cambio climático de los que pagan (el tema del capítulo 6). Las transferencias financieras internacionales negociadas pueden posibilitar el financiamiento directo (*por parte de* los países de ingreso alto) de medidas de mitigación encaradas *en* países en desarrollo. (En esto, la mitigación a menudo implicará reorientar las trayectorias de emisiones futuras hacia niveles más sostenibles, no reducir los niveles de emisión absoluta.) Obtener financiamiento en gran escala de los países de ingreso alto parece un desafío enorme. Sin embargo, *si* estas naciones están comprometidas con la meta de lograr un total de emisiones mundiales más bajo, va en su propio interés brindar financiamiento para asegurarse de que los países en desarrollo apliquen medidas que logren una mitigación significativa. En las estimaciones de los costos mundiales de mitigación, por lo general se asume que ésta se producirá en el lugar y el momento que resulte más económico. Muchas medidas de bajo costo destinadas a reducir las emisiones en relación con las trayectorias proyectadas se aplican en países en desarrollo. En consecuencia, las opciones de mitigación con menor costo a nivel mundial siempre implican que una gran parte de esa mitigación se lleva a cabo en países en desarrollo, independientemente de quién la paga<sup>105</sup>.

La demora de cualquier país en reducir significativamente las trayectorias de emisiones implica un costo mundial más elevado para cualquier objetivo de mitigación. Por ejemplo, si los países en desarrollo postergan las medidas de mitigación hasta 2050, el costo total de alcanzar un objetivo en particular podría aumentar a más del doble, según una estimación<sup>106</sup>. Otra estimación sugiere que un acuerdo internacional que abarque sólo a los cinco países con emisiones totales más altas (lo que representa dos tercios de las emisiones) triplicaría el costo de lograr una meta determinada, en relación con lo que costaría de lograrse la participación de todos los países<sup>107</sup>. La razón es que reducir el conjunto de oportunidades de mitigación disponibles para alcanzar determinado objetivo conlleva tener que recurrir no sólo a las medidas negativas y de costo bajo, sino también a las de costo elevado.

Si bien tanto países desarrollados como en desarrollo tienen un potencial semejante para aplicar medidas de costo negativo (beneficio

neto) y de costo elevado, el rango medio de las opciones de mitigación de costo bajo se encuentra predominantemente en países en desarrollo (muchas de ellas, en la agricultura y la silvicultura). Para lograr una mitigación significativa, será esencial que se exploten todas las medidas disponibles. Este tema se ilustra en el análisis de McKinsey (gráfico 1.3a), pero los resultados no son exclusivos de dicho análisis. Si los países en desarrollo no reducen sus trayectorias de emisión, el costo total de la mitigación, sea cual fuere su escala, será mucho mayor (el costo marginal de la reducción que se produzca en los países desarrollados exclusivamente –la línea roja en el gráfico 1.3b– es siempre más alto que si se toma en cuenta la cartera mundial de opciones –la línea naranja en el gráfico 1.3b). La caída en el potencial de mitigación total y el incremento de los costos mundiales de mitigación derivados de un planteamiento según el cual la mitigación se realiza principalmente en países de ingreso alto no dependen de ningún modelo en particular<sup>108</sup>. Tampoco dependen de diferencias entre países desarrollados y en desarrollo respecto de las oportunidades y los costos: si las naciones desarrolladas se rehusaran a reducir sus emisiones, los costos mundiales subirían igualmente y una parte del potencial para reducir emisiones se habría perdido (gráfico 1.3c).

Estos incrementos en los costos mundiales de reducción representan pérdidas de eficiencia puras: costos adicionales desperdiciados que generan cero ganancias para el bienestar. Si se evitan esas pérdidas (la parte sombreada entre las curvas de costo marginal en los gráficos 1.3b y 1.3c), se genera una gran cantidad de incentivos y un amplio espacio para negociar la ubicación y el financiamiento de las medidas de mitigación a la vez que se mejora la situación de todos los participantes. Para el mundo en su conjunto, es mucho más barato lograr un determinado objetivo de mitigación con una cartera completa de medidas que se aplique en todos los países. Es tanto más barato, siempre que haya una cantidad suficiente de países comprometidos con un objetivo mundial de mitigación, que todos se encontrarán en mejor posición si los países desarrollados asumen hoy el costo de financiar medidas ampliadas de mitigación en los países en desarrollo.

Las naciones desarrolladas cuentan con los medios y los incentivos para transferir a los países no incluidos en el Anexo I<sup>109</sup> el financiamiento suficiente como para colocarlos en una situación al menos igualmente favorable mediante la entrega de transferencias y la

ampliación inmediata de sus esfuerzos de mitigación, en relación con lo que ocurriría si se demorara una década o más antes de comenzar a aplicar sus propios objetivos y políticas nacionales. Para un determinado objetivo de mitigación, cada dólar transferido con ese fin podría generar, en promedio, una mejora del bienestar equivalente a tres dólares al eliminar las pérdidas de eficiencias, mejoras que pueden repartirse de conformidad con los términos negociados. En otras palabras, la participación de los países en desarrollo en la tarea de alcanzar una meta mundial es muy valiosa. El hecho de repartir los beneficios de la eliminación de grandes pérdidas de eficiencia puede constituir un fuerte incentivo para lograr la participación universal en un acuerdo justo. No es un juego de suma cero<sup>110</sup>.

Dicho esto, es esencial no subestimar las dificultades que entraña lograr un acuerdo sobre objetivos mundiales de emisión. El motivo es que un acuerdo de ese tipo representa una especie de “tragedia de los bienes comunes” a nivel internacional: todos los países pueden beneficiarse con la participación de todo el mundo pero, para la mayoría de las naciones, los incentivos unilaterales para participar son escasos. Esto no sólo ocurre porque todos los países querrían beneficiarse gratuitamente y disfrutar de los beneficios sin tener que asumir los costos<sup>111</sup>. La mayoría de los países son lo bastante pequeños como para que, aunque uno de ellos decida retirarse de un acuerdo mundial, dicho acuerdo no se desmorone. Sin embargo, cuando este razonamiento se aplica a todos los países, socava la posibilidad de alcanzar siquiera un acuerdo<sup>112</sup>.

De hecho, en las simulaciones en las que se analizan diversas estructuras de coalición y transferencias internacionales de recursos para persuadir a los participantes reticentes de que no abandonen la coalición, se revela la dificultad de alcanzar un acuerdo estable (que se compadezca con el interés individual) para encarar recortes profundos y costosos en las emisiones mundiales. Es posible establecer coaliciones estables y eficaces para efectuar reducciones más moderadas y menos costosas, pero éstas no abordan adecuadamente las amenazas a la sostenibilidad que representa un cambio climático mayor<sup>113</sup>.

### **Aprovechar el momento: estímulos inmediatos y transformaciones de largo plazo**

En 2008, la economía mundial sufrió una crisis dramática, impulsada por las disrupciones

en los mercados financieros e inmobiliarios de los Estados Unidos, que posteriormente abarcó a numerosos países. El mundo no había experimentado una conmoción financiera y económica de tal magnitud desde la Gran Depresión. Los mercados crediticios se congelaron, los inversionistas huyeron en busca de seguridad, el valor de las monedas se reacomodó y los mercados bursátiles cayeron abruptamente. En el momento de mayor volatilidad financiera, el mercado accionario de los Estados Unidos perdió US\$1,3 billones en valor en una sola sesión<sup>114</sup>.

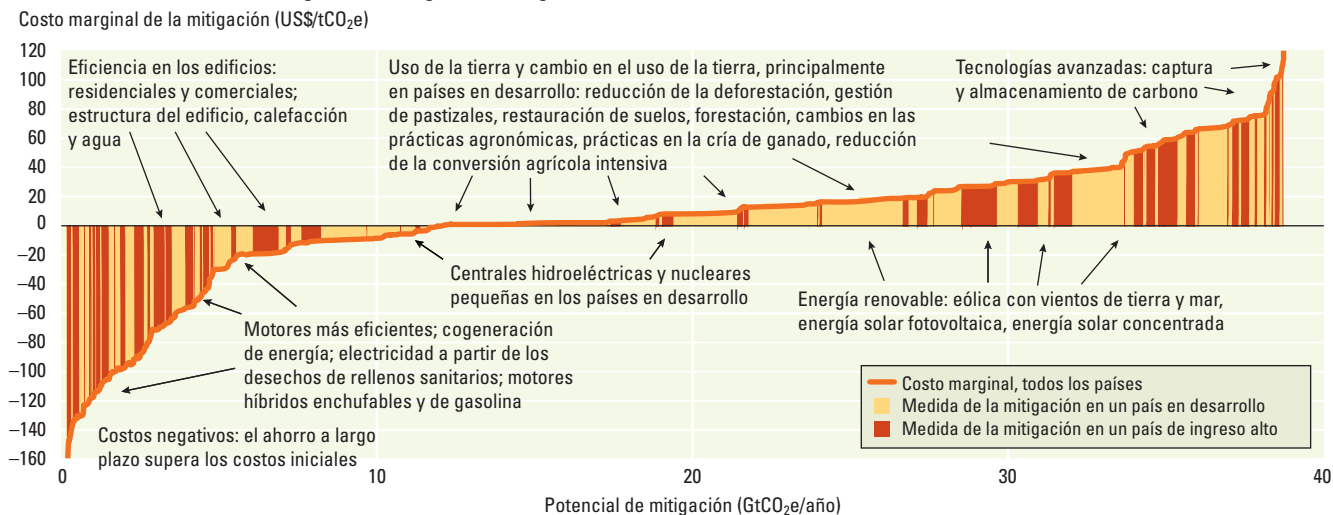
Las consecuencias actuales para la economía real y los indicadores de desarrollo de todo el mundo son enormes y siguen desplegándose. Según las proyecciones, la economía mundial se contraerá en 2009. El desempleo aumenta en todo el mundo. Tan sólo Estados Unidos perdió casi 5 millones de puestos de trabajo entre diciembre de 2007, cuando comenzó la recesión, y marzo de 2009<sup>115</sup>. Algunas estimaciones sugieren que, en los países en desarrollo, se perdieron 32 millones de puestos de trabajo<sup>116</sup>. Entre 53 millones y 90 millones de personas no lograrán salir de la pobreza en 2009 debido a las consecuencias de la crisis<sup>117</sup>. Es probable que la asistencia oficial para el desarrollo (cuyo monto ya era considerablemente inferior a los objetivos asumidos por varios países donantes) se reduzca a medida que empeoren las finanzas de los países desarrollados y éstos vuelquen su atención a prioridades internas.

Algunas regiones se están volviendo más vulnerables a las dificultades futuras como consecuencia de la crisis: las economías de África subsahariana crecieron con rapidez durante los primeros años del siglo XXI, pero el derrumbe de los precios de los productos básicos y de la actividad económica mundial pondrá a prueba esta tendencia. Los países y comunidades de todo el mundo que dependen de las remesas de los ciudadanos que emigraron y trabajan en países desarrollados se han visto seriamente afectados debido a la caída de esas transferencias financieras<sup>118</sup>. En México, las remesas se redujeron unos US\$920 millones en los seis meses previos a marzo de 2009, lo que representa una caída del 14%<sup>119</sup>.

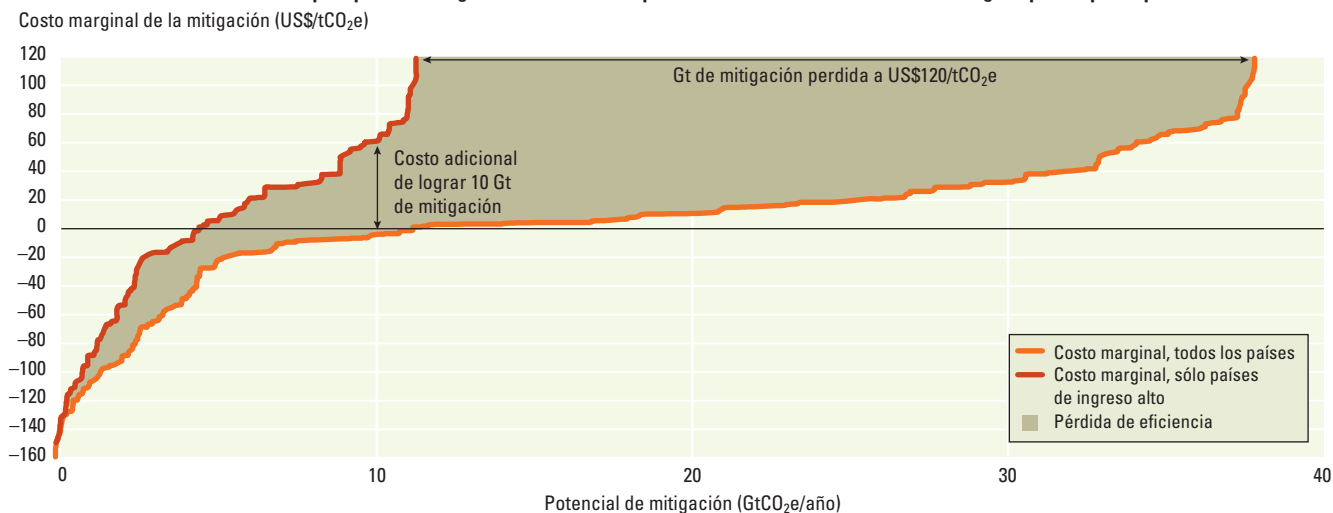
La crisis financiera constituye una carga adicional para las iniciativas en pos del desarrollo y, probablemente, un elemento que aparta la atención de la urgencia del cambio climático. La vulnerabilidad de individuos, comunidades y países ante la amenaza del clima se incrementará a medida que se desacelere el crecimiento económico, mermen los ingresos y se reduzca

**Gráfico 1.3 Evaluación de la pérdida de eficiencia generada por la participación parcial en un acuerdo sobre el clima**

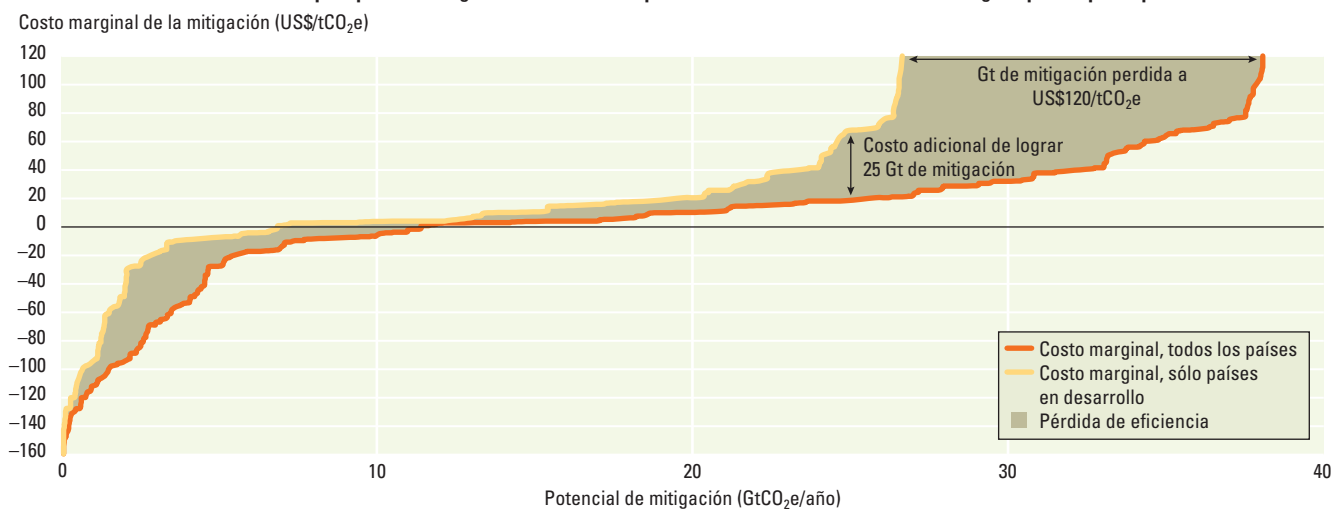
**a. Curva del costo marginal de la mitigación de los gases de efecto invernadero a nivel mundial más allá de la situación sin cambios en 2030**



**b. Pérdida de eficiencia por aplicar la mitigación únicamente en países desarrollados. Curva del costo marginal para la participación limitada**



**c. Pérdida de eficiencia por aplicar la mitigación únicamente en países en desarrollo. Curva del costo marginal para la participación limitada**



Fuente: McKinsey & Company, 2009 con desglose adicional de datos suministrado por el equipo a cargo del Informe sobre el desarrollo mundial 2010.

Nota: las barras de a) representan distintas medidas de mitigación: el ancho indica el monto de la reducción de emisiones que se lograría con cada medida, mientras que el alto representa el costo, por tonelada de emisiones evitadas, de la medida. Al unir la altura de las barras se crea una curva de costo marginal de mitigación. Los gráficos b) y c) muestran cómo sería la curva del costo marginal de mitigación si esta sólo se produjera en países de ingreso alto (b) o sólo en países en desarrollo (c), así como las consiguientes pérdidas de eficiencia asociadas con estas hipótesis. Dichas pérdidas de eficiencia podrían evitarse o minimizarse mediante mecanismos financieros que permitieran diferenciar al que paga del que mitiga y garantizaran la adopción de las medidas más eficaces de mitigación.

la asistencia. Si bien la desaceleración económica irá acompañada de una desaceleración temporal en las emisiones, las personas siguen siendo vulnerables al calentamiento que ya se está gestando. Y si no se realizan esfuerzos concertados para desacoplar las emisiones del crecimiento, éstas volverán a acelerarse cuando se asiente la recuperación económica.

Los gobiernos de muchos países desarrollados y en desarrollo responden a esta crisis ampliando el gasto público. El gasto propuesto en varios planes de reactivación nacionales y regionales suma entre US\$2,4 billones y US\$2,8 billones<sup>120</sup>. Los gobiernos esperan que este incremento en el gasto proteja o genere empleos a través del aumento de la demanda efectiva, una de las principales prioridades para poner freno a la crisis. El Banco Mundial ha propuesto que se destine el 0,7% de los paquetes de estímulo de los países de ingreso alto a un “fondo contra la vulnerabilidad”, con el objetivo de minimizar los costos sociales de la crisis económica en los países en desarrollo<sup>121</sup>.

### *Las razones para un estímulo ecológico*

A pesar del caos económico, las razones para emprender una acción urgente contra el cambio climático persisten. Y se vuelven más apremiantes en vista del incremento en la pobreza y la vulnerabilidad que se registra en todo el mundo. En consecuencia, los recientes debates públicos se han centrado en la posibilidad de utilizar los paquetes de estímulo fiscal para impulsar una economía más ecológica, que combata el cambio climático a la vez que restaura el crecimiento.

¿Cómo se puede abordar al mismo tiempo la crisis económica y el cambio climático mediante los paquetes de estímulo fiscal? Para resolver el problema del cambio climático se requiere la intervención de los gobiernos: uno de los principales motivos de esto es que el cambio climático se genera por externalidades negativas de gran envergadura. Una crisis tan extraordinaria en los mercados financieros y la economía real exige gasto público.

Las inversiones en política climática pueden constituir un modo eficiente de lidiar con la crisis económica en el corto plazo. Las tecnologías con bajas emisiones de carbono podrían generar un aumento neto en el empleo, puesto que pueden requerir un uso más intensivo de mano de obra que los sectores que generan elevadas emisiones de carbono<sup>122</sup>. Algunas estimaciones sugieren que con un gasto gubernamental de US\$1.000 millones en proyectos ecológicos en Estados

Unidos se pueden generar 30.000 empleos en un año, esto es, 7.000 más que los generados por la infraestructura tradicional<sup>123</sup>. Otras estimaciones indican que un gasto de US\$100.000 millones generaría casi 2 millones de puestos de trabajo, la mitad de ellos en forma directa<sup>124</sup>. Sin embargo, y tal como ocurre con cualquier estímulo inmediato, este incremento del empleo podría no sostenerse a largo plazo<sup>125</sup>.

### *El gasto ecológico en el mundo*

Varios gobiernos han incluido una parte de inversiones “ecológicas” en sus propuestas de reactivación, como tecnologías con baja emisión de carbono, eficiencia energética, investigación y desarrollo, y manejo de agua y desechos (gráfico 1.4). La República de Corea destinará el 80,5% de su plan fiscal a proyectos ecológicos. En Estados Unidos, se han asignado entre US\$100.000 millones y US\$130.000 millones del paquete de estímulo a inversiones vinculadas con el cambio climático. En total, en todo el mundo se desembolsarán unos US\$436.000 millones para inversiones ecológicas como parte de los estímulos fiscales, de los cuales se espera utilizar la mitad durante 2009<sup>126</sup>.

La eficiencia de estas inversiones dependerá de la rapidez con que puedan ejecutarse, la precisión con que se destinen a crear empleos y hacer uso de recursos subutilizados y el grado en que logren desplazar a las economías hacia una infraestructura de larga duración y bajas emisiones de carbono, una reducción en las emisiones y una mayor capacidad de adaptación<sup>127</sup>. Las inversiones en eficiencia energética de edificios públicos, por ejemplo, resultan atractivas porque, por lo general, se pueden poner en práctica inmediatamente, requieren mano de obra intensiva y generan ahorros en el largo plazo para el sector público<sup>128</sup>. Se pueden encontrar ventajas similares al ayudar a financiar otras medidas de eficiencia energética que reducen el costo social de la energía en edificios públicos, así como instalaciones de agua y saneamiento y un mejor flujo de tránsito.

Las carteras de proyectos e inversiones de cada país varían considerablemente, según las condiciones específicas de la economía y las necesidades en lo que respecta a la creación de empleo. La mayor parte de los paquetes de estímulo de América Latina, por ejemplo, se destinará a obras públicas (incluidas autopistas) de poco potencial de mitigación<sup>129</sup>. En la República de Corea, donde se espera generar

960.000 empleos en los próximos cuatro años, gran parte de las inversiones (entre US\$13.300 millones y US\$36.000 millones) se asignará a tres proyectos: recuperación de ríos, ampliación del transporte terrestre masivo y las vías férreas, y conservación de la energía en aldeas y escuelas, programas con los que se prevé crear 500.000 puestos de trabajo<sup>130</sup>. China asignará US\$85.000 millones al transporte ferroviario como una alternativa de bajos niveles de emisión de carbono frente al transporte automotor y aéreo que también puede contribuir a aliviar los cuellos de botella en el transporte. Se destinarán otros US\$70.000 millones para establecer una nueva red eléctrica que mejorará la eficiencia y disponibilidad del suministro<sup>131</sup>. En Estados Unidos, dos proyectos de bajo costo (uno de US\$6.700 millones para renovar los edificios del gobierno federal y otro de US\$6.200 millones para acondicionar viviendas contra las inclemencias del tiempo) generarán, según las estimaciones, 325.000 puestos de trabajo por año<sup>132</sup>.

En la mayor parte de los países en desarrollo, los proyectos incluidos en los paquetes de estímulo no tienen un fuerte componente de reducción de emisiones, pero podrían incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático y generar empleo. Se estima, por ejemplo, que la mejora de las redes de agua y saneamiento de Colombia creará 100.000 empleos directos por cada US\$1.000 millones invertidos y reducirá a la vez el riesgo de enfermedades que se propagan a través del agua<sup>133</sup>. Tanto los países en desarrollo como los desarrollados deberían estudiar la posibilidad de aplicar medidas de adaptación, como la recuperación de humedales y lechos de cursos de agua, que pueden requerir un volumen particularmente grande de mano de obra y, por ende, reducir tanto la vulnerabilidad física como financiera de determinados grupos. El desafío sería garantizar que

las medidas de adaptación se sostengan una vez concluido el programa de gastos.

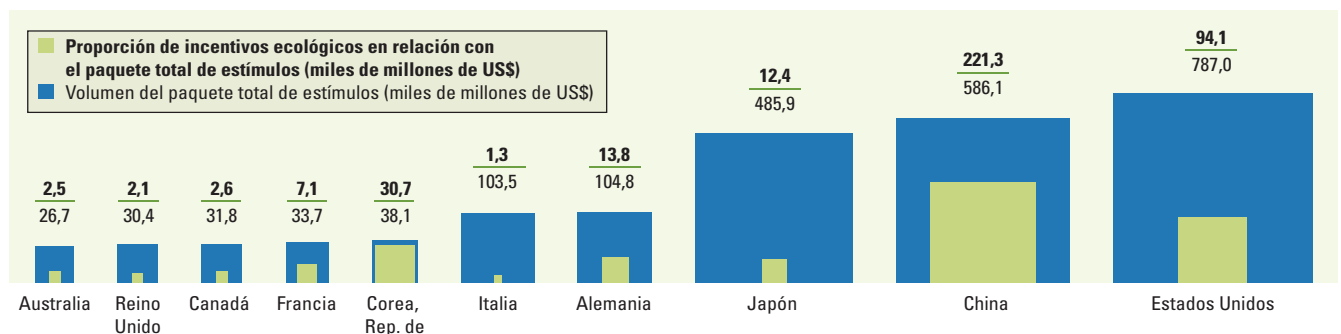
Estas cifras preliminares probablemente se modifiquen a medida que se desarrolle la crisis. No hay garantía de que los elementos ecológicos de los paquetes de estímulo fiscal lograrán generar empleos ni cambiar la composición de carbono de la economía. E incluso en la hipótesis más favorable, las intervenciones fiscales no serán suficientes para eliminar el riesgo de consolidar un nivel elevado de carbono ni la vulnerabilidad climática. Pero la oportunidad para poner en marcha inversiones ecológicas y sentar las bases para una economía con bajos niveles de emisión de carbono es real y debe aprovecharse.

### *Transformaciones fundamentales en el mediano y largo plazo*

Para evitar los problemas de largo plazo que plantea el cambio climático, no bastará con incorporar en los paquetes de expansión fiscal destinados a combatir la crisis financiera componentes sólidos de inversión en proyectos de bajos niveles de emisión de carbono y alto grado de capacidad de adaptación. Es necesario realizar transformaciones fundamentales en protección social, financiamiento del carbono, investigación y desarrollo, mercados energéticos y manejo de la tierra y el agua.

En el mediano y largo plazo, el desafío consiste en encontrar nuevos caminos para alcanzar la meta doble de sostener el desarrollo y limitar el cambio climático. El logro de un acuerdo mundial equitativo y justo sería un paso importante para evitar que las hipótesis más pesimistas se hagan realidad. Pero para esto es necesario transformar los estilos de vida de los países ricos (y de las personas ricas de todo el mundo), que conllevan gran intensidad de carbono, así como las trayectorias de crecimiento con elevados niveles de

**Gráfico 1.4 Se incrementa el gasto mundial en estímulos ecológicos**



Fuente: Robins, Clover y Singh, 2009.

carbono de las naciones en desarrollo. Esto, a su vez, requiere de cambios socioeconómicos complementarios.

Modificar las normas sociales de modo que se recompensen los estilos de vida con bajos niveles de emisión podría constituir un potente elemento para lograr el éxito (véase el capítulo 8). No obstante, los cambios en las conductas deben ir acompañados de reformas institucionales, financiamiento adicional e innovación tecnológica si se pretende prevenir incrementos de temperatura irreversibles y catastróficos. En cualquier caso y en cualquier hipótesis, una política pública sólida puede contribuir a que las economías absorban las conmociones generadas por los impactos climáticos inevitables, minimicen las pérdidas sociales netas y protejan el bienestar de los que saldrían más perjudicados.

La respuesta al cambio climático podría generar el impulso para mejorar el proceso del desarrollo y alentar reformas que propicien el bienestar y que de todos modos son necesarias. Por ejemplo, los esfuerzos conjuntos por aumentar la eficiencia energética y fomentar el desarrollo podrían encontrar su expresión normativa (y física) en ciudades más ecológicas y resistentes al cambio climático. Las mejoras en el diseño urbano dirigidas a fomentar la eficiencia energética (mediante, por ejemplo, más transporte público y un cargo por congestión) pueden incrementar la seguridad física y la calidad de vida. Gran parte de esto depende del grado en que se puedan mejorar o reemplazar las políticas y los mecanismos institucionales inadecuados gracias a la ampliación del margen político para efectuar cambios (consecuencia de la amenaza del calentamiento de la Tierra) y al incremento de la asistencia técnica y financiera internacional.

Los ciudadanos particulares desempeñarán un papel importante en el debate público y la puesta en práctica de las soluciones. Las encuestas de opinión muestran que la gente de todo el mundo está preocupada por el cambio climático, aun en el contexto de la reciente conmoción financiera<sup>134</sup> (si bien los indicios sobre las tendencias recientes en los Estados Unidos son dispares)<sup>135</sup>. La mayoría de los gobiernos reconoce asimismo, al menos en el discurso, la magnitud del peligro. También la comunidad internacional ha reconocido el problema, como se refleja en el Premio Nobel de la Paz de 2007, otorgado a la evaluación científica y la difusión pública del cambio climático.

Para quienes deben tomar las decisiones, el desafío consiste en cerciorarse de que esta

cientización genera el impulso para reformar instituciones y conductas y satisface las necesidades de los más vulnerables<sup>136</sup>. Las crisis financieras de la década de 1990 promovieron la reforma de las redes de protección social de América Latina y dieron origen a los programas Progres- Oportunidades de México y Bolsa Escola-Bolsa Família de Brasil, que se cuentan entre las mejores innovaciones en política social introducidas en décadas<sup>137</sup>.

La crisis actual ha erosionado la fe en los mercados no regulados. Como consecuencia, se espera mejor regulación, más intervención y mayor responsabilidad de los gobiernos. Para encarar el cambio climático, se necesitan normas adicionales que reflejen un planteamiento inteligente con respecto al clima a fin de promover enfoques innovadores sobre la mitigación y la adaptación. Estas políticas generan un punto de entrada para intervenciones gubernamentales de la magnitud y el alcance necesarios para corregir el cambio climático, la falla de mercado más grande en la historia de la humanidad.

## Notas

1. Weiss y Bradley, 2001.
2. Ristvet y Weiss, 2000.
3. Weiss, 2000.
4. Harrington y Walton, 2008; Institute of Water Modelling (IWM) y Center for Environmental and Geographical Information Services (CEGIS), 2007.
5. Schmidhuber y Tubiello, 2007.
6. Bates y otros, 2008.
7. Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD), 1987.
8. Chen y Ravallion, 2008.
9. Banco Mundial, 2009a.
10. Naciones Unidas, 2008.
11. Chen y Ravallion, 2008.
12. Agencia Internacional de la Energía (AIE), 2007.
13. Naciones Unidas, 2008.
14. Naciones Unidas, 2008.
15. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2008.
16. Alianza Internacional de Universidades de Investigación (IARU), 2009.
17. Smith y otros, 2009.
18. Patriquin y otros, 2007; Patriquin, Wellstead y White, 2007; Pacific Institute for Climate Solutions, 2008.
19. Nótese que esta relación se mantiene aun cuando se tiene en cuenta el hecho de que los países pobres tienden a ser más cálidos en promedio. Dell, Jones y Olken, 2008.
20. Dell, Jones y Olken, 2008.
21. Brown y otros, 2009.
22. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2007b.
23. Cruz y otros, 2007.



24. Easterling y otros, 2007.
25. Auffhammer, Ramanathan y Vincent, 2006.
26. Guiteras, 2007.
27. Ligon y Sadoulet, 2007.
28. Campbell-Lendrum, Corvalan y Pruss-Ustun, 2003.
29. Entre las numerosas y diversas regiones y países afectados se encuentran Colombia (Vergara, 2009), el Cáucaso (Rabie y otros, 2008), Etiopía (Confalonieri y otros, 2007) y las islas del Pacífico sur (Potter, 2008).
30. Molesworth y otros, 2003.
31. Confalonieri y otros, 2007.
32. Confalonieri y otros, 2007; Morris y otros, 2002.
33. Carter y otros, 2007.
34. Banco Mundial, 2001.
35. Azariadis y Stachurski, 2005.
36. Lokshin y Ravallion 2000; Jalan y Ravallion, 2004; Dercon, 2004.
37. Dercon, 2004.
38. Mueller y Osgood, 2007.
39. Azariadis y Stachurski, 2005.
40. Rosenzweig y Binswanger, 1993.
41. Jensen, 2000.
42. Alderman, Hoddinott y Kinsey, 2006.
43. Las cifras incluyen todos los gases de efecto invernadero pero no las emisiones derivadas del cambio en el uso de la tierra. Si se agregan las estimaciones sobre dichas emisiones, la proporción de los países en desarrollo en el total de emisiones mundiales se acerca al 60%.
44. Instituto de Recursos Mundiales (IRM), 2008.
45. Chomitz y Meisner, 2008.
46. Estimaciones de los autores, sobre la base de datos provistos por la herramienta de Indicadores de análisis climático (CAIT) (IRM, 2008). Las emisiones per cápita de gases de efecto invernadero (excluido el cambio en el uso de la tierra) en los países de ingreso alto varían de 4,5 a 55,5 toneladas de CO<sub>2</sub>e (de 7 a 27 CO<sub>2</sub>e, si se excluyen los pequeños Estados insulares y los productores de petróleo). Las emisiones por cada US\$1.000 de producto a tasas de mercado cambiario oscilan entre 0,15 y 1,72 toneladas en los países de ingreso alto. Si se mide el producto a paridad del poder adquisitivo, el rango va de 0,20 a 1,04 toneladas.
47. Marcotullio y Schulz, 2007.
48. Rosenberg, 1971.
49. IPCC, 2007a.
50. Lipovsky, 1995.
51. "Annual Brazilian Ethanol Exports" (Exportaciones anuales de etanol de Brasil) y "Brazilian Ethanol Production" (Producción de etanol en Brasil) <http://english.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/> (consultado en diciembre de 2008).
52. Ummel y Wheeler, 2008.
53. Hill y otros, 2009.
54. Mitchell, 2008.
55. Ivanic y Martin, 2008.
56. Ng y Aksoy, 2008; Banco Mundial, 2008.
57. Cramton y Kerr, 1999.
58. Ekens y Dresner, 2004.
59. Brenner, Riddle y Boyce, 2007.
60. Benítez y otros, 2008.
61. Estache, 2009.
62. Andriamihaja y Vecchi, 2007.
63. Komives y otros, 2005.
64. Johnson y otros, 2008.
65. Pindyck, 2007; Weitzman, 2009a; Hallegatte, Dumas y Hourcade, 2009.
66. Yohe, 1999; Toth y Mwandosya, 2001.
67. Lempert y Schlesinger, 2000.
68. Nordhaus, 2008a. Para consultar un análisis de los modelos y sus resultados, véanse, por ejemplo, Heal, 2008; Fisher y otros, 2007; Tol, 2005, y Hourcade y Ambrosi, 2007.
69. La estimación del 5% es en gran parte impulsada por la tasa de descuento, pero el margen entre el 5 y el 20% se basa en la inclusión de efectos ajenos al mercado (salud y medio ambiente), posiblemente una mayor sensibilidad al clima respecto de los gases de efecto invernadero y el uso de la ponderación por criterios de equidad. Stern, 2007; Dasgupta, 2007; Dasgupta, 2008.
70. Para un análisis de este tema, véase Dasgupta, 2007; Dasgupta, 2008, y recuadro 1.4.
71. Dasgupta, 2008.
72. Heal, 2008; Sterner y Persson, 2008.
73. Guesnerie, 2004; Heal, 2005; Hourcade y Ambrosi, 2007.
74. Sterner y Persson, 2008.
75. Hourcade y otros (2001) analizan la sensibilidad de siete modelos distintos de evaluación integrada respecto de la forma de la función de daño y encuentran que las trayectorias de concentración óptimas pueden conllevar un alejamiento significativo de las actuales tendencias de las emisiones si se producen daños significativos con un calentamiento de 3°C o una concentración de CO<sub>2</sub> de 500 partes por millón. En términos más generales, señalan que se puede justificar una acción temprana si se asigna una probabilidad distinta de cero al hecho de que los daños se incrementen a gran velocidad con el calentamiento, de modo que los daños aumenten con mayor rapidez que el ritmo en que el descuento reduce su peso.
76. Sólomon y otros, 2009.
77. Mignone y otros, 2008.
78. Folger, 2006; Auld y otros, 2007.
79. En el recuadro 4.6 del capítulo 4 se describe la tecnología de la captura y el almacenamiento de carbono.
80. Shalizi y Lecocq, 2009.
81. Para un análisis general del tema, véase Arthur, 1994; para una aplicación más específica del incremento de la rentabilidad y la necesidad de invertir en innovación en el área de la eficiencia energética, véase Mulder, 2005.
82. Weitzman, 2007; Weitzman, 2009a; Weitzman, 2009b; Nordhaus, 2009.
83. Gjerde, Grepperud y Kverndokk, 1999; Kousky y otros 2009.
84. Hallegatte, Dumas y Hourcade, 2009.
85. Para consultar análisis recientes, véanse Pindyck (2007) y Quiggin (2008).
86. O'Neill y otros, 2006.
87. En su modelo, Sterner y Persson (2008) incluyen los bienes ambientales en la función de utilidad.
88. Portney y Weyant, 1999.

89. Fisher y otros, 2007; Hourcade y Ambrosi, 2007; Tol, 2005.
90. Diamond, 2005.
91. Komives y otros, 2005; Diamond, 2005.
92. Diamond, 2005.
93. Hof, den Elzen y van Vuuren, 2008.
94. Bruckner y otros, 1999.
95. Yohe, 1999.
96. Toth y Mwandosya, 2001.
97. Lempert y Schlesinger, 2000.
98. Savage, 1951; Savage, 1954.
99. Klaus, Yohe y Schlesinger, 2008.
100. IPCC, 2007a.
101. Véanse en el gráfico 3 del “Panorama general” las emisiones acumuladas en relación con la proporción de población.
102. Según la Agencia Internacional de la Energía, los países que no forman parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) alcanzaron el mismo nivel de emisiones anuales vinculadas con la energía que los países de la OCDE en 2004 (aproximadamente 13 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> al año). La base de datos referidos a indicadores de emisiones de la herramienta de Indicadores de análisis climático (CAIT) del Instituto de Recursos Mundiales sugiere la misma conclusión utilizando la definición del Banco Mundial de países desarrollados y en desarrollo (IRM, 2008).
103. Wheeler y Ummel, 2007.
104. En el capítulo 5, recuadro 5.1, se describe en detalle el Plan de Acción de Bali.
105. Para 2030, se ha estimado en 65 a 70% de la reducción de emisiones, o 45 a 70% del costo de inversión. Durante el transcurso del siglo (si se utiliza el valor neto actualizado hasta 2100), la proporción estimada de inversiones que debería hacerse en países en desarrollo es de 65 a 70%. Véase la nota 71 del “Panorama general” para consultar las fuentes.
106. Edmonds y otros, 2008.
107. Nordhaus, 2008b.
108. Véase, por ejemplo, Edmonds y otros, 2008.
109. Véase la nota 108 y el capítulo 5, recuadro 5.1.
110. Hamilton, 2009.
111. Barrett, 2006; Barrett, 2007.
112. Barrett y Stavins, 2003.
113. Carraro, Eykmans y Finus, 2009; comunicación personal con Carlo Carraro, 2009.
114. Brinsley y Christie, 2009.
115. Oficina de Estadísticas Laborales, 2009.
116. Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2009.
117. Banco Mundial, 2009a.
118. Ratha, Mohapatra y Xu, 2008
119. Banco de México, <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&Cuadro=CE99&locales=es> (consultado el 15 de mayo de 2009).
120. Robins, Clover y Singh, 2009.
121. Robert B. Zoellick, “A Stimulus Package for the World” (*New York Times*, 22 de enero de 2009).
122. Fankhauser, Sehlleier y Stern, 2008.
123. Houser, Mohan y Heilmayr, 2009.
124. Pollin y otros, 2008.
125. Fankhauser, Sehlleier y Stern, 2008.
126. Robins, Clover y Singh, 2009.
127. Bowen y otros, 2009.
128. Bowen y otros, 2009; Houser, Mohan y Heilmayr, 2009.
129. Schwartz, Andres y Dragoiu, 2009.
130. Barbier, 2009.
131. Barbier, 2009.
132. Cálculos de los autores, sobre la base de Houser, Mohan y Heilmayr, 2009.
133. Schwartz, Andres y Dragoiu, 2009.
134. Accenture, 2009.
135. Centro de Investigación Pew para las Personas y la Prensa, 2009.
136. Ravallion, 2008.
137. Estos programas fueron pioneros en el uso de transferencias basadas en incentivos destinadas a hogares pobres, que tienen como objetivo complementar los ingresos y a la vez alentar directamente conductas de lucha contra la pobreza. A diferencia del apoyo tradicional de los ingresos, en estos programas se brinda efectivo a los hogares pobres con la condición de que participen en iniciativas de nutrición y salud (vacunación, cuidado prenatal) o de que envíen a sus hijos a la escuela. Fiszbein y Schady, 2009.

## Referencias

- ACASIAN (Australian Consortium for the Asian Spatial Information and Analysis Network). 2004. “China Rail Transport Network database”. Griffith University, Brisbane.
- Accenture. 2009. *Shifting the Balance from Intention to Action: Low Carbon, High Opportunity, High Performance*. Nueva York: Accenture.
- Adams, H. D., M. Guardiola-Claramonte, G. A. Barron-Gafford, J. C. Villegas, D. D. Breshears, C. B. Zou, P. A. Troch y T. E. Huxman. 2009. “Temperature Sensitivity of Drought-Induced Tree Mortality Portends Increased Regional Die-Off under Global-Change-Type Drought”. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (17): 7063-66.
- Aguilar, L. 2006. “Climate Change and Disaster Mitigation: Gender Makes a Difference”. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Gland, Suiza.
- AIE (Agencia Internacional de la Energía). 2007. *World Energy Outlook 2007*. París: AIE.
- . 2008. *World Energy Outlook 2008*. París: AIE.
- Alderman, H., J. Hoddinott y B. Kinsey. 2006. “Long-Term Consequences of Early Childhood Malnutrition”. *Oxford Economic Papers* 58 (3): 450-74.
- Andriamihaja, N. y G. Vecchi. 2007. “An Evaluation of the Welfare Impact of Higher Energy Prices in Madagascar”. Documento de trabajo 106, Banco Mundial, región de África, Washington, DC.
- Armstrong, R., B. Raup, S. J. S. Khalsa, R. Barry, J. Kargel, C. Helm y H. Kiefer. 2005. “GLIMS Glacier Database”. National Snow and Ice Data Center, Boulder, CO.
- Arthur, W. B. 1994. *Increasing Returns and Path-Dependence in the Economy*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Assunção, J. J. y F. Chein. 2008. “Climate Change, Agricultural Productivity and Poverty”. Docu-

- mento de antecedentes para De la Torre y otros, 2008, *Low Carbon, High Growth: Latin America Responses to Climate Change*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Aufhammer, M., V. Ramanathan y J. R. Vincent. 2006. "Integrated Model Shows that Atmospheric Brown Clouds and Greenhouse Gases Have Reduced Rice Harvests in India". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103 (52): 19668-72.
- Auld, G, S. Bernstein, B. Cashore y K. Levin. 2007. "Playing It Forward: Path Dependency, Progressive Incrementalism, and the 'Super Wicked' Problem of Global Climate Change". Documento presentado ante la Convención Anual de la Asociación de Estudios Internacionales, 28 de febrero, Chicago.
- Azariadis, C. y J. Stachurski. 2005. "Poverty Traps". En *Handbook of Economic Growth, vol. 1*, ed. P. Aghion y S. Durlauf. Amsterdam: Elsevier.
- Banco Mundial. 2001. "Hurricane Mitch: The Gender Effects of Coping and Crises". Notas de la Vicepresidencia de Economía del Desarrollo y la Red sobre Reducción de la Pobreza y Gestión Económica 56, Washington, DC.
- . 2008. "Double Jeopardy: Responding to High Food and Fuel Prices". Documento de trabajo 44951, Washington, DC.
- . 2009a. *Global Monitoring Report 2009: A Development Emergency*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2009b. "World Bank Statement to the Tenth Session of the United Nations Human Rights Council". Ginebra.
- . 2009c. *World Development Indicators 2009*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Barbier, E. B. 2009. *A Global Green New Deal*. Nairobi: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Barrett, S. 2006. "The Problem of Averting Global Catastrophe". *Chicago Journal of International Law* 6 (2): 1-26.
- . 2007. *Why Cooperate? The Incentive to Supply Global Public Goods*. Oxford, RU: Oxford University Press.
- Barrett, S. y R. Stavins. 2003. "Increasing Participation and Compliance in International Climate Change Agreements". *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 3 (4): 349-76.
- Bates, B., Z. W. Kundzewicz, S. Wu y J. Palutikof. 2008. "Climate Change and Water". Documento técnico, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Ginebra.
- Benítez, D., R. Fuentes Nieva, T. Serebrisky y Q. Wodon. 2008. "Assessing the Impact of Climate Change Policies in Infrastructure Service Delivery: A Note on Affordability and Access". Nota de antecedentes para el IDM 2010.
- Bowen, A., S. Fankhauser, N. Stern y D. Zenghelis. 2009. *An Outline of the Case for a "Green" Stimulus*. Londres: Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment y Centre for Climate Change Economics and Policy.
- Brenner, M. D., M. Riddle y J. K. Boyce. 2007. "A Chinese Sky Trust? Distributional Impacts of Carbon Charges and Revenue Recycling in China". *Energy Policy* 35 (3): 1771-84.
- Brinsley, J. y R. Christie. 2009. "Paulson to Work Quickly with Congress to Revive Plan (Update 1)". Bloomberg, 29 de septiembre.
- Brown, C., R. Meeks, Y. Ghile y K. Hunu. 2009. "An Empirical Analysis of the Effects of Climate Variables on National Level Economic Growth". Documento de antecedentes para el IDM 2010.
- Bruckner, T., G. Petschel-Held, F. L. Toth, H.-M. Füssel, C. Helm, M. Leimbach y H.-J. Schellhuber. 1999. "Climate Change Decision Support and the Tolerable Windows Approach". *Environmental Modeling and Assessment* 4: 217-34.
- Campbell-Lendrum, D. H., C. F. Corvalán y A. Pruss-Ustun. 2003. "How Much Disease Could Climate Change Cause?". En *Climate Change and Human Health: Risks and Responses*, ed. A. J. McMichael, D. H. Campbell-Lendrum, C. F. Corvalan, K. L. Ebi, A. Githeko, J. D. Scheraga y A. Woodward. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Caney, S. 2009. "Ethics and Climate Change". Documento de antecedentes para el IDM 2010.
- Carraro, C., J. Eykmans y M. Finus. 2009. "Optimal Transfers and Participation Decisions in International Environmental Agreements". *Review of International Organizations* 1 (4): 379-96.
- Carter, M. R., P. D. Little, T. Mogue y W. Negatu. 2007. "Poverty Traps and Natural Disasters in Ethiopia and Honduras". *World Development* 35 (5): 835-56.
- Chan, K. W. 2008. "Internal Labor Migration in China: Trends, Geographical Distribution and

"Cuida tu tierra,  
vela por sus criaturas.  
No dejes a tus hijos  
un planeta que está muerto".

—Lakshmi Shree, India, 12 años



- Policies". Documento presentado ante Proceedings of United Nations Expert Group Meeting on Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development, Nueva York.
- 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 investigación de políticas 4703, Banco Mundial, Washington, DC.
- Chomitz, K. y C. Meisner. 2008. "A Simple Benchmark for CO<sub>2</sub> Intensity of Economies". Washington, DC: Nota de antecedentes para el Grupo de Evaluación Interna del Banco Mundial sobre Cambio Climático y el Grupo del Banco Mundial.
- CMMAD (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo). 1987. *Our Common Future*. Oxford, RU: CMMAD.
- Confalonieri, U., B. Menne, R. Akhtar, K. L. Ebi, M. Hauengue, R. S. Kovats, B. Revich y A. Woodward. 2007. "Human Health". 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*, ed. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Cramton, P. y S. Kerr. 1999. "The Distributional Effect of Carbon Regulation: Why Auctioned Carbon Permits Are Attractive and Feasible". En *The Market and the Environment*, ed. T. Sterner. Northampton, RU: Edward Elgar Publishing.
- Cruz, R. V., H. Harasawa, M. Lal, S. Wu, Y. Anokhin, B. Punsalmaa, Y. Honda, M. Jafari, C. Li y N. Huu Ninh. 2007. "Asia". 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*, ed. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Dasgupta, P. 2007. "Comments on the Stern Review's Economics of Climate Change". *National Institute Economic Review* 199: 4-7.
- . 2008. "Discounting Climate Change". *Journal of Risk and Uncertainty* 37 (2): 141-69.
- Dell, M., B. F. Jones y B. A. Olken. 2008. "Climate Change and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century". Documento de trabajo 14132, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- . 2009. "Temperature and Income: Reconciling New Cross-Sectional and Panel Estimates". *American Economic Review* 99 (2): 198-204.
- Dercon, S. 2004. "Growth and Shocks: Evidence from Rural Ethiopia". *Journal of Development Economics* 74 (2): 309-29.
- Diamond, J. 2005. *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. Nueva York: Viking.
- 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*, ed. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Edmonds, J., L. Clarke, J. Lurz y M. Wise. 2008. "Stabilizing CO<sub>2</sub> Concentrations with Incomplete International Cooperation". *Climate Policy* 8 (4): 355-76.
- Ekins, P. y S. Dresner. 2004. *Green Taxes and Charges: Reducing their Impact on Low-income Households*. York, RU: Joseph Rowntree Foundation.
- ESRI (Instituto de Investigación sobre los Sistemas Medioambientales). 2002. "ESRI Data and Maps". Redlands, CA.
- Estache, A. 2009. "How Should the Nexus between Economic and Environmental Regulation Work for Infrastructure Services?". Nota de antecedentes para el IDM 2010.
- Fankhauser, S., F. Sehlleier y N. Stern. 2008. "Climate Change, Innovation and Jobs". *Climate Policy* 8: 421-29.
- Fisher, B. S., N. Nakićenović, 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*, ed. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave y L. A. Meyer. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Fiszbein, A. y N. Schady. 2009. *Conditional Cash Transfers: Reducing Present and Future Poverty*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Folger, T. 2006. "Can Coal Come Clean? How to Survive the Return of the World's Dirtiest Fossil Fuel". Diciembre. *Discover Magazine*.
- Gjerde, J., S. Grepperud y S. Kverndokk. 1999. "Optimal Climate Policy under the Possibility of a Catastrophe". *Resource and Energy Economics* 21 (3-4): 289-317.
- Guesnerie, R. 2004. "Calcul économique et développement durable". *La revue économique* 55 (3): 363-82.
- Guiteras, R. 2007. "The Impact of Climate Change on Indian Agriculture". Documento de trabajo del Departamento de Economía, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Hallegatte, S. 2008. "An Adaptive Regional Input-Output Model and its Application to the Assessment of the Economic Cost of Katrina". *Risk Analysis* 28 (3): 779-99.
- Hallegatte, S., P. Dumas y J.-C. Hourcade. 2009. "A Note on the Economic Cost of Climate Change and the Rationale to Limit it to 2°K". Documento de antecedentes para el IDM 2010.
- Hamilton, K. 2009. "Delayed Participation in a Global Climate Agreement". Nota de antecedentes para el IDM 2010.

- Harrington, J. y T. L. Walton. 2008. "Climate Change in Coastal Areas in Florida: Sea Level Rise Estimation and Economic Analysis to Year 2080". Universidad Estatal de Florida, Tallahassee, FL.
- Heal, G. 2005. "Intertemporal Welfare Economics and the Environment". En *Hand book of Environmental Economics*, Vol. 3, ed. K. G. Maler y J. R. Vincent. Amsterdam: Elsevier.
- . 2008. "Climate Economics: A Meta-Review and Some Suggestions". Documento de trabajo 13927, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Hill, J., S. Polasky, E. Nelson, D. Tilman, H. Huo, L. Ludwig, J. Neumann, H. Zhengy D. Bonta. 2009. "Climate Change and Health Costs of Air Emissions from Biofuels and Gasoline". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (6): 2077-82.
- 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.
- Houghton, R. A. 2009. "Emissions of Carbon from Land Management". Nota de antecedentes para el *IDM 2010*.
- Hourcade, J.-C. y P. Ambrosi. 2007. "Quelques Leçons d'un Essai à Risque, l'évaluation des Dommages Climatiques par Sir Nicholas Stern". *Revue d'économie politique* 117 (4): 33-46.
- Hourcade, J.-C., M. Ha-Duong, A. Grübler y R. S. J. Tol. 2001. "INASUD Project Findings on Integrated Assessment of Climate Policies". *Integrated Assessment* 2 (1): 31-35.
- Houser, T., S. Mohan y R. Heilmayr. 2009. "A Green Global Recovery? Assessing U.S. Economic Stimulus and the Prospects for International Coordination". Policy Brief PB09-03, Instituto de Recursos Mundiales, Washington, DC. Huang, Y. y A. Magno, eds. 2009. *Reshaping Economic Geography in East Asia*. Washington, DC: Banco Mundial.
- IARU (Alianza Internacional de Universidades de Investigación). 2009. "Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions". IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Copenhagen.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 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*, ed. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden e Y. C. E. Hanson. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- IRM (Instituto de Recursos Mundiales). 2008. "The Climate Analysis Indicators Tool (CAIT)". Washington, DC.
- Ivanic, M. y W. Martin. 2008. "Implications of Higher Global Food Prices for Poverty in Low-Income Countries". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4594, Banco Mundial, Washington, DC.
- IWM (Institute of Water Modelling) y CEGIS (Center for Environmental and Geographical Information Services). 2007. *Investigating the Impact of Relative Sea-Level Rise on Coastal Communities and Their Livelihoods in Bangladesh*. Dhaka: IWM, CEGIS.
- Jalan, J. y M. Ravallion. 2004. "Household Income Dynamics in Rural China". En *Insurance against Poverty*, ed. S. Dercon. Oxford, RU: Oxford University Press.
- Jensen, R. 2000. "Agricultural Volatility and Investments in Children". *American Economic Review* 90 (2): 399-404.
- Johnson, T., F. Liu, C. Alatorre y Z. Romo. 2008. "Mexico Low-Carbon Study –México: Estudio para la disminución de emisiones de carbono (MEDEC)". Banco Mundial, Washington, DC.
- Klaus, K., G. Yohe y M. Schlesinger. 2008. "Managing the Risks of Climate Thresholds: Uncertainties and Information Needs". *Climatic Change* 91: 5-10.
- Komives, K., V. Foster, J. Halpern, Q. Wodon y R. Abdullah. 2005. *Water, Electricity and the Poor: Who Benefits from Utility Subsidies?* Washington, DC: Banco Mundial.
- Komives, K., V. Foster, H. Halpern, Q. Wodon y R. Krznaric. 2007. *Food Coupons and Bald Mountaintains: What the History of Resource Scarcity Can Teach Us about Tackling Climate Change*. Nueva York: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Kousky, C., O. Rostapshova, M. A. Toman y R. Zeckhauser. 2009. "Responding to Treats of Climate Change Catastrophes". Documento de antecedentes para *Economics of Natural Disasters*, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, Banco Mundial, Washington, DC.
- Kriegler, E., J. W. Hall, H. Held, R. Dawson y H. J. Schellnhuber. 2009. "Imprecise Probability Assessment of Tipping Points in the Climate System". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (13): 5041-46.
- Lambrou, Y. y R. Laub. 2004. *Gender Perspectives on the Conventions on Biodiversity, Climate Change and Desertification*. Roma: FAO.
- Lempert, R. J. y M. E. Schlesinger. 2000. "Robust Strategies for Abating Climate Change". *Climatic Change* 45 (3-4): 387-401.
- Ligon, E. y E. Sadoulet. 2007. "Estimating the Effects of Aggregate Agricultural Growth on the Distribution of Expenditures". Documento de antecedentes para el *IDM 2008*.
- Lipovsky, I. 1995. "The Central Asian Cotton Epic". *Central Asian Survey* 14 (4): 29-542.
- Lokshin, M. y M. Ravallion. 2000. "Short-lived Shocks with Long-lived Impacts? Household Income Dynamics in a Transition Economy". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 2459, Banco Mundial, Washington, DC.

- Marcotullio, P. J. y N. B. Schulz. 2007. "Comparison of Energy Transitions in the United States and Developing and Industrializing Economies". *World Development* 35 (10): 1650-83.
- Martin, A. 1996. "Forestry: Gender Makes the Difference". Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Gland, Suiza.
- McKinsey & Company. 2009. *Pathways to a Low-carbon Economy: Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*. McKinsey & Company.
- 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.
- Mitchell, D. 2008. "A Note on Rising Food Prices". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4682, Banco Mundial, Washington, DC.
- Molesworth, A. M., L. E. Cuevas, S. J. Connor, A. P. Morse y M. C. Thomson. 2003. "Environmental Changes and Meningitis Epidemics in Africa". *Emerging Infectious Diseases* 9 (10): 1287-93.
- Morris, S., O. Neidecker-Gonzales, C. Carletto, M. Munguia, J. M. Medina y Q. Wodon. 2002. "Hurricane Mitch and Livelihoods of the Rural Poor in Honduras". *World Development* 30 (1): 39-60.
- Mueller, V. y D. Osgood. 2007. "Long-term Impacts of Droughts on Labor Markets in Developing Countries: Evidence from Brazil". Earth Institute at Columbia University, Nueva York.
- Mulder, P. 2005. *The Economics of Technology Diffusion and Energy Efficiency*. Cheltenham, RU: Edward Elgar.
- Naciones Unidas. 2008. *The Millennium Development Goals Report 2008*. Nueva York: ONU.
- Neumayer, E. y T. Plumper. 2007. "The Gendered Nature of Natural Disasters: The Impact of Catastrophic Events on the Gender Gap in Life Expectancy, 1981-2002". *Annals of the Association of American Geographers* 97 (3): 551-66.
- Ng, F. y M. A. Aksoy. 2008. "Who Are the Net Food Importing Countries?". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4457, Banco Mundial, Washington, DC.
- Nordhaus, W. 2008a. *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*. New Haven, CT: Yale University Press.
- . 2008b. "The Role of Universal Participation in Policies to Slow Global Warming". Documento presentado al Third Atlantic Workshop on Energy and Environmental Economics, A Toxa, España.
- . 2009. "An Analysis of the Dismal Theorem". Cowles Foundation Discussion Paper 1686, New Haven, CT.
- Oficina de Estadísticas Laborales. 2009. "Employment Situation Summary". Washington, DC.
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2009. *Global Employment Trends: enero 2009*. Ginebra: OIT.
- O'Neill, B. C., P. Crutzen, A. Grübler, M. Ha-Duong, K. Keller, C. Kolstad, J. Koomey, A. Lange, M. Obersteiner, M. Oppenheimer, W. Pepper, W. Sanderson, M. Schlesinger, N. Treich, A. Ulph, M. Webster y C. Wilson. 2006. "Learning and Climate Change". *Climate Policy* 6: 585-89.
- ONU/EIRD (Naciones Unidas/Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres). 2007. *Gender Perspective: Working Together for Disaster Risk Reduction. Good Practices and Lessons Learned*. Ginebra: ONU/EIRD.
- Pacific Institute for Climate Solutions. 2008. "Climate Change and Health in British Columbia". University of Victoria, Victoria.
- Parikh, J. 2008. *Gender and Climate Change: Key Issues*. Nueva Delhi: Integrated Research and Action for Development.
- Patriquin, M., A. M. Wellstead y W. A. White. 2007. "Beetles, Treesy People: Regional Economic Impact Sensitivity and Policy Considerations Related to the Mountain Pine Beetle Infestation in British Columbia, Canada". *Forest Policy and Economics* 9 (8): 938-46.
- Pindyck, R. 2007. "Uncertainty in Environmental Economics". *Review of Environmental Economics and Policy* 1 (1): 45-65.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2008. *Human Development Report 2007/2008. Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World*. Nueva York: PNUD.
- . 2009. *Resource Guide on Gender and Climate Change*. Nueva York: PNUD.
- Pollin, R., H. Garrett-Peltier, J. Heintz y H. Scharber. 2008. *Green Recovery: A Program to Create Good Jobs and Start Building a Low Carbon Economy*. Washington, DC: Center for American Progress.
- Portney, P. R. y J. P. Weyant. 1999. *Discounting and Intergenerational Equity*. Washington, DC: Resources for the Future.
- Potter, S. 2008. *The Sting of Climate Change: Malaria and Dengue Fever in Maritime Southeast Asia and the Pacific Islands*. Sydney: Lowy Institute for International Policy.
- Quiggin, J. 2008. "Uncertainty and Climate Policy". *Economic Analysis and Policy* 38 (2): 203-10.
- Rabie, T., S. el Tahir, T. Alireza, G. Sánchez Martínez, K. Ferl y N. Cenacchi. 2008. "The Health Dimension of Climate Change". Documento de antecedentes para *Adapting to Climate Change in Europe and Central Asia*, ed. M. Fay, R. I. Block y J. Ebinger, 2010, Banco Mundial, Washington, DC.
- Ratha, D., S. Mohapatra y Z. Xu. 2008. *Outlook for Remittance Flows 2008-2010*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Ravallion, M. 2008. "Bailing Out the World's Poorest". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4763, Banco Mundial, Washington, DC.
- Ristvet, L. y H. Weiss. 2000. "Imperial Responses to Environmental Dynamics at Late Third Millennium Tell Leilan". *Orient-Express* 2000 (4): 94-99.
- Robine, J.-M., S. L. K. Cheung, S. Le Roy, H. Van Oyen, C. Griffiths, J.-P. Michel y F. R. Herrmann.

2008. "Death Toll Exceeded 70,000 in Europe during Summer of 2003". *Comptes Rendus Biologies* 331 (2): 171-78.
- Robins, N., R. Clover y C. Singh. 2009. *A Climate for Recovery: The Colour of Stimulus Goes Green*. Londres: HSBC.
- Roemer, J. 2009. "The Ethics of Distribution in a Warming Planet". Documento para análisis Cowles Foundation 1693, New Haven, CT.
- Rosenberg, N. 1971. "Technology and the Environment: An Economic Exploration". *Technology and Culture* 12 (4): 543-61.
- Rosenzweig, M. R. y H. P. Binswanger. 1993. "Wealth, Weather Risk and the Composition and Profitability of Agricultural Investments". *Economic Journal* 103 (416): 56-78.
- Savage, L. J. 1951. "The Theory of Statistical Decision". *Journal of the American Statistical Association* 46 (253): 55-67.
- . 1954. *The Foundations of Statistics*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Schmidhuber, J. y F. N. Tubiello. 2007. "Global Food Security under Climate Change". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (50): 19703-08.
- Schmidt, G. 2006. "Runaway Tipping Points of No Return". *Real Climate*, julio 5, 2009.
- Schwartz, J., L. Andrés y G. Dragoiu. 2009. "Crisis in LAC: Infrastructure Investment, Employment and the Expectations of Stimulus". Banco Mundial, LCSSD Economics Unit, Washington, DC.
- Shalizi, Z. y F. Lecocq. 2009. "Economics of Targeted Mitigation Programs in Sectors with Long-Lived Capital Stock". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 5063, Banco Mundial, Washington, DC.
- Singer, P. 2006. "Ethics and Climate Change: Commentary". *Environmental Values* 15: 415-22.
- 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.
- Smyth, I. 2005. "More than Silence: The Gender Dimensions of Tsunami Fatalities and Their Consequences". Documento presentado ante la Conferencia de la OMS sobre aspectos de salud del desastre del Tsunami en Asia, Phuket, Tailandia.
- Solomon, S., G.-K. Plattner, R. Knutti y P. Friedlingstein. 2009. "Irreversible Climate Change due to Carbon Dioxide Emissions". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (6): 1704-09.
- Stern, N. 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- . 2008. *Key Elements of a Global Deal on Climate Change*. Londres: London School of Economics and Political Science.
- Sterner, T. y U. M. Persson. 2008. "An Even Sterner Review: Introducing Relative Prices into the Discounting Debate". *Review of Environmental Economics and Policy* 2 (1): 61-76.
- Tol, R. S. J. 2005. "The Marginal Damage Cost of Carbon Dioxide Emissions: An Assessment of the Uncertainties". *Energy Policy* 33: 2064-74.
- Toth, F. y M. Mwandosya. 2001. "Decision-making Frameworks". En *Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. B. Metz, O. Davidson, R. Swart y J. Pan. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Ummel, K. y D. Wheeler. 2008. "Desert Power: The Economics of Solar Thermal Electricity for Europe, North Africa and the Middle East". Documento de trabajo 156, Center for Global Development, Washington, DC.
- Vergara, W. 2009. "Assessing the Potential Consequences of Climate Destabilization in Latin America". Documento de trabajo sobre desarrollo sostenible 32, Banco Mundial, región de América Latina y el Caribe, Washington, DC.
- Weiss, H. 2000. "Beyond the Younger Dryas: Collapse as Adaptation to Abrupt Climate Change in Ancient West Asia and the Eastern Mediterranean". En *Environmental Disaster and the Archaeology of Human Response*, ed. G. Bawden y R. M. Reyrcraf. Albuquerque: Maxwell Museum of Anthropology.
- Weiss, H. y R. S. Bradley. 2001. "What Drives Societal Collapse?". *Science* 291: 609-10.
- Weitzman, M. 2007. "A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change". *Journal of Economic Literature* 45 (3): 703-24.
- . 2009a. "On Modeling and Interpreting the Economics of Catastrophic Climate Change". *Review of Economics and Statistics* 91 (1): 1-19.
- . 2009b. "Reactions to the Nordhaus Critique". Universidad de Harvard. Cambridge, MA.
- Wheeler, D. y K. Ummel. 2007. "Another Inconvenient Truth: A Carbon-Intensive South Faces Environmental Disaster, No Matter What the North Does". Documento de trabajo 134, Center for Global Development, Washington, DC.
- Yohe, G. W. 1999. "The Tolerable Windows Approach: Lessons and Limitations". *Climatic Change* 41 (3-4): 283-95.

*El clima está cambiando; el hecho ya es indiscutible. Existe consenso entre los científicos acerca de que el mundo se está convirtiendo en un lugar más cálido, principalmente debido a las actividades humanas. En palabras del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en su cuarto informe de evaluación: “El calentamiento del sistema climático es inequívoco”<sup>1</sup>. Durante casi 1 millón de años antes de la Revolución Industrial, la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera osciló entre 170 y 280 partes por millón (ppm). Los niveles actuales –387 ppm–, que superan holgadamente este rango, se sitúan por encima del punto más alto de al menos los últimos 800.000 años, y es probable que la tasa de aumento se esté acelerando<sup>2</sup>. En una situación hipotética de emisiones elevadas, para fines del siglo XXI las concentraciones podrían exceder las experimentadas por el planeta en decenas de millones de años.*

En el artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se enuncia el objetivo de lograr “la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático”<sup>3</sup>. Lo que se entiende en la Convención por evitar interferencias “peligrosas” se describe como mantener las emisiones en los niveles necesarios “para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”. No queda claro si este objetivo es plenamente asequible, dado que el calentamiento ya observado se ha vinculado al incremento de sequías, inundaciones, olas de calor, incendios forestales e intensas precipitaciones, que ya están amenazando los sistemas humanos y naturales.

Hay datos convincentes de que la capacidad de las sociedades y los ecosistemas para adaptarse al calentamiento de la Tierra se pone seriamente a prueba cuando el calentamiento supera los 2°C<sup>4</sup>. Si el mundo logra limitar el aumento de temperatura ocasionado por el hombre a unos 2°C por encima del nivel de la era preindustrial, se podrían contener la importante pérdida de mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida occidental y la posterior elevación del nivel del mar; limitar el incremento de las inundaciones, sequías e incendios forestales en numerosas regiones del mundo; restringir el aumento de las muertes provocadas por la propagación de enfermedades infecciosas y diarreas, y por el calor extremo; evitar la extinción de más de un cuarto de las especies conocidas; e impedir disminuciones importantes de la producción mundial de alimentos<sup>5</sup>.

Pero, incluso si las temperaturas mundiales se estabilizan en 2°C por encima de los niveles preindustriales, el mundo cambiará considerablemente. La Tierra se ha calentado, en promedio, 0,8°C respecto de la época preindustrial, y las regiones de latitudes altas ya están experimentando perturbaciones ambientales y culturales; si la tendencia continúa, inevitablemente habrá nuevas consecuencias. Un calentamiento de 2°C causará fenómenos climáticos extremos más fuertes y frecuentes, como olas de calor, un mayor estrés por escasez de agua en numerosas regiones del mundo, la disminución de la producción de alimentos en muchas zonas tropicales y el daño de ecosistemas, por ejemplo, la pérdida generalizada de arrecifes de coral debido al calentamiento y la acidificación de los océanos.

A menos que el mundo actúe rápidamente para alterar la trayectoria de las emisiones, los modelos indican que, para 2100, la temperatura promedio anual se incrementará hasta los 2,5-7°C por encima de los niveles preindustriales<sup>6</sup>, según la magnitud y la tasa del crecimiento del uso de la energía, la escasez de combustibles fósiles y el ritmo de desarrollo de las tecnologías para aprovechamiento de la energía sin emisión de carbono (véase el capítulo 4). Aunque pueda parecer que esta temperatura representa un aumento moderado en comparación con algunas variaciones estacionales, el extremo más bajo de ese rango equivale a desplazarse de Oslo a Madrid. El extremo más alto es equivalente al calentamiento que se ha producido desde el nivel máximo de la era glacial, que ocasionó el derretimiento de la capa de hielo de dos kilómetros de espesor que cubría Europa septentrional y América del Norte<sup>7</sup>. Para las próximas décadas, las proyecciones señalan que la temperatura media mun-

dial aumentará 0,2-0,3°C por década<sup>8</sup>, una velocidad de cambio que pondrá a prueba la capacidad de adaptación de las especies y los ecosistemas (véase el “Tema especial B” sobre biodiversidad).

La definición de “interferencia antropógena peligrosa” no será una determinación científica, sino una decisión política. Un decenio después del Protocolo de Kyoto, cuando ingresamos en el primer período en el que los países desarrollados llevan una contabilidad rigurosa de las emisiones, el mundo está negociando el curso de acción para las próximas décadas, que determinará en gran medida si nuestros hijos heredan un planeta que se ha estabilizado en una temperatura aproximadamente 2°C más alta o va camino a soportar temperaturas mucho más elevadas. El término “peligroso” implica varios componentes: la magnitud total y la velocidad del cambio, el riesgo de que se produzca un cambio repentino o abrupto, y la probabilidad de cruzar umbrales más allá de los cuales los daños sean irreversibles. Cabe esperar que el grado de cambio climático que se determine como peligroso dependerá de los efectos en los sistemas humanos y naturales, y la capacidad de adaptación de estos sistemas. En la presente sección se analiza cómo funciona el sistema climático, con los cambios observados a la fecha; qué presagia un mundo 2°C más cálido en comparación con otro donde la temperatura suba 5°C o más; los riesgos de cruzar umbrales irreversibles; y el desafío de limitar el calentamiento a los 2°C.

## Cómo funciona el sistema climático

El clima de la Tierra viene determinado por la energía proveniente del Sol, la energía irradiada por la Tierra y los intercambios de energía entre la atmósfera, la tierra, los



océanos, el hielo y los seres vivos. La composición de la atmósfera es especialmente importante, porque algunos gases y aerosoles (partículas diminutas) afectan el flujo de la radiación solar entrante y la radiación infrarroja saliente. El vapor de agua, el CO<sub>2</sub>, el metano (CH<sub>4</sub>), el ozono (O<sub>3</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) son todos GEI presentes naturalmente en la atmósfera. Calientan la superficie terrestre al impedir el escape de energía infrarroja (calor) al espacio. El calentamiento generado por los niveles naturales de estos gases es “el efecto invernadero natural”, debido al cual la tempera-

tura de la Tierra es de unos 33°C más que si esos gases no existieran, la mayor parte de agua del mundo se mantiene en estado líquido, y puede haber vida desde el ecuador hasta la cercanía de los polos.

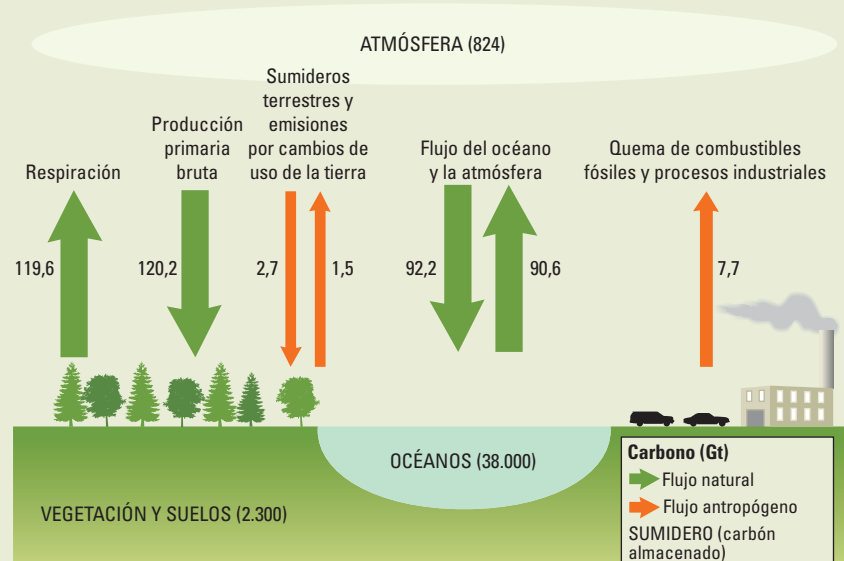
Los gases liberados por las actividades humanas han amplificado sobremedida el efecto invernadero natural. La concentración media mundial de CO<sub>2</sub> en la atmósfera se ha incrementado significativamente desde el inicio de la Revolución Industrial, en especial en los últimos 50 años. Durante el siglo XX aumentó de alrededor de 280 ppm a 387 ppm –casi el 40%–, más que

nada debido a la quema de combustibles fósiles, que libera carbono, y, en menor medida, a la deforestación y los cambios de uso de la tierra (recuadro TEA.1). La combustión de carbón, petróleo y gas natural produce aproximadamente el 80% del CO<sub>2</sub> emitido al año, mientras que los cambios de uso de la tierra y la deforestación explican el 20% restante. En 1950 las emisiones procedentes de los combustibles fósiles y del uso de la tierra eran casi iguales; desde entonces, la utilización de la energía se ha incrementado 18 veces. Las concentraciones de otros gases que retienen el calor,

### RECUADRO TEA.1 El ciclo del carbono

La cantidad de CO<sub>2</sub> de la atmósfera está controlada por ciclos biogeoquímicos que redistribuyen el carbono entre el océano, la tierra, la materia viva y la atmósfera. Esta última contiene actualmente unas 824 gigatoneladas (Gt) de carbono. En 2007 las emisiones de carbono provocadas por el hombre totalizaron alrededor de 9 Gt de carbono, de las cuales unas 7,7 Gt (o 28,5 Gt de CO<sub>2</sub>) provinieron de la quema de combustible fósil y el resto de cambios en la cubierta terrestre. (Una gigatonelada es igual a mil millones de toneladas. Para convertir emisiones y flujos de carbono en cantidades de CO<sub>2</sub>, multiplíquese la cantidad de carbono por 3,67).

La concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> está aumentando actualmente a una tasa anual de alrededor de 2 partes por millón (ppm), que es equivalente a un incremento de la carga atmosférica de unas 4 Gt de carbono al año (en otras palabras, aproximadamente la mitad de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de los combustibles fósiles provocan un aumento, a largo plazo, de la concentración atmosférica). El resto de las emisiones de CO<sub>2</sub> se absorbe en los “sumideros de carbono”: el océano y los ecosistemas terrestres. Los océanos absorben unas 2 Gt de carbono al año (la diferencia entre 90,6 y 92,2, cifras indicadas en el gráfico, más un reducido flujo desde la tierra hacia el océano). La absorción neta de carbono por los océanos y los sistemas terrestres (fotosíntesis menos respiración) y las emisiones estimadas provenientes del cambio de uso de la tierra y la quema de combustibles fósiles darían como resultado concentraciones atmosféricas más altas que las registradas. Al parecer, actualmente los ecosistemas terrestres están absorbiendo el exceso. Se supone la existencia de un “sumidero residual”, como se lo denomina, de 2,7 Gt, surgido principalmente de cambios



Fuente: adaptado de IPCC, 2007b.

en la cubierta terrestre (incremento neto de la cubierta forestal producido porque la reforestación y la forestación superan a la deforestación) y de una mayor absorción de carbono derivada del aumento de los bosques en el mundo como reacción a las concentraciones más elevadas de CO<sub>2</sub> (lo que se conoce como efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>).

Los ecosistemas terrestres retienen unas 2.300 Gt de carbono: aproximadamente 500 Gt en la biomasa aérea y alrededor del triple de esta cantidad en los suelos. La reducción de la deforestación debe ser un componente importante de las medidas encaminadas a desacelerar el incremento de las emisiones. Si bien no deben escatimarse esfuerzos para aumentar el almacenamiento del carbono en la tierra, se presentarán dificultades a medida que el clima cambie y aumente la frecuencia

de los incendios, las infestaciones por plagas, las sequías y el estrés térmico. Si las emisiones de combustibles fósiles continúan como hasta ahora, es posible que se desacelere e incluso disminuya la absorción de emisiones por parte de los bosques y otros ecosistemas terrestres, que se convertirán en una fuente neta de emisiones para fines del siglo, de acuerdo con algunos modelos. Y al ser más cálidos, los océanos absorberán CO<sub>2</sub> más lentamente, de modo que una fracción mayor de emisiones de combustibles fósiles permanecerá en la atmósfera.

Fuentes: Fischlin y otros, 2007; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2000 y 2001; Canadell y otros, 2007; Houghton, 2003; Prentice y otros, 2001; Sabine y otros, 2004.

como el metano y el óxido nitroso, también han aumentado significativamente como resultado de la quema de combustibles fósiles, las actividades agrícolas e industriales, y los cambios de uso de la tierra (gráfico TEA.1)<sup>9</sup>.

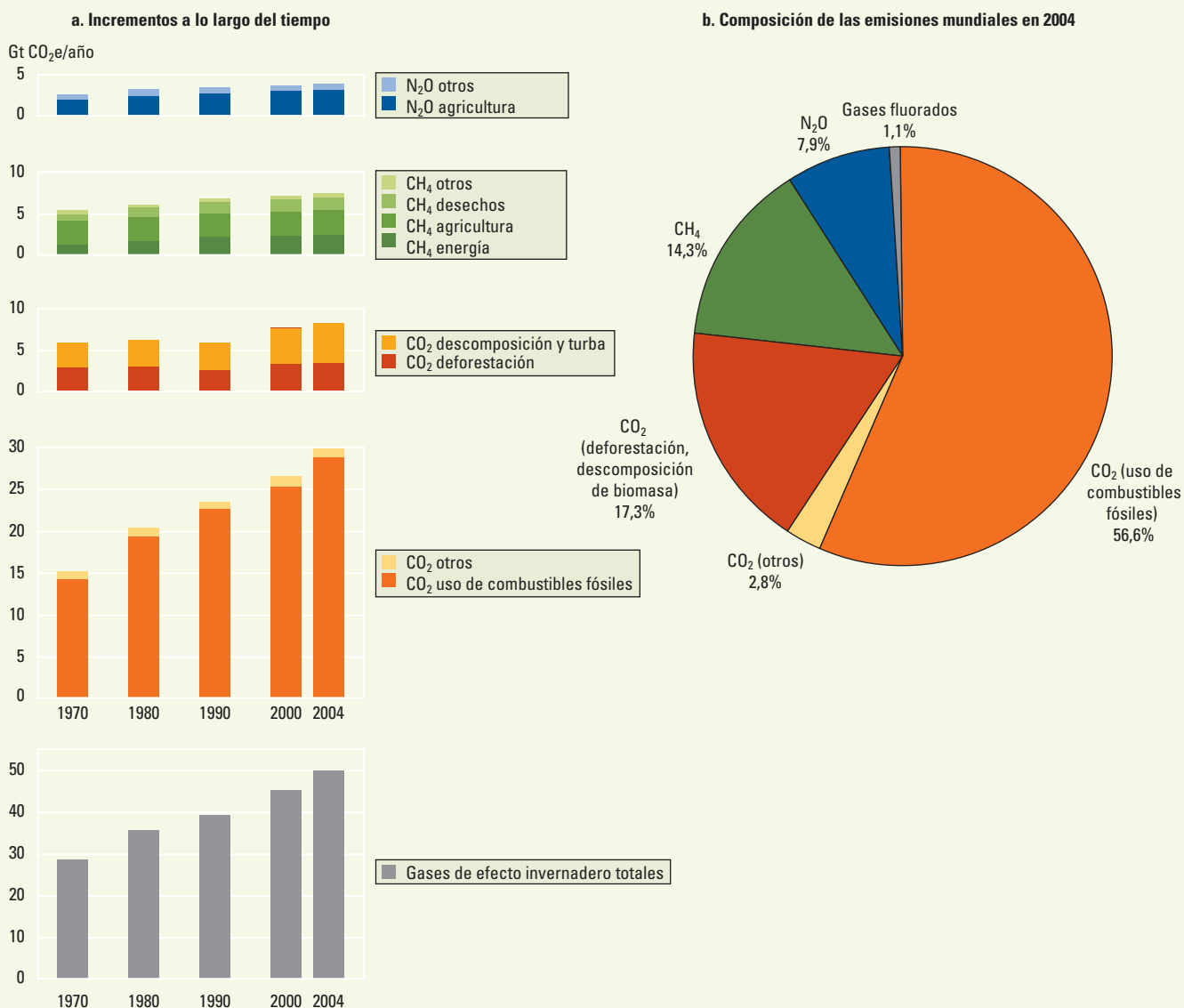
Algunos de los contaminantes producidos por el hombre calientan la Tierra, y otros la enfrían (gráfico TEA.2). Algunos son persistentes, mientras que otros son efímeros. Al atrapar la radiación infrarroja, el dióxido de carbono, el óxido nitroso y

los halocarbonos<sup>10</sup> calientan la Tierra y, debido a que las mayores concentraciones de estos gases perduran durante siglos, su efecto de calentamiento ocasiona un cambio climático de largo plazo. Por el contrario, el efecto de calentamiento provocado por las emisiones de metano dura unas pocas décadas, y los efectos climáticos de los aerosoles –que pueden retener el calor, como ocurre con el carbono negro (hollín), o bien reducirlo, tal el caso de los sulfatos reflectantes<sup>11</sup>– duran apenas días o sema-

nas<sup>12</sup>. Por este motivo, si bien una reducción marcada de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la combustión de carbón en las próximas décadas reduciría el calentamiento a largo plazo, la reducción conexas del efecto de enfriamiento ocasionado por las emisiones de azufre provenientes principalmente de la combustión de carbón provocaría un incremento de la temperatura, quizás del orden de los 0,5°C.

Las temperaturas actuales ya se ubican en los 0,8°C por encima de los niveles prein-

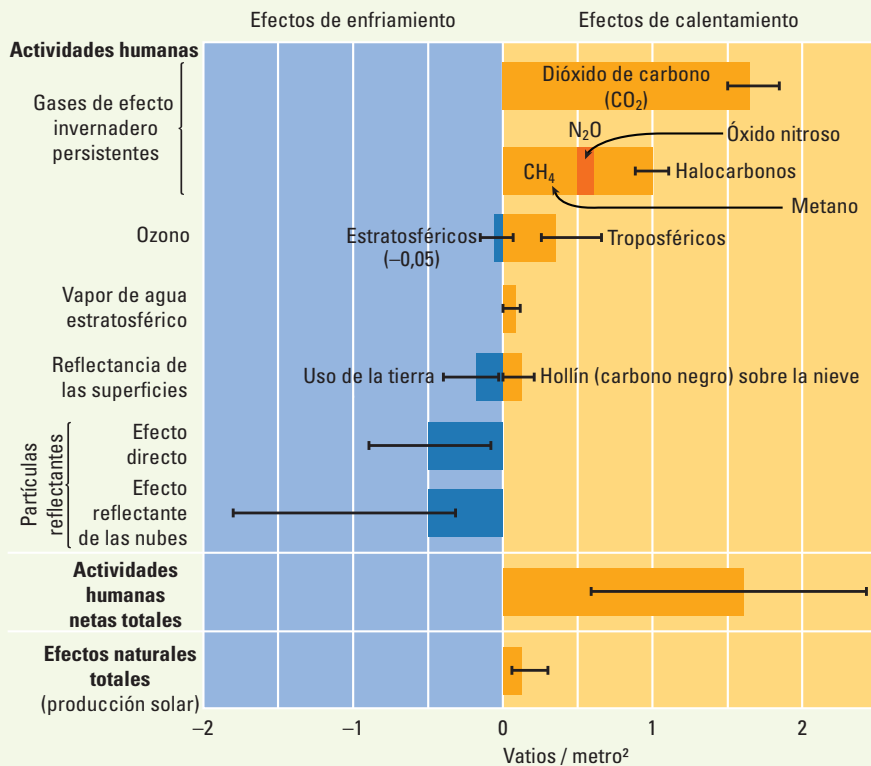
**Gráfico TEA.1 Las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero han ido en aumento**



Fuente: reproducido de Barker y otros, 2007.

Nota: este gráfico presenta las fuentes y tasas de aumento de algunos de los gases de efecto invernadero de mediano a largo plazo. Los combustibles fósiles y los cambios en el uso de la tierra han sido las principales fuentes de CO<sub>2</sub>, mientras que la energía y la agricultura contribuyen casi en la misma proporción a las emisiones de CH<sub>4</sub>. El N<sub>2</sub>O proviene mayormente de la agricultura. Otros gases de efecto invernadero que no se incluyen en el gráfico son el carbono negro (hollín), el ozono troposférico y los halocarbonos. Las comparaciones de las emisiones equivalentes de distintos gases se basan en el uso del potencial de calentamiento atmosférico de 100 años; véase una explicación en la nota 9.

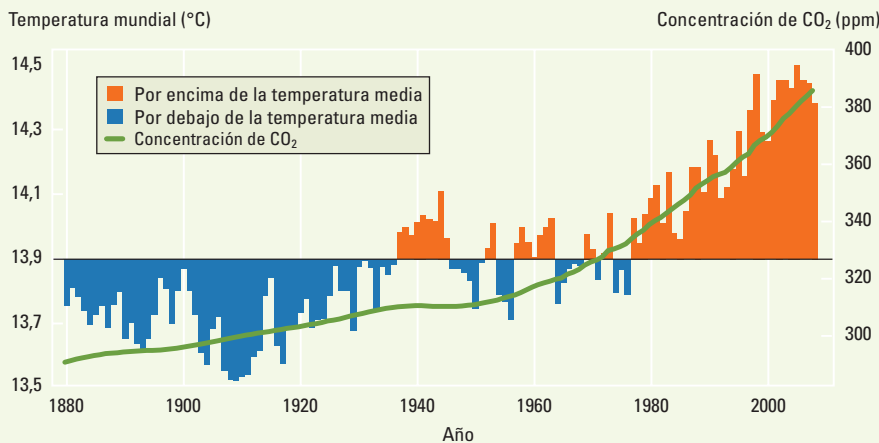
**Gráfico TEA.2 Principales factores que han afectado el clima desde la Revolución Industrial**



Fuente: adaptado de Karl, Melillo y Peterson, 2009.

Nota: este gráfico muestra la magnitud del efecto de calentamiento (barras naranjas) o efecto de enfriamiento (barras azules) que han tenido distintos factores sobre el clima de la Tierra desde el comienzo de la era industrial (desde aproximadamente 1750 hasta la actualidad). Los resultados se presentan en vatios por metro cuadrado. La parte superior del gráfico incluye los factores humanos más importantes, mientras que la segunda parte refleja el sol, el único factor natural importante que tiene un efecto de largo plazo en el clima. El efecto de enfriamiento de volcanes individuales también es natural, pero es relativamente efímero (entre 2 y 3 años); por este motivo no se incluye su efecto en el gráfico. En la parte inferior de éste se muestra que el efecto neto total (los efectos de calentamiento menos los efectos de enfriamiento) de las actividades humanas es un fuerte efecto de calentamiento. Las líneas delgadas en cada barra presentan estimaciones del rango de incertidumbre.

**Gráfico TEA.3 La temperatura media anual mundial y la concentración de CO<sub>2</sub> siguen aumentando, 1880-2007**



Fuente: adaptado de Karl, Melillo y Peterson, 2009.

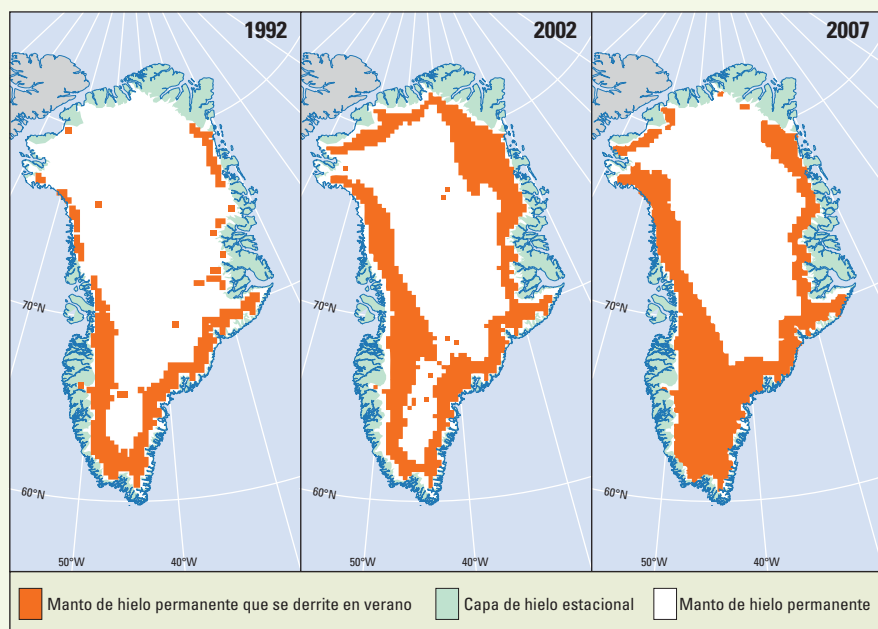
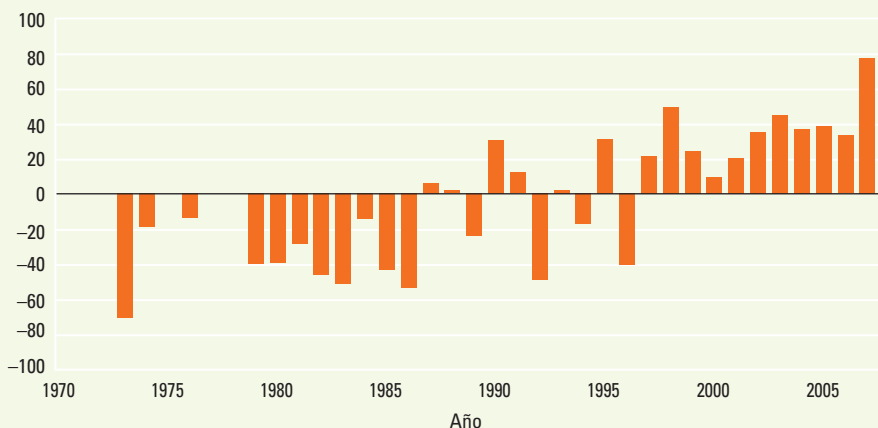
Nota: las barras naranjas indican temperaturas por encima del promedio de 1901-2000; las barras azules corresponden a temperaturas por debajo del promedio. La línea verde muestra la creciente concentración de CO<sub>2</sub>. Si bien existe una clara tendencia de calentamiento mundial de largo plazo, no siempre en cada año se observa un incremento de la temperatura con respecto al año anterior, y algunos años presentan cambios más grandes que otros. Estas fluctuaciones interanuales de la temperatura se pueden atribuir a procesos naturales, como los efectos de El Niño, La Niña y erupciones volcánicas.

dustriales (gráfico TEA.3). De no ser por el efecto de enfriamiento de las partículas reflectantes (como los aerosoles de sulfato) y las décadas que tardan las temperaturas oceánicas en alcanzar un equilibrio con la mayor retención de radiación infrarroja, el incremento de la temperatura media mundial ocasionado por las actividades humanas probablemente ya superaría al actual en alrededor de 1°C. De ahí que, por sí solas, las elevadas concentraciones de gases de efecto invernadero observadas hoy están cerca de condenar al planeta a un calentamiento de 2°C, nivel que, de superarse, acarrearía al mundo consecuencias muy perturbadoras y hasta “peligrosas”<sup>13</sup>.

### Los cambios observados a la fecha y las consecuencias de la evolución de nuestra comprensión de la ciencia

Los efectos de los cambios en el clima desde mediados del siglo XIX son especialmente claros en la actualidad si se observan las temperaturas medias más elevadas del aire y del océano, el derretimiento generalizado de la nieve y el hielo en todo el mundo, especialmente en el Ártico y en Groenlandia (gráfico TEA.4), y la subida del nivel de los mares. Los días y las noches fríos y las heladas son ahora menos frecuentes, mientras que las olas de calor se presentan con mayor frecuencia e intensidad. Tanto las inundaciones como las sequías se producen más a menudo<sup>14</sup>. El interior de los continentes tiende a secarse, pese al incremento de las precipitaciones totales. A nivel mundial, las precipitaciones van en aumento a medida que el ciclo del agua del planeta se ve acelerado por las temperaturas más cálidas, aun cuando las regiones del Sahel y la cuenca del Mediterráneo han experimentado sequías más frecuentes e intensas. Las precipitaciones abundantes y las grandes inundaciones son más comunes, y existen indicios de que la intensidad de las tormentas y los ciclones tropicales ha aumentado<sup>15</sup>.

Los efectos mencionados no se distribuyen en el mundo en forma pareja (mapa TEA.1). Como era de esperar, los cambios de temperatura son más pronunciados en los polos: algunas regiones árticas han sufrido un calentamiento de 0,5°C solamente en los últimos 30 años<sup>16</sup>. En latitudes bajas –las más cercanas al ecuador– se evapora una mayor proporción de la energía infrarroja atrapada, lo que limita el calenta-

**Gráfico TEA.4 El manto de hielo de Groenlandia, en proceso de derretimiento**Reducción estacional por derretimiento (x1.000 km<sup>2</sup>)

Fuentes: segmento superior: adaptado de la Evaluación de los efectos del cambio climático en el Ártico (ACIA), 2005 y del Instituto Cooperativo para las Ciencias Ambientales (CIRES), <http://cires.colorado.edu/steffen/greenland/melt2005/> (consultado en julio de 2009). Segmento inferior: reproducido de Mote, 2007.

Nota: las zonas de color naranja de los mapas de Groenlandia muestran el alcance del derretimiento de hielo de verano, que se ha extendido drásticamente en los últimos años. En 2007 se perdió un 10% más de hielo que en 2005. En el gráfico de barras se observa que, pese a las variaciones anuales de la capa de hielo, se viene produciendo una pérdida considerable desde hace más de una década.

miento, pero incrementa el vapor de agua, que se traduce en lluvias más intensas por tormentas convectivas y ciclones tropicales.

Es probable que, en las próximas décadas, la capacidad de resistencia de muchos ecosistemas se vea quebrantada por una combinación de los efectos del cambio climático y otros tipos de estrés, como la degradación de los hábitats, las especies invasoras y la contaminación del aire y el agua. Se prevé que se producirán cam-

bios de consideración en los ecosistemas a medida que el cambio climático modifique la distribución geográfica ideal de especies vegetales y animales. La productividad de la agricultura, la silvicultura y la pesca se verá afectada, junto con otros servicios ecológicos<sup>17</sup>. Ya existen 20.000 conjuntos de datos que muestran a numerosas y variadas especies en proceso de migración, con desplazamientos que promedian unos seis kilómetros por década hacia los

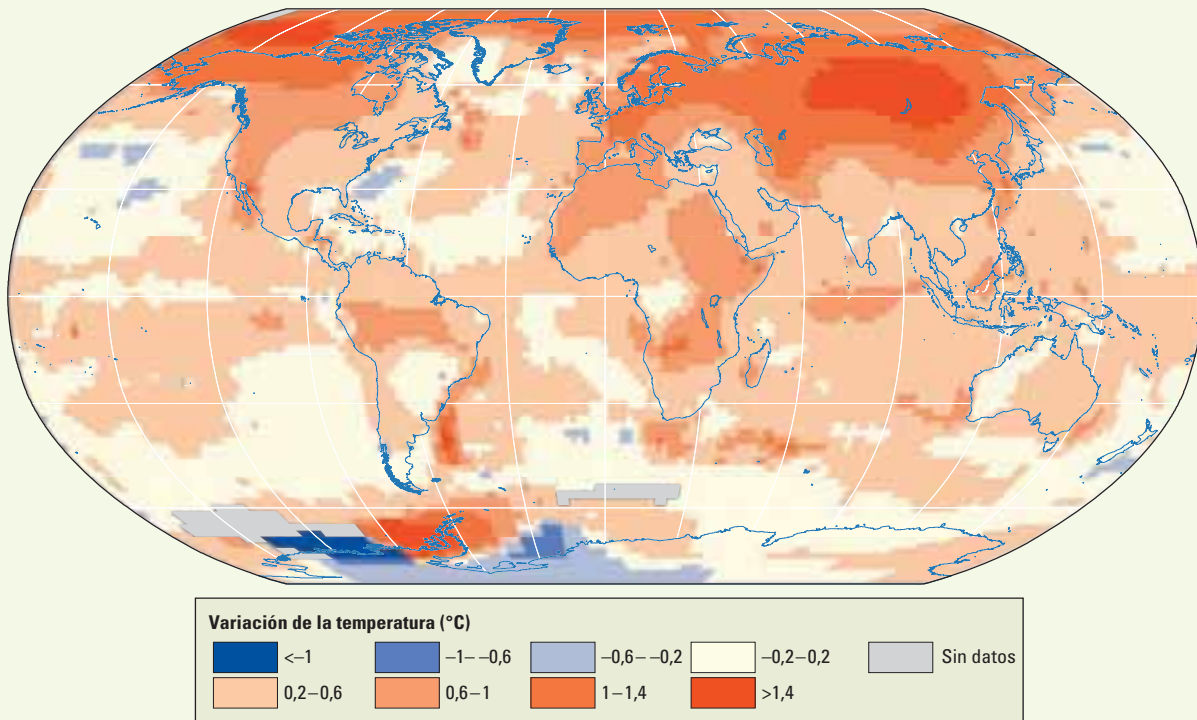
polos o seis metros por década hacia zonas más elevadas, aparentemente como consecuencia del aumento de las temperaturas<sup>18</sup>. Estos cambios tan rápidos están ocasionando asincronía en muchas de las relaciones entre depredadores y presas que se han mantenido inalteradas durante largo tiempo, porque algunas especies están llegando demasiado temprano o demasiado tarde para encontrar sus fuentes tradicionales de alimento.

En los últimos 20 años, nuestra comprensión de la ciencia del cambio climático ha mejorado notablemente. En 1995, por ejemplo, el IPCC llegó a la siguiente conclusión: “La evaluación de las pruebas sugiere una influencia humana perceptible en el clima mundial”<sup>19</sup>. En 2001, la conclusión del IPCC fue: “Existen pruebas nuevas y más convincentes de que la mayor parte del calentamiento observado durante los últimos 50 años se puede atribuir a actividades humanas”<sup>20</sup>. Seis años después, en 2007, el IPCC concluyó: “El calentamiento del sistema climático es inequívoco. La mayor parte del aumento observado del promedio mundial de temperatura desde mediados del siglo XX se debe muy probablemente al aumento observado de las concentraciones de gases de efecto invernadero antropógenos”<sup>21</sup>.

En 2001 y 2007, la comunidad científica resumió en cinco categorías los temas relacionados con los efectos del cambio climático o los motivos de preocupación cuya comprensión había mejorado: especies únicas/ecosistemas amenazados, fenómenos extremos, amplitud de los efectos, efectos económicos totales y discontinuidades en gran escala. En los gráficos de las “brasas”, la intensidad del color rojo representa el grado de preocupación por cada efecto en cuestión (gráfico TEA.5). Si se compara la columna B del segmento de la izquierda con la misma columna del segmento de la derecha, se puede apreciar que, al disponerse en 2007 de mejor información que en 2001, la zona roja se desplazó en dirección a la línea de cero grado en el caso de los fenómenos extremos; es decir que, a la temperatura media mundial actual, los fenómenos extremos ya están aumentando. Si se comparan las dos columnas E, se observa que la amenaza de eventos discontinuos, tales como cambios en el sistema de distribución del calor de la cinta transportadora oceánica

**Mapa TEA.1 Tendencias de variación regional del clima mundial de los últimos 30 años**

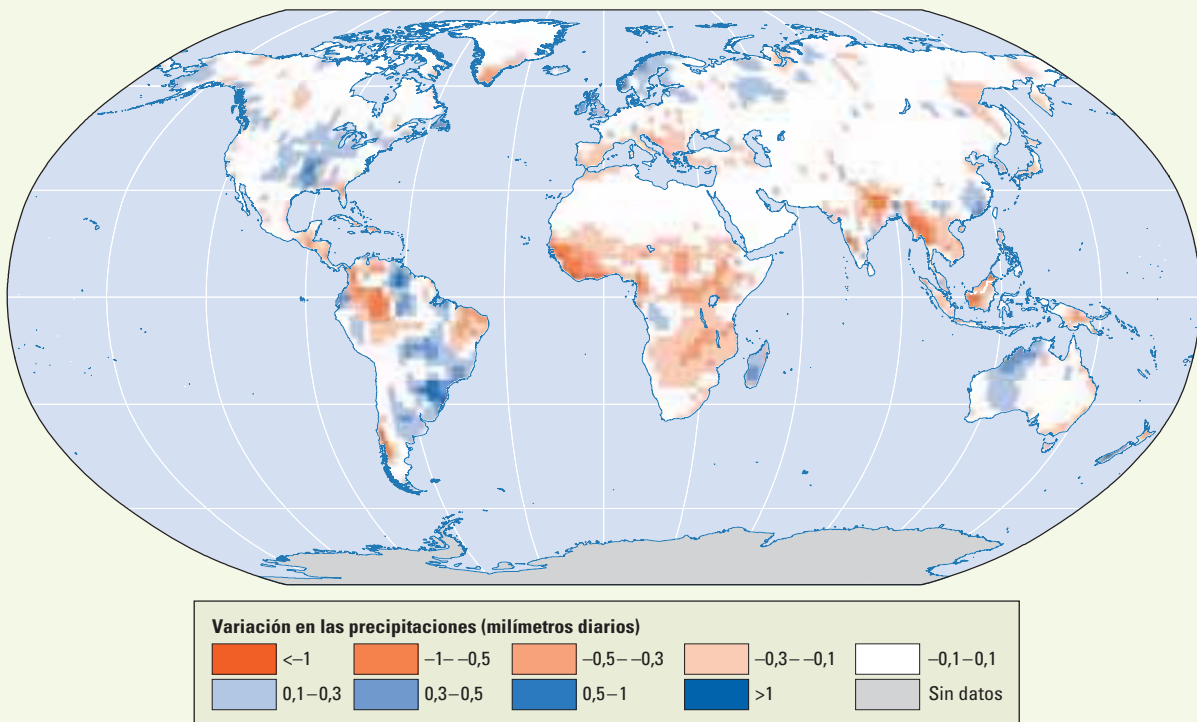
**a. Temperatura**



Fuente: Instituto Goddard de Estudios Espaciales, [http://data.giss.nasa.gov/cgi-bin/gistemp/do\\_nmap.py?year\\_last=2009&month\\_last=07&sat=4&sst=1&type=anoms&mean\\_gen=07&year1=1990&year2=2008&base1=1951&base2=1980&radius=1200&pol=reg](http://data.giss.nasa.gov/cgi-bin/gistemp/do_nmap.py?year_last=2009&month_last=07&sat=4&sst=1&type=anoms&mean_gen=07&year1=1990&year2=2008&base1=1951&base2=1980&radius=1200&pol=reg) (consultado en julio de 2009).

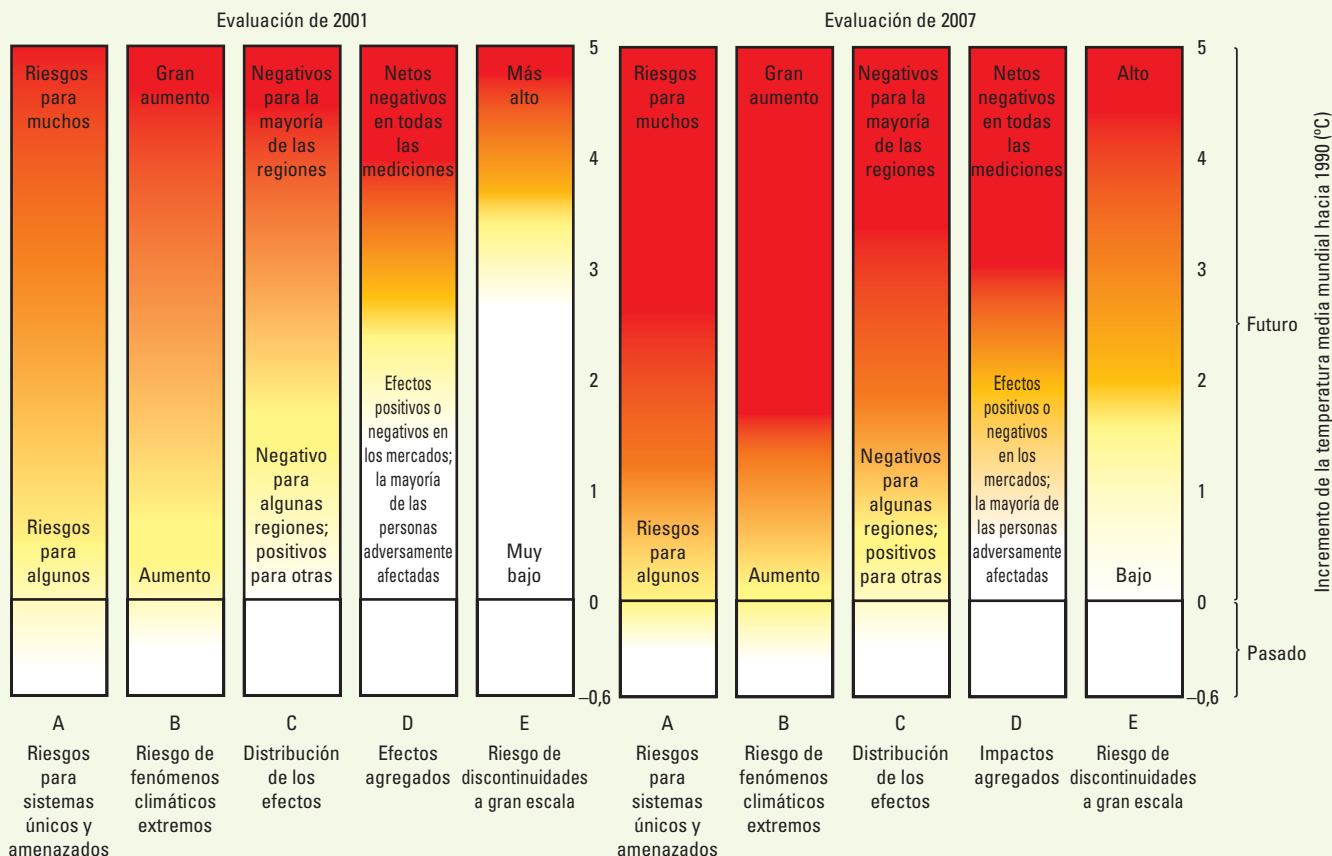
Nota: los colores amarillo, naranja y rojo denotan los incrementos medios de temperatura (°C) desde 1980 hasta la actualidad en comparación con las tres décadas anteriores. El calentamiento ha sido mayor en latitudes altas, especialmente en el hemisferio norte.

**b. Precipitación**



Fuente: Instituto Goddard de Estudios Espaciales, [http://data.giss.nasa.gov/cgi-bin/precipcru/do\\_PRCmap.py?type=1&mean\\_gen=0112&year1=1980&year2=2000&base1=1951&base2=1980](http://data.giss.nasa.gov/cgi-bin/precipcru/do_PRCmap.py?type=1&mean_gen=0112&year1=1980&year2=2000&base1=1951&base2=1980) (consultado en mayo de 2009).

Nota: el color amarillo denota los incrementos en las precipitaciones, en milímetros diarios; el color azul indica las disminuciones desde 1980 hasta la actualidad en comparación con las tres décadas anteriores. La disminución ha sido mayor en el interior de los continentes, mientras que las precipitaciones se han vuelto más intensas en muchas zonas costeras. Los cambios en la distribución geográfica de las precipitaciones tienen consecuencias graves para la agricultura.

**Gráfico TEA.5 Brasas cada vez más calientes: los riesgos y daños se evalúan en 2007 mayores que en 2001**

Fuente: reproducido de Smith y otros, 2009.

Notas: el gráfico presenta los riesgos del cambio climático según se los describió en 2001 (izquierda) en comparación con los datos actualizados (derecha). Las consecuencias del cambio climático se presentan como barras y los incrementos de la temperatura media mundial (°C) por encima de los niveles actuales (entre 0 y 5 grados). Cada columna corresponde a un tipo de efecto distinto. Por ejemplo, los "sistemas únicos y amenazados", como los prados alpinos o los ecosistemas árticos, son los más vulnerables (como lo indican los colores de la columna A) y una pequeña variación de la temperatura puede significar una gran pérdida. El esquema de colores representa niveles de riesgo de crecimiento progresivo del amarillo al rojo. Entre 1900 y 2000, la temperatura media mundial aumentó ~0,6°C (y casi 0,2°C en la década posterior) y ya ha tenido algunas consecuencias. Desde 2001, el riesgo de daños se evalúa como mayor, incluso para temperaturas de 1°C adicional por encima de los niveles actuales o de aproximadamente 2°C totales por encima de los niveles preindustriales.

o deshielos catastróficos en el Ártico que tengan como consecuencia la liberación de cantidades enormes de metano, se vuelve mucho peor si el mundo se calienta otros 2°C por encima de los niveles actuales.

Desde que el IPCC completó su cuarto informe de evaluación en 2007, ha surgido nueva información que permitió ahondar la comprensión científica. Son ejemplos de la nueva información disponible las observaciones actualizadas de cambios recientes en el clima, una atribución más exacta de los cambios climáticos observados a factores causales humanos y naturales, una mejor comprensión de los datos relativos al ciclo del carbono y nuevas proyecciones de futuros cambios en los fenómenos climáticos extremos y en el potencial de cambios catastróficos<sup>22</sup>. Las evaluaciones actuales

indican que muchos de los riesgos son mayores de lo que se creía anteriormente, en particular los riesgos de una gran elevación del nivel del mar en este siglo y de un aumento de los fenómenos climáticos extremos.

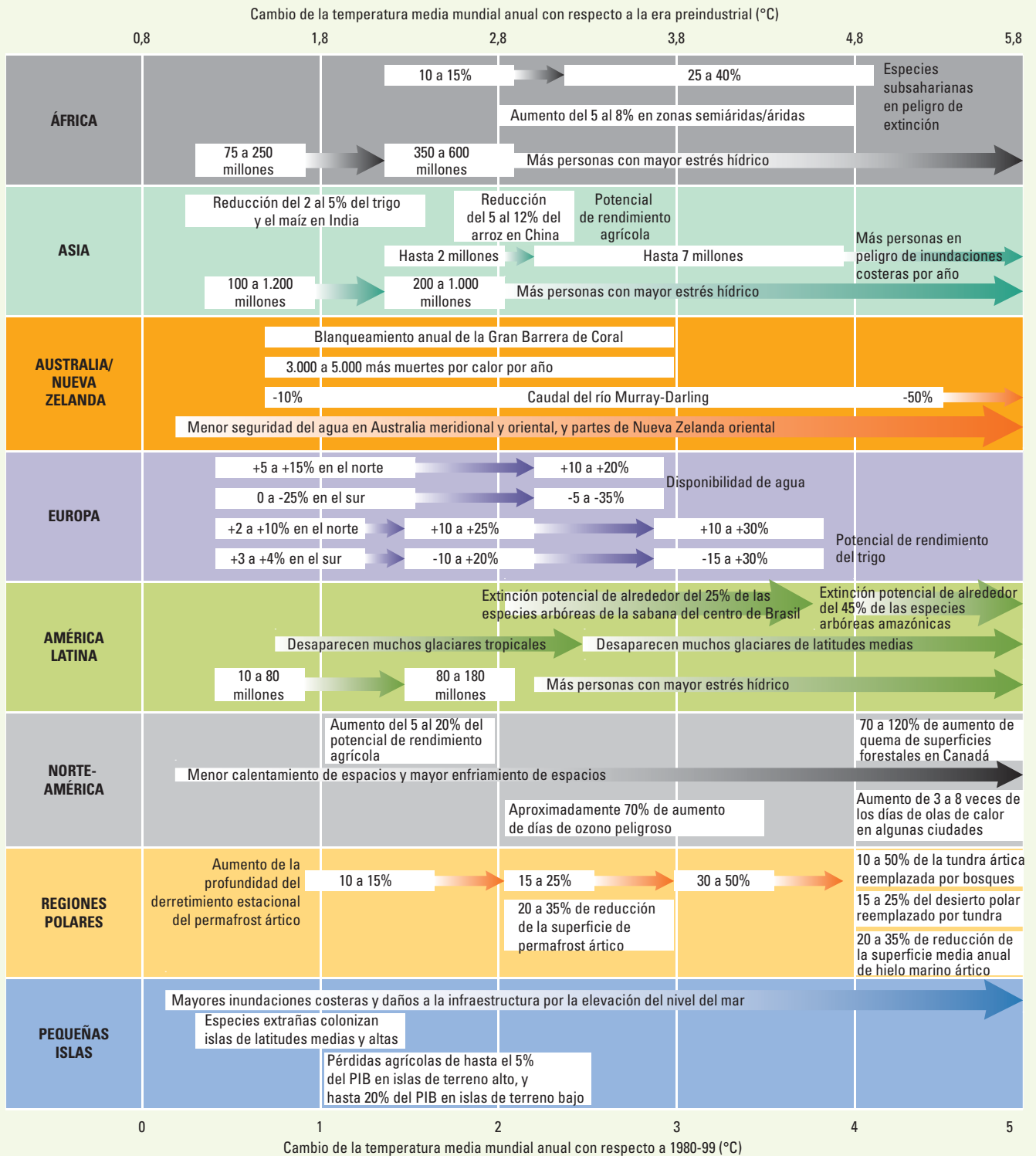
### Cambios que se producirán si el incremento de temperatura supera los 2°C

Los efectos físicos del cambio climático futuro en la humanidad y el medio ambiente incluirán un estrés creciente para los ecosistemas, incluso el colapso de algunos de ellos, pérdida de biodiversidad, cambios en las temporadas de crecimiento agrícola, la erosión de las costas y la salinización de los acuíferos, el derretimiento del permafrost, la acidificación de los

océanos<sup>23</sup>, y cambios en la distribución de plagas y enfermedades. En el gráfico TEA.6 se presentan estos efectos a distintas temperaturas y en diferentes regiones del mundo.

Los efectos físicos del cambio climático futuro en las personas y el medio ambiente variarán según los distintos incrementos de temperatura y las diferentes regiones (véase el gráfico TEA.6). Si las temperaturas alcanzan los 2°C por encima de los niveles preindustriales, la disponibilidad de agua se verá reducida para otros 400 millones a 1.700 millones de personas en latitudes medias y en latitudes bajas semiáridas. Los afectados por una grave escasez de agua se encontrarán principalmente en África y Asia. A estas temperaturas más elevadas, la mayoría de los arrecifes de

Gráfico TEA.6 Consecuencias proyectadas del cambio climático por región



Fuente: adaptado de Parry y otros, 2007.

## RECUADRO TEA.2 *La salud de los océanos: los arrecifes de coral y la acidificación de los océanos*

Los océanos se volverán más ácidos en las décadas y los siglos venideros, como consecuencia química directa de la creciente concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>. La absorción de alrededor de un tercio de las emisiones de CO<sub>2</sub> por actividades humanas de los últimos 200 años ha reducido el pH de las aguas marinas superficiales en 0,1 unidades (el pH, que es el grado de acidez o alcalinidad, se mide según una escala logarítmica, y una reducción del pH de 0,1 representa un incremento de la acidez de los océanos del 30%). Las reducciones del pH que se proyectan para las aguas oceánicas superficiales en los próximos 100 años varían de 0,3 a 0,5 unidades, con lo cual los océanos tendrían el nivel de acidez más alto en muchas decenas de millones de años<sup>a</sup>. Una de las repercusiones más importantes del cambio de acidez de los océanos es el problema que podría traer aparejado para los numerosos animales y organismos fotosintéticos marinos, como corales, bivalvos, y algunas especies de plancton que elaboran sus conchas y esqueletos a partir del carbonato de calcio. El proceso de “calcificación” se verá impedido a medida que el agua se torne más ácida. El plancton, que es la base de la cadena alimenticia marina y una importante fuente de alimento para los peces y mamíferos marinos, constituye uno de los grupos

de seres vivos más abundantes que se verán afectados. Según las pruebas disponibles, es muy difícil decir si las especies y los ecosistemas marinos lograrán adaptarse o evolucionar en respuesta a los cambios tan abruptos de la química oceánica. El estudio de los efectos de las altas concentraciones de CO<sub>2</sub> en los océanos todavía se encuentra en sus etapas iniciales.

Sin embargo, las consecuencias adversas ya se están haciendo patentes en el caso de los arrecifes de coral, que se encuentran entre los ecosistemas marinos más vulnerables a los cambios en el clima y la composición atmosférica, y se ven amenazados por una combinación de efectos humanos directos y cambios climáticos mundiales. Su pérdida afectaría directamente a millones de personas. Los arrecifes de coral, tanto tropicales como de aguas frías y profundas, constituyen centros mundiales de biodiversidad. Implican productos y servicios por unos US\$375.000 millones por año para casi 500 millones de personas. Alrededor de 30 millones de las personas más pobres del mundo dependen directamente de los ecosistemas de arrecifes de coral para obtener su alimento.

Los recientes incrementos de temperatura ya están empujando los arrecifes de coral a sus límites térmicos. Las temperaturas

más altas de la superficie marina ocasionan estrés térmico en el coral, así como su blanqueamiento (la pérdida o muerte de algas simbióticas), que suele tener como resultado una mortandad en gran escala. Es probable que se produzca un “punto de inflexión” en muchas zonas si las temperaturas oceánicas se incrementan más de 2°C por encima de los niveles preindustriales, especialmente a medida que la acidificación reduzca las concentraciones de carbonato y, por ende, impida el crecimiento de los arrecifes. Cuando muere el coral, las macroalgas colonizan los arrecifes muertos y no permiten que el coral vuelva a crecer. Una gestión deficiente puede profundizar esta dinámica, porque la sobrepesca de peces herbívoros de arrecife ocasiona una mayor abundancia de macroalgas, y la escorrentía de sedimentos y nutrientes a raíz de la deforestación y las prácticas agrícolas inadecuadas fomenta el crecimiento de macroalgas, lo que exacerba el daño que sufre el coral.

Fuentes: Barange y Perry, 2008; Doney, 2006; Fabry y otros, 2008; Wilkinson, 2008.

a. Declaración de Mónaco, <http://ioc3.unesco.org/oanet/Symposium2008/MonacoDeclaration.pdf> (consultado en mayo de 2009).

coral moriría (recuadro TEA.2) y algunos cultivos, en especial los cereales, no podrían crecer satisfactoriamente en los climas alterados de las regiones de latitudes bajas. Es probable que alrededor de una cuarta parte de las especies vegetales y animales enfrente un mayor riesgo de extinción (véase el “Tema especial B”)<sup>24</sup>. Las comunidades padecerán un mayor estrés térmico, y las costas sufrirán inundaciones más frecuentes<sup>25</sup>.

¿Qué pasaría si las temperaturas se elevaran 5°C por encima de los niveles preindustriales? Alrededor de otros 3.000 millones de personas sufrirían estrés hídrico, habría muerto la mayor parte del coral, aproximadamente el 50% de las especies del mundo terminaría por extinguirse, se reduciría la productividad de los cultivos en zonas tanto templadas como tropicales, se inundaría alrededor del 30% de los humedales costeros, el mundo se encontraría con un nivel del mar varios

metros más alto y la mayor incidencia de enfermedades diarreicas y cardiopulmonares representaría una carga considerable para los sistemas de salud<sup>26</sup>. Se espera que los ecosistemas terrestres pasen de ser “sumideros” (depósitos) de carbono a constituir una fuente de carbono; ya sea que este carbono se libere como dióxido de carbono o como metano, de cualquier manera aceleraría el calentamiento mundial<sup>27</sup>. Muchos pequeños países insulares y planicies costeras se verían inundados por mareas de tormenta y la elevación del nivel del mar debido al deterioro de los principales mantos de hielo, y el estilo de vida tradicional de los pueblos árticos se perdería al retroceder el hielo marino.

Pruebas recientes indican que la pérdida de hielo marino, el derretimiento de los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida, el ritmo de elevación del nivel del mar, y el derretimiento del permafrost y los glaciares de montaña son más

rápidos que lo que se esperaba cuando se redactó el informe del IPCC de 2007<sup>28</sup>. Nuevos análisis señalan que las sequías en África occidental<sup>29</sup> y la extinción de los bosques pluviales amazónicos<sup>30</sup> podrían ser más probables que lo que se creía<sup>31</sup>.

Mientras que en muchas ocasiones se ha mencionado la incertidumbre científica como motivo para esperar que existan más pruebas antes de actuar para controlar el cambio climático, estas últimas sorpresas nos enseñan que la espera también puede jugar en contra y los resultados pueden ser peores que los esperados. Como se destaca en el “Panorama general” y en el capítulo 1, la existencia de incertidumbre justifica un enfoque preventivo del cambio climático, dado el potencial de que se produzcan efectos irreversibles y la inercia del sistema climático, de la renovación de la infraestructura y la tecnología, y de los sistemas socioeconómicos.



## ¿Cruzamos umbrales?

Estos efectos no reflejan por completo la probabilidad y la incertidumbre de un incremento de los fenómenos extremos, ni definen los umbrales de episodios catastróficos irreversibles. Aunque el cambio climático se suele describir como un aumento gradual de la temperatura media mundial, esta caracterización es insuficiente y engañosa por lo menos en dos sentidos.

En primer lugar, los registros históricos y paleoclimáticos dan motivo para creer que los cambios proyectados del clima podrían producirse a modo de saltos y mutaciones, y no de manera gradual. Como se señaló anteriormente, los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida occidental corren un riesgo especial por el calentamiento de la Tierra, y parece haber mecanismos que podrían ocasionar cambios considerables y rápidos en la cantidad de hielo que aquéllos acumulan<sup>32</sup>. Esto es importante porque la pérdida total del hielo acumulado actualmente en ambos mantos terminaría por elevar el nivel del mar mundial unos 12 metros. Algunos análisis indican que este proceso avanzaría lentamente en un mundo en proceso de calentamiento y tomaría varios milenios o más. No obstante, otros estudios recientes muestran que, dado que se encuentran mayormente debajo del nivel del mar y rodeados de agua en proceso de calentamiento, estos mantos de hielo se podrían deteriorar mucho más rápido, posiblemente en cuestión de siglos<sup>33</sup>. Un aumento acentuado del derretimiento de cualquiera de los dos mantos de hielo o de ambos, acompañado de cambios en la circulación oceánica, es apenas uno de los diversos puntos de inflexión posibles en el sistema climático de un mundo en proceso de calentamiento, en el que los cambios podrían implicar pasar un punto sin retorno, más allá del cual el sistema cambie a un estado diferente y aumente en consecuencia el potencial de graves perturbaciones ambientales y sociales<sup>34</sup>.

En segundo lugar, nadie vive en la temperatura media mundial. Los efectos del cambio climático presentarán diferencias notables de una región a otra, y en muchos casos interactuarán con otros tipos de estrés ambiental. Por ejemplo, la evaporación y las precipitaciones van en aumento y seguirán aumentando a nivel mundial, pero, al mutar la circulación atmosférica,

los cambios serán diferentes a nivel regional: algunos lugares se volverán más húmedos y otros más secos. Otras consecuencias probables pueden ser cambios en las trayectorias de tormentas, ciclones tropicales más intensos y precipitaciones extremas, una línea de nieve más alta que tenga por resultado una capa de nieve más reducida en primavera, una mayor contracción de los glaciares de montaña<sup>35</sup>, cobertura reducida de las nevadas invernales y el hielo marino, una evaporación más rápida de la humedad de la tierra que provoque sequías e incendios más frecuentes e intensos, menores extensiones de permafrost y episodios de contaminación del aire más frecuentes. También es probable que se produzcan cambios en los tiempos y los patrones de los monzones y las oscilaciones oceánicas y atmosféricas (como El Niño/Oscilación Sur y la Oscilación del Atlántico Norte). En el mapa TEA.2 y el cuadro TEA.1 se muestran algunos de los posibles puntos de inflexión, su ubicación, y las temperaturas que podrían desencadenar los cambios, así como los probables efectos.

## ¿Podemos aspirar a un calentamiento de 2°C y evitar uno de 5°C o más?

La conclusión de muchos estudios es que, si se estabilizan las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero en 450 ppm de CO<sub>2</sub> o su equivalente, se alcanzará apenas una probabilidad del 40-50% de limitar el incremento de la temperatura media mundial a 2°C por encima de los niveles preindustriales<sup>36</sup>. En relación con las emisiones existen muchas trayectorias que podemos recorrer para llegar a esa meta, pero en todas ellas las emisiones deberán alcanzar su punto máximo en la próxima década y después disminuir en todo el mundo hasta la mitad de los niveles actuales antes de 2050, con mayores reducciones de las emisiones después de ese año. No obstante, para poder estar más seguros de que no se superará una temperatura determinada, las reducciones de las emisiones deben ser todavía más pronunciadas. Como se indica en el gráfico TEA.7c, el pronóstico más aproximado de una trayectoria de 2°C no puede excluir la posibilidad de alcanzar los 4°C.

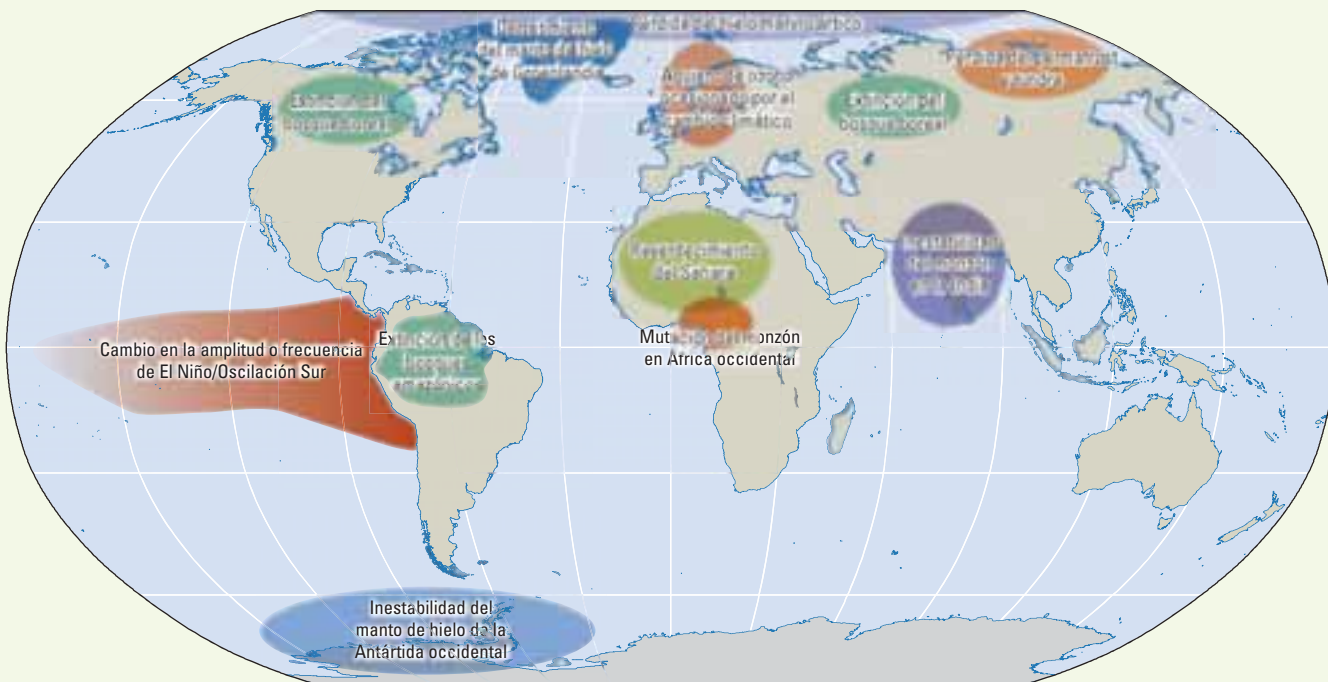
Una manera más adecuada de abordar el problema consiste en pensar en un

presupuesto de emisiones. Para mantener el calentamiento ocasionado exclusivamente por CO<sub>2</sub> en un rango de hasta 2°C, se deberá limitar las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> a 1 billón de toneladas (Tt) de carbono (3,7 Tt de CO<sub>2</sub>)<sup>37</sup>. El mundo ya ha emitido la mitad de dicha cantidad en los últimos dos siglos y medio. Si en el siglo XXI siguiéramos el curso actual, el otro medio billón de toneladas se emitiría en 40 años, y las futuras generaciones se verían obligadas a vivir en un mundo con una emisión de carbono prácticamente nula.

El concepto de un presupuesto acumulativo proporciona un marco para pensar en objetivos de corto y de largo plazo. Por ejemplo, cuanto más altas sean las emisiones en 2020, más bajas deberán ser en 2050 para mantenerse dentro del mismo presupuesto general. Si se permite que las emisiones de carbono aumenten otro 20-40% antes de comenzar las reducciones, la tasa de reducción se deberá ubicar entre el 4% (la trayectoria naranja en el gráfico TEA.7a) y el 8% (la trayectoria azul) al año a fin de respetar el presupuesto de carbono. Con fines de comparación, recordemos que en Kyoto los países ricos acordaron reducir las emisiones en un 5,2% con respecto a los niveles de 1990 en el período entre 2008 y 2012, mientras que las emisiones mundiales totales deberían reducirse entre 4 y 8% en todos y cada uno de los años a fin de limitar el calentamiento a aproximadamente 2°C.

El calentamiento ocasionado por otros gases de efecto invernadero, como el metano, el carbono negro y el óxido nitroso –que actualmente ocasionan alrededor del 25% del calentamiento total– implica que se deberá alcanzar un límite todavía más bajo de CO<sub>2</sub> para no superar los 2°C de calentamiento por actividades humanas. Estos otros gases de efecto invernadero podrían representar unos 125.000 millones de los 500.000 millones de toneladas restantes de nuestro presupuesto de emisiones, lo que significa que el dióxido de carbono que se puede emitir, medido en carbono, totaliza en realidad apenas unos 375.000 millones de toneladas<sup>38</sup>. Las medidas de corto plazo para reducir, en 2020, las emisiones de gases potentes –pero efímeros– como el metano, el carbono negro o el ozono troposférico desaceleran el ritmo del calentamiento. Es

Mapa TEA.2 Potenciales elementos de inflexión en el sistema climático: distribución mundial



Fuente: adaptado de Lenton y otros, 2008.

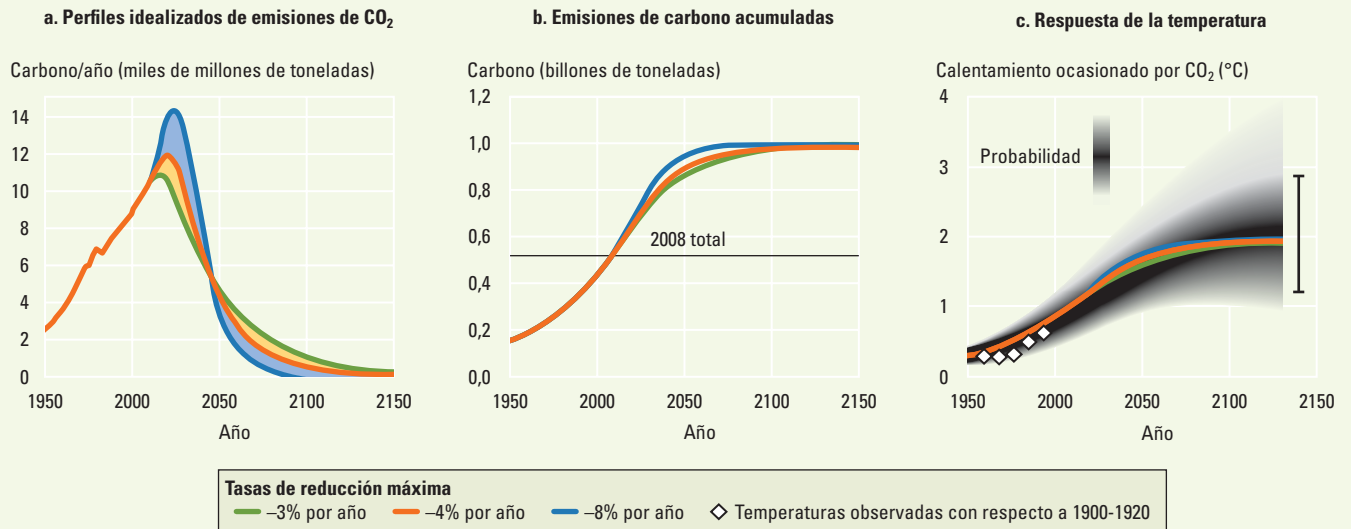
Nota: varias características del sistema climático a nivel regional tienen puntos de inflexión, lo que significa que una pequeña perturbación del clima en un punto crítico podría desencadenar una mutación abrupta o irreversible del sistema. Las mutaciones se podrían activar este siglo, según el ritmo y la magnitud del cambio climático.

Cuadro TEA.1 Potenciales elementos de inflexión en el sistema climático: activadores, plazos y consecuencias

Elemento de inflexión	Nivel de calentamiento activador	Plazo de transición	Principales consecuencias
Desaparición del hielo marino ártico de verano	+ 0,5 a 2°C	~10 años (rápido)	Mayor calentamiento, cambios en ecosistemas
Derretimiento del manto de hielo de Groenlandia	+ 1 a 2°C	>300 años (lento)	Elevación del nivel del mar de 2 a 7 metros
Derretimiento del manto de hielo de la Antártida occidental	+ 3 a 5°C	>300 años (lento)	Elevación del nivel del mar de 5 metros
Colapso de la circulación termohalina en el Atlántico	+ 3 a 5°C	~100 años (gradual)	Enfriamiento regional en Europa
Persistencia de El Niño/Oscilación Sur (ENSO)	+ 3 a 6°C	~100 años (gradual)	Sequía en el sudeste asiático y otras regiones
Monzón de verano en la India	N/C	~1 año (rápido)	Sequía
Monzón del Sahara/Sahel y África occidental	+ 3 a 5°C	~10 años (rápido)	Mayor capacidad de arrastre
Extinción de los bosques amazónicos	+ 3 a 4°C	~50 años (gradual)	Pérdida de biodiversidad, disminución de las precipitaciones
Desplazamiento del bosque boreal hacia el norte	+ 3 a 5°C	~50 años (gradual)	Mutaciones de los biomas
Calentamiento de las aguas profundas antárticas	No está claro	~100 años (gradual)	Cambios en la circulación oceánica, reducción del almacenamiento de carbono
Derretimiento de la tundra	En curso	~100 años (gradual)	Mayor calentamiento, mutaciones de los biomas
Derretimiento del permafrost	En curso	<100 años (gradual)	Mayor calentamiento por la liberación de metano y dióxido de carbono
Liberación de hidratos de metano marinos	En curso	1.000 a 100.000 años	Mayor calentamiento por la liberación de metano

Fuente: adaptado de Lenton y otros, 2008.

Nota: cuando se analizaron las opiniones de expertos sobre la probabilidad de pasar un punto de inflexión en un subconjunto de estos sistemas –el derretimiento del manto de hielo de la Antártida occidental, el derretimiento del manto de hielo de Groenlandia, la extinción de los bosques amazónicos y la circulación oceánica (Kriegler y otros, 2009)–, se estimó que existía una probabilidad de al menos un 16% de que ocurriera uno de estos episodios y así se alcanzara un calentamiento de 2 a 4°C. La probabilidad se elevaría a más del 50% para un cambio de la temperatura media mundial por encima de 4°C con respecto a los niveles del año 2000. En muchos casos, estas cifras son considerablemente más altas que la probabilidad asignada a episodios catastróficos en evaluaciones actuales de los daños climáticos; por ejemplo, Stern (2007) supuso una pérdida de los mantos de hielo del orden del 5 al 20% con una probabilidad del 10% de un calentamiento de 5°C.

**Gráfico TEA.7 Maneras de limitar el calentamiento a 2°C por encima de los niveles preindustriales**

Fuente: Allen y otros, 2009a.

Nota: tres trayectorias idealizadas de emisiones de CO<sub>2</sub> (TEA.7a), todas compatibles con emisiones acumuladas totales (b) de 1 billón de toneladas de carbono. Cada una de las trayectorias arroja el mismo rango de incremento proyectado de la temperatura (c) con respecto a la incertidumbre de la respuesta del sistema climático (sombreado gris y barra de error roja), siempre que el total acumulado se mantenga intacto. Las curvas azul, verde y roja del gráfico TEA.7a son compatibles con el presupuesto de 1 billón de toneladas, pero cuanto más alto sea y cuanto más tarde se produzca el punto máximo de las emisiones, éstas se deberán reducir con más rapidez a fin de mantenerse dentro del mismo presupuesto de emisiones acumuladas. Los diamantes del gráfico TEA.7c indican las temperaturas observadas respecto de 1900-1920. Si bien 2°C es el resultado más probable, no se pueden descartar incrementos de temperatura de hasta 4°C por encima de los niveles preindustriales.

más, reducir el carbono negro en un 50% o el ozono en un 70%<sup>39</sup>, o detener la deforestación, compensarían individualmente alrededor de una década de emisiones por combustibles fósiles y ayudarían a limitar el calentamiento en combinación con la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Para reducir verdaderamente el riesgo de calentamiento excesivo, quizás también sea necesario pasar a las emisiones negativas. Puede ser posible lograrlo —es decir, detener por completo las emisiones y, al mismo tiempo, eliminar CO<sub>2</sub> de la atmósfera— mediante el uso de biomasa para producir energía, seguido del secuestro del carbono (véase el capítulo 4).

## Notas

1. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2007b. El IPCC se organizó en 1988 como entidad conjunta de la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente encaminada a sintetizar el estado de los conocimientos científicos sobre el cambio climático en una serie periódica de evaluaciones de envergadura. La primera de ellas se terminó en 1990; la segunda, en 1995; la tercera, en 2001, y la cuarta, en 2007.

2. Raupach y otros, 2007.

3. [http://unfccc.int/essential\\_background/convention/background/items/1353.php](http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1353.php) (consultado el 30 de agosto de 2009).

4. Smith y otros, 2009.

5. Parry y otros, 2007.

6. Los aumentos de temperatura en los polos duplicarán, aproximadamente, el promedio mundial.

7. Schneider von Deimling y otros, 2006.

8. Los aumentos observados han sido, como promedio, de alrededor de 0,2°C por década desde 1990, lo que nos permite aceptar con confianza las proyecciones futuras. Véase IPCC, 2007a, cuadro 3.1, donde se indica un rango de 0,1 a 0,6°C por década en todas las situaciones hipotéticas.

9. Según las últimas estimaciones de la Organización Meteorológica Mundial, la concentración promedio de CO<sub>2</sub> en 2008 era de 387 partes por millón (ppm). También han aumentado las concentraciones de metano y óxido nitroso, que alcanzaron nuevos valores máximos, de 1.789 y 321 partes por mil millones, respectivamente. La concentración de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) es una cantidad que describe, para una mezcla y una cantidad dadas de gases de efecto invernadero, la cantidad de CO<sub>2</sub> que tendría el mismo potencial de contribuir al calentamiento mundial medido durante un período determinado. Por ejemplo, para la misma masa de gas, el potencial de calentamiento atmosférico (PCA) del metano en un período de 100 años es de 25 y

del del óxido nitroso, de 298. Esto implica que las emisiones de una tonelada métrica de metano y óxido nitroso tendrían, respectivamente, la misma influencia en el calentamiento que las emisiones de 25 y 298 toneladas métricas de dióxido de carbono. Afortunadamente, la masa de las emisiones de estos gases no es tan grande como la del CO<sub>2</sub>, de manera que su influencia efectiva en el calentamiento es menor. Cabe señalar, no obstante, que el PCA puede variar en distintos periodos; por ejemplo, el PCA del metano a corto plazo (20 años) es de 75, lo cual indica que, en periodos de tiempo breves, las emisiones de metano son muy importantes, y controlarlas puede desacelerar el ritmo del cambio climático.

10. Los compuestos halocarbonados son sustancias químicas que contienen átomos de carbono unidos a átomos halógenos (flúor, cloro, bromo o yodo), que tienden a ser muy persistentes y no reactivas. Hasta que se los prohibió para proteger la capa de ozono, muchos de estos compuestos se empleaban como refrigerantes y en la composición de materiales aislantes. Debido a que también contribuyen al calentamiento mundial, su prohibición mediante el Protocolo de Montreal y posteriores modificaciones ha ayudado a limitar el calentamiento mundial (de hecho, todavía más que el Protocolo de Kyoto). Si bien es verdad que los compuestos que se introdujeron en reemplazo contribuyen en menor medida al calentamiento mundial y al agotamiento del ozono, un gran

aumento en el uso de estos reemplazos podría ejercer un efecto de calentamiento considerable con el tiempo, por lo que las emisiones de dichos compuestos se deberían reducir en las próximas décadas.

11. La eliminación natural de las partículas de sulfatos de la atmósfera en las primeras semanas posteriores a su formación también es el principal factor que contribuye a la acidificación de las precipitaciones (lluvia ácida), que reduce la fertilidad de la tierra, daña plantas y edificios, y es nociva para la salud humana.

12. Forster y otros, 2007.

13. Adger y otros, 2008; Grupo de Expertos Científicos sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (SEG), 2007.

14. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005. Estos cambios, que en apariencia son contradictorios, son posibles porque, al aumentar la temperatura, aumenta tanto la evaporación como la capacidad de la atmósfera de retener vapor de agua. Cuando aumenta el contenido de vapor de agua en la atmósfera, las lluvias convectivas se vuelven más intensas y provocan inundaciones con más frecuencia. Al mismo tiempo, las temperaturas más altas llevan a una evaporación más rápida de las zonas terrestres, que a su vez ocasiona un agotamiento más rápido de la humedad de la tierra y el comienzo más rápido de las sequías. La consecuencia es que una región en particular puede, en distintos momentos, enfrentar tanto inundaciones más intensas como sequías más graves.

15. Webster y otros, 2005.

16. El derretimiento de nieve y hielo en latitudes altas lleva a la "amplificación polar" del incremento de la temperatura, porque reemplaza superficies reflectantes con tierra oscura o aguas abiertas, que absorben el calor y crean una retroalimentación positiva para un mayor calentamiento o derretimiento.

17. Allison y otros, 2005.

18. Parry y otros, 2007.

19. IPCC, 1995.

20. IPCC, 2001.

21. IPCC, 2007a. El IPCC emplea la frase "muy probablemente" para indicar una certeza mayor al 90%.

22. Füßel, 2008; Ramanathan y Feng, 2008.

23. Brewer y Peltzer, 2009; McNeil y Matear, 2008; Silverman y otros, 2009.

24. Parry y otros, 2007.

25. Parry y otros, 2007, cuadro TS3.

26. Battisti y Naylor, 2009; Lobell y Field, 2007.

27. Panel Mundial de Expertos Forestales sobre la adaptación de los bosques al cambio climático, 2009.

28. Centro Nacional de Datos sobre la Nieve y el Hielo, <http://nsidc.org> (consultado en agosto de 2009); Füßel, 2008; Rahmstorf, 2007.

29. Shanahan y otros, 2009.

30. Phillips y otros, 2009.

31. Allan y Soden, 2008.

32. Rignot y Kanagaratnam, 2006; Steffen y otros, 2008.

33. Füßel, 2008.

34. Lenton y otros, 2008.

35. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-Servicio mundial de vigilancia de glaciares (PNUMA-WGMS), 2008.

36. Véanse también el "Panorama general" y el capítulo 4.

37. Allen y otros, 2009b.

38. Meinshausen y otros, 2009.

39. Wallack y Ramanathan, 2009.

## Referencias

ACIA (Evaluación de los efectos del cambio climático en el Ártico). 2005. *Arctic Climate Impact Assessment*. Nueva York: Cambridge University Press.

Adger, W. N., S. Dessai, M. Goulden, M. Hulme, I. Lorenzoni, D. R. Nelson, L. O. Naess, J. Wolf y A. Wreford. 2008. "Are There Social Limits to Adaptation to Climate Change?". *Climatic Change* 93 (3-4): 335-54.

Allan, R. P. y B. J. Soden. 2008. "Atmospheric Warming and the Amplification of Precipitation Extremes". *Science* 321 (5895): 1481-84.

Allen, M., D. Frame, K. Frieler, W. Hare, C. Huntingford, C. Jones, R. Knutti, J. Lowe, M. Meinshausen y S. Raper. 2009a. "The Exit Strategy". *Nature Reports Climate Change* 3: 56-58.

Allen, M., D. J. Frame, C. Huntingford, C. D. Jones, J. A. Lowe, M. Meinshausen y N. Meinshausen. 2009b. "Warming Caused by Cumulative Carbon Emissions towards the Trillionth Tonne". *Nature* 458: 1163-66.

Allison, E. H., W. N. Adger, M. Badjeck, K. Brown, D. Conway, N. K. Dulvy, A. S. Halls, A. Perry y J. D. Reynolds. 2005. *Effects of Climate Change on the Sustainability of Capture and Enhancement Fisheries Important to the Poor: Analysis of the Vulnerability and Adaptability of Fisherfolk Living in Poverty*. Londres: RU. Department for International Development (DfID).

Barange, M. y R. I. Perry. 2008. "Physical and Ecological Impacts of Climate Change Relevant to Marine and Inland Capture Fisheries and Aquaculture". Documento presentado ante la conferencia de la FAO sobre Cambio climático e industria pesquera y acuicultura. Roma.

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. Nakićenović, 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. 2007. "Technical Summary". En B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave y L. A. Meyer, ed., *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.

Battisti, D. S. y R. L. Naylor. 2009. "Historical Warnings of Future Food Insecurity with Unprecedented Seasonal Heat". *Science* 323 (5911): 240-44.

Brewer, P. G. y E. T. Peltzer. 2009. "Oceans: Limits to Marine Life". *Science* 324 (5925): 347-48.

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.

Doney, S. C. 2006. "The Dangers of Ocean Acidification". *Scientific American* 294 (3): 58-65.

Evaluación de Ecosistemas del Milenio. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis Report*. Washington, DC: Instituto de Recursos Mundiales.

Fabry, V. J., B. A. Seibel, R. A. Feely y J. C. Orr. 2008. "Impacts of Ocean Acidification on Marine Fauna and Ecosystem Processes". *ICES Journal of Marine Sciences* 65 (3): 414-32.

Fischlin, A., G. F. Midgley, J. T. Price, R. Leemans, B. Gopal, C. Turley, M. D. A. Rounsevell, O. P. Dube, J. Tarazona y A. A. Velichko. 2007. "Ecosystems, Their Properties, Goods and Services". 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*, ed. M. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson. Cambridge, RU: Cambridge University Press.

Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Bernsten, R. Betts, D. W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D. C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz y R. Van Dorland. 2007. "Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing". 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*, ed. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor y H. L. Miller. Cambridge, RU: Cambridge University Press.

- Füssel, H. M. 2008. "The Risks of Climate Change: A Synthesis of New Scientific Knowledge Since the Finalization of the IPCC Fourth Assessment Report". Nota de antecedentes para el IDM 2010.
- Houghton, R. A. 2003. "The Contemporary Carbon Cycle". En *Treatise on Geochemistry*, vol. 8, *Biogeochemistry*, ed. W. H. Schlesinger. Nueva York: Elsevier.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 1995. *Climate Change 1995: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ginebra: IPCC.
- . 2000. *IPCC Special Report: Methodological and Technological Issues in Technology Transfer—Summary for Policymakers*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- . 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, RU: Cambridge University Press.
- . 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: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor y H. L. Miller. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Karl, T. R., J. M. Melillo y T. C. Peterson. 2009. *Global Climate Change Impacts in the United States*. Washington, DC: U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research.
- Kriegler, E., J. W. Hall, H. Held, R. Dawson y H. J. Schellnhuber. 2009. "Imprecise Probability Assessment of Tipping Points in the Climate System". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (13): 5041-46.
- Lenton, T. M., H. Held, E. Kriegler, J. W. Hall, W. Lucht, S. Rahmstorf y H. J. Schellnhuber. 2008. "Tipping Elements in the Earth's Climate System". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (6): 1786-93.
- Lobell, D. B. y C. B. Field. 2007. "Global Scale Climate-Crop Yield Relationships and the Impacts of Recent Warming". *Environmental Research Letters* 2: 1-7.
- McNeil, B. I. y R. J. Matear. 2008. "Southern Ocean Acidification: A Tipping Point at 450-ppm Atmospheric CO<sub>2</sub>". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (48): 18860-64.
- Meinshausen, M., N. Meinshausen, W. Hare, S. C. B. Raper, K. Frieler, R. Knutti, D. J. Frame y M. R. Allen. 2009. "Greenhouse-Gas Emission Targets for Limiting Global Warming to 2°C". *Nature* 458 (7242): 1158-62.
- Mote, T. L. 2007. "Greenland Surface Melt Trends 1973-2007: Evidence of a Large Increase in 2007". *Geophysical Research Letters* 34 (22): L22507-  
doi:10.1029/2007GL031976.
- Panel Mundial de Expertos Forestales sobre la adaptación de los bosques al cambio climático. 2009. *Adaptation of Forests and People to Climate Change: A Global Assessment Report*. Viena: Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal.
- 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*, ed. M. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Phillips, O. L., L. E. O. C. Aragao, S. L. Lewis, J. B. Fisher, J. Lloyd, G. López-González, Y. Malhi, A. Monteagudo, J. Peacock, C. A. Quesada, G. van der Heijden, S. Almeida, I. Amaral, L. Arroyo, G. Aymard, T. R. Baker, O. Banki, L. Blanc, D. Bonal, P. Brando, J. Chave, A. C. A. de Oliveira, N. D. Car dozo, C. I. Czimczik, T. R. Feldpausch, M. A. Freitas, E. Gloor, N. Higuchi, E. Jiménez, G. Lloyd, P. Meir, C. Men doza, A. Morel, D. A. Neill, D. Nepstad, S. Patiño, M. C. Peñuela, A. Prieto, F. Ramírez, M. Schwarz, J. Silva, M. Sil veira, A. S. Tomas, H. Steege, J. Stropp, R. Vásquez, P. Zelazowski, E. A. Dávila, S. Andelman, A. Andrade, K. J. Chao, T. Erwin, A. Di Fiore, H. Euridice, H. Keeling, T. J. Killeen, W. F. Laurance, A. P. Cruz, N. C. A. Pitman, P. N. Vargas, H. Ramírez-Angulo, A. Rudas, R. Salamao, N. Silva, J. Terborgh y A. Torres-Lezama. 2009. "Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest". *Science* 323 (5919): 1344-47.
- PNUMA-WGMS (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Servicio mundial de vigilancia de glaciares). 2008. *Global Glacier Changes: Facts and Figures*. Chatelaine, Suiza: DEWA/GRID-Europa.
- Prentice, I. C., G. D. Farquhar, M. J. R. Fasham, M. L. Goulden, M. Heimann, V. J. Jaramillo, H. S. Kheshgi, C. Le Quere, R. J. Scholes y D. W. R. Wallace. 2001. "The Carbon Cycle and Atmospheric Carbon Dioxide". En *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell y C. A. Johnson. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Rahmstorf, S. 2007. "A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-level Rise". *Science* 315: 368-70.
- Ramanathan, V. e Y. Feng. 2008. "On Avoiding Dangerous Anthropogenic Interference with the Climate System: Formidable Challenges Ahead". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (38): 14245-50.
- 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.
- Rignot, E. y P. Kanagaratnam. 2006. "Changes in the Velocity Structure of the Greenland Ice Sheet". *Science* 311 (5763): 986-90.
- Sabine, C. L., M. Heiman, P. Artaxo, D. C. E. Bakker, C.-T. A. Chen, C. B. Field, N. Gruber, C. Le Quere, R. G. Prinn, J. E. Richey, P. Romero-Lankao, J. A. Sathaye y R. Valentini. 2004. "Current Status and Past Trends of the Carbon Cycle". En *The Global Carbon Cycle: Integrating Humans, Climate and the Natural World*, ed. C. B. Field y M. R. Raupach. Washington, DC: Island Press.
- Schneider von Deimling, T., H. Held, A. Ganopolski y S. Rahmstorf. 2006. "How Cold Was the Last Glacial Maximum?". *Geophysical Research Letters* 33: L14709, doi:10.1029/2006GL026484.
- SEG (Grupo de Expertos Científicos sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible). 2007. *Confronting Climate Change: Avoiding the Unmanageable and Managing the Unavoidable*. Washington, DC: Sigma Xi y la Fundación pro Naciones Unidas.
- Shanahan, T. M., J. T. Overpeck, K. J. Anchukaitis, J. W. Beck, J. E. Cole, D. L. Dettman, J. A. Peck, C. A. Scholz y J. W. King. 2009. "Atlantic Forcing of Persistent Drought in West Africa". *Science* 324 (5925): 377-80.
- Silverman, J., B. Lazar, L. Cao, K. Caldiera y J. Erez. 2009. "Coral Reefs May Start Dissolving When Atmospheric CO<sub>2</sub> Doubles". *Geophysical Research Letters* 36 (5): L05606-  
doi:10.1029/2008GL036282.
- 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. Füssel, 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.
- Stefensen, J. P., K. K. Andersen, M. Bigler, H. B. Clausen, D. Dahl-Jensen, H. Fischer, K. Goto-Azuma, M. Hansson, S. J. Johnsen, J. Jouzel, V. Masson-Delmotte, T. Popp, S. O. Rasmussen, R. Rothlisberger, U. Ruth, B. Stauffer, M. L. Siggaard-Andersen, A. E. Sveinbjornsdottir, A. Svensson y J. W. C. White. 2008. "High-Resolution Greenland Ice Core Data Show Abrupt Climate Change Happens in Few Years". *Science* 321 (5889): 680-84.
- Stern, N. 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Wallack, J. S. y V. Ramanathan. 2009. "The Other Climate Changers". *Foreign Affairs* 5 (88): 105-13.
- Webster, P. J., G. J. Holland, J. A. Curry y H. R. Chang. 2005. "Changes in Tropical Cyclone Number, Duration and Intensity in a Warming Environment". *Science* 309 (5742): 1844-46.
- Wilkinson, C., ed. 2008. *Status of Coral Reefs of the World 2008*. Townsville: Australian Institute of Marine Science.

PARTE

---

# 1





## Reducir la vulnerabilidad humana: cómo ayudar a la gente a ayudarse a sí misma

**E**n Bangladesh, algunas familias están dudando entre reconstruir sus casas y sus medios de subsistencia después de la enésima inundación –fenómeno anteriormente ocasional pero que ahora se repite cada pocos años– o probar suerte en Dhaka, la superpoblada capital. En los altos bosques de Australia meridional, las familias están considerando si reconstruir o no sus casas después de los incendios más destructivos de la historia –conscientes de que son todavía víctimas de la sequía más prolongada y grave que se haya registrado. Dado que las pérdidas debidas a episodios meteorológicos extremos son inevitables, las sociedades han elegido, explícita o implícitamente, los riesgos que están dispuestas a soportar y las estrategias de supervivencia para hacerles frente. Algunas pérdidas son tan elevadas y los remedios tan insuficientes que interfieren con el desarrollo. A medida que cambia el clima, cada vez es mayor el número de personas que sufren lo que se conoce con el nombre de “déficit de adaptación”.

Tradicionalmente, han sido los hogares y comunidades<sup>1</sup>, con sus decisiones sobre los medios de subsistencia, las asignaciones de activos y las preferencias de ubicación, los responsables de reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de resistencia al cambio climático. La experiencia demuestra que la toma de decisiones de alcance local, la diversidad y el aprendizaje social son características clave de las comunidades flexibles y con capacidad de resistencia<sup>2</sup> y que las comunidades vulnerables pueden ser instrumentos eficaces de innovación y adaptación<sup>3</sup>. Por otro lado, el cambio climático puede llegar a superar la capacidad de los esfuerzos locales, lo que obligaría a recurrir más a las estructuras de apoyo de alcance nacional y mundial.

La vulnerabilidad no es estática, y los efectos del cambio climático amplificarán muchas formas de vulnerabilidad humana. Las ciudades abarrotadas se expanden hacia zonas peligrosas. Los sistemas naturales se transforman por los efectos de la agricultura moderna. El desarrollo de la infraestructura –presas y carreteras– crea nuevas oportunidades pero puede generar también nuevos riesgos para las personas. El cambio climático, superpuesto a estos procesos, representa un estrés adicional para los sistemas naturales, humanos y sociales. Los medios de subsistencia deben funcionar en condiciones que cambiarán casi con toda certeza pero que no se pueden prever con seguridad.

Cualquiera que sea la trayectoria de mitigación, las temperaturas y otros cambios climáticos se mantendrán semejantes a lo largo de los próximos decenios. Las temperaturas son ya aproximadamente 1°C superiores a las de la era preindustrial, y todas las suposiciones realistas de mitigación parecen indicar que se

### Mensajes clave

El cambio climático es inevitable. Afectará a las personas tanto física como económicamente, sobre todo en los países pobres. La adaptación requiere un sólido proceso de toma de decisiones, planificación con un horizonte temporal prolongado y basada en una gran variedad de situaciones hipotéticas climáticas y socioeconómicas. Los países pueden reducir los riesgos físicos y financieros asociados con condiciones atmosféricas variables y extremas. Pueden también proteger a los más vulnerables. Algunas prácticas arraigadas deberán ampliarse –como los seguros y la protección social– y otras deberán modificarse –como la planificación urbana y de la infraestructura. Estas medidas de adaptación tendrían beneficios incluso en ausencia del cambio climático. Están apareciendo iniciativas prometedoras, pero para aplicarlas en la escala necesaria se necesitarán recursos financieros, esfuerzos, inventiva e información.

registrará otra subida de 1°C para mediados de siglo. En cambio, desde 2050 en adelante el mundo será muy diferente del actual; que lo sea en mayor o menor medida dependerá de la mitigación. Consideremos dos posibilidades para los hijos y nietos de esta generación. En la primera, el mundo consigue que las temperaturas no suban más de 2 a 2,5°C por encima de los niveles preindustriales. En la segunda, las emisiones son mucho mayores, lo que daría lugar con el tiempo a una subida de aproximadamente 5°C o más con respecto a los niveles preindustriales<sup>4</sup>.

Incluso en el caso de una subida más moderada de las temperaturas, muchos ecosistemas sufrirán cada vez mayor estrés, las pautas de las plagas y enfermedades continuarán cambiando y la agricultura requerirá cambios significativos en sus prácticas o desplazamientos en su ubicación. En el supuesto de una subida más considerable de las temperaturas, la mayoría de las tendencias negativas se agravarán y las pocas tendencias positivas, como el aumento de la productividad agrícola en las regiones productoras más frescas, se invertirán. La agricultura experimentará una gran transformación en sus prácticas y ubicación. La intensidad de las tormentas será mayor. Es probable que el nivel del mar suba aproximadamente un metro<sup>5</sup>. Las inundaciones, las sequías y las temperaturas extremas serán mucho más frecuentes<sup>6</sup>. El pasado decenio ha sido el más caluroso registrado, pero para 2070 es probable que incluso en los años más frescos las temperaturas sean más altas que en la actualidad. A medida que aumente el estrés físico y biológico resultante del cambio climático, crecerán también las tensiones sociales.

En la trayectoria que prevé una subida más elevada de las temperaturas, el calentamiento podría provocar en los sistemas de la Tierra reacciones que dificultarían los esfuerzos por moderar la subida de las temperaturas, independientemente de la mitigación. Esas reacciones podrían colapsar rápidamente los ecosistemas, como prevén algunos en el Amazonas y en las turberas boreales (*véase el "Tema especial A"*). En esas circunstancias, se registraría una rápida aceleración de las pérdidas y costos en todas las sociedades y economías, que requeriría medidas de adaptación en una escala sin precedentes en la historia de la humanidad. Sería de prever una intensificación de las tensiones internacionales por los recursos, y aumentaría la migración desde las zonas más afectadas<sup>7</sup>.

Con una trayectoria que represente una subida menos significativa de las temperaturas, la adaptación será una tarea ardua y costosa, y las prácticas de desarrollo tal cual se realizan serán a todas luces insuficientes. La aplicación más amplia y acelerada de políticas de eficacia comprobada es primordial, lo mismo que una adaptación que aproveche la inventiva de las personas, instituciones y mercados. En el supuesto de subida más considerable, cabe preguntarse si el calentamiento está a punto de alcanzar, o ha superado ya, los niveles a los que podemos adaptarnos<sup>8</sup>. Algunos argumentan convincentemente que la ética, la cultura, los conocimientos y las actitudes ante el riesgo limitan la adaptación humana más que los umbrales físicos, biológicos o económicos<sup>9</sup>. Así pues, el esfuerzo de adaptación que deberán realizar las generaciones futuras dependerá de la eficacia con que se logre mitigar el cambio climático.

Los efectos ambientales incrementales conllevan mayores limitaciones físicas para el desarrollo futuro. Las políticas climáticas inteligentes deberán hacer frente a los desafíos de un entorno caracterizado por un mayor riesgo y una mayor complejidad. Las prácticas de desarrollo deben adaptarse mejor a unos puntos de referencia en constante cambio y estar basadas en estrategias que resulten eficaces a pesar de unos conocimientos imperfectos<sup>10</sup>. Las estrategias de cultivo deben ser robustas frente a condiciones atmosféricas más inestables, para lo cual deberán mantener la continuidad de la producción a largo plazo más que lograr el nivel máximo de producción. Los planificadores urbanos de las ciudades costeras deben prever la evolución demográfica y los nuevos riesgos resultantes de la elevación del nivel del mar o de las inundaciones. Los profesionales de la salud pública deben prepararse frente a cambios sorprendentes en las pautas de morbilidad<sup>11</sup>. La información es fundamental para la planificación y para las estrategias basadas en el riesgo: es la base de una política acertada y de una mejor gestión de riesgos.

La gestión de los ecosistemas y de sus servicios será más importante y más difícil. Unos paisajes bien gestionados pueden regular el agua de las inundaciones. Los humedales costeros intactos reducen los daños de las tormentas. Sin embargo, la ordenación de los recursos naturales deberá hacer frente a un rápido cambio climático con episodios más extremos y con ecosistemas sometidos a amenazas cada vez mayores como consecuencia

de factores distintos del clima (como el uso de la tierra y el cambio demográfico)<sup>12</sup>. La gestión de esos riesgos físicos forma parte integrante de un desarrollo con un enfoque climático inteligente, lo que constituye un paso fundamental para evitar efectos evitables sobre las personas.

No obstante, no todos los efectos físicos son evitables, en particular los relacionados con episodios extremos y catastróficos, cuya probabilidad es difícil de determinar en el contexto del cambio climático. No es posible eliminar el riesgo de los episodios más extremos, y todo intento en ese sentido resultaría sumamente costoso, dada la incertidumbre sobre su ubicación y cronología. Un requisito fundamental tanto para los hogares como para los gobiernos es una preparación financiera adecuada para hacer frente a los impactos climáticos. Para ello se necesitan mecanismos flexibles de distribución de riesgos.

Como se observa en el capítulo 1, los pobres son los que menos capacidad tienen para gestionar el riesgo físico y financiero y adoptar decisiones de adaptación a más largo plazo. Sus vidas acusan más los efectos del clima, tanto si practican la agricultura de subsistencia como si invaden una llanura de inundación en la periferia urbana. Otros grupos sociales comparten muchas de las vulnerabilidades de los pobres resultantes de su falta de derechos, de activos productivos y de representación<sup>13</sup>. La política social, complemento decisivo de la gestión de riesgos físicos y financieros, ofrece numerosos instrumentos para ayudar a gestionar los riesgos que afectan a los más vulnerables y potenciar a las comunidades para que contribuyan activamente a la gestión del cambio climático.

En este capítulo se analizan las medidas que pueden ayudar a hacer frente a la variabilidad climática actual y a los cambios climáticos que se produzcan en los próximos decenios. En primer lugar se describe un marco normativo basado en estrategias robustas frente a la incertidumbre climática y prácticas de gestión adaptables a unas condiciones dinámicas. Luego se considera la gestión de los riesgos físicos, los riesgos financieros y los riesgos sociales.

### **Gestión adaptativa: vivir con el cambio**

El cambio climático representa una fuente adicional de incógnitas para los encargados de tomar decisiones. En el mundo real, éstos deben en todo momento tomar decisiones a

pesar de la incertidumbre, incluso en ausencia del cambio climático. Los fabricantes invierten en instalaciones de producción flexibles que puedan resultar rentables con los diferentes volúmenes de producción resultantes de una demanda imprevisible. Los jefes militares buscan una superioridad numérica abrumadora. Los inversionistas financieros se protegen frente a las fluctuaciones de los mercados mediante la diversificación. Es probable que todas estas formas de cobertura den lugar a resultados que no sean los mejores para una determinada situación futura, pero son resistentes en un contexto de incertidumbre<sup>14</sup>.

Un conjunto cada vez mayor de incertidumbres –sobre la demografía, la tecnología, los mercados y el clima– hace que las políticas y las decisiones de inversión tengan que basarse en conocimientos imperfectos e incompletos. Las autoridades locales y nacionales deben hacer frente a incertidumbres cada vez mayores, ya que las proyecciones suelen perder precisión cuando se aplican en menor escala, problema inevitable cuando se pasa de los modelos generales y agregados a un nivel más detallado. Si no es posible observar ni medir los parámetros de decisión<sup>15</sup>, las estrategias robustas (véase el capítulo 1), que abordan directamente la realidad de un mundo con puntos de referencia cambiantes y perturbaciones intermitentes<sup>16</sup> son el marco adecuado en un contexto de probabilidades desconocidas.

La aceptación de la incertidumbre como elemento inseparable del problema del cambio climático y la robustez como criterio de decisión obliga a cambiar las estrategias de toma de decisiones para la inversión y la planificación a largo plazo. Exige una revisión de los planteamientos tradicionales basados en un modelo determinista del mundo con un futuro previsible.

En primer lugar, debe darse prioridad a las opciones sin efectos negativos, es decir, inversiones y políticas que aporten beneficios incluso en ausencia del cambio climático. Estas opciones existen en casi todos los ámbitos: ordenación del agua y la tierra (véase el capítulo 3), saneamiento para reducir las enfermedades transmitidas por el agua (control de la fuga de aguas de alcantarillado), reducción de riesgos de desastre (evitando las zonas de alto riesgo) y protección social (prestación de asistencia a los pobres). Muchas veces estas acciones no se ponen en práctica por falta de información o por sus costos de transacción, pero también por falta

de conocimientos o problemas normativos (véase el capítulo 8)<sup>17</sup>.

En segundo lugar, la compra de “márgenes de seguridad” en las nuevas inversiones puede aumentar la capacidad de adaptación al cambio climático, muchas veces con bajos costos. Por ejemplo, el costo marginal de la construcción de una presa más alta o de la inclusión de grupos adicionales en un plan de protección social puede ser pequeño<sup>18</sup>. Los márgenes de seguridad tienen en cuenta los posibles impactos del cambio climático (episodios más graves) pero también la incertidumbre del desarrollo socioeconómico (cambios de la demanda).

En tercer lugar, hay que reconocer que las decisiones pueden ser erróneas y dar prioridad a las opciones reversibles y flexibles, reduciendo por tanto en la medida de lo posible el costo que supondría dar marcha atrás. Una planificación urbana restrictiva basada en la incertidumbre de las inundaciones puede invertirse más fácilmente y con menos costo que las opciones futuras de retirada o protección. Los seguros ofrecen medios flexibles de gestión de riesgos y protección de las inversiones necesarias cuando la dirección y magnitud del cambio son inciertas<sup>19</sup>. Los agricultores que adoptan variedades tolerantes a la sequía (en vez de invertir en riego) pueden recurrir a un seguro para proteger su inversión estacional en nuevas semillas frente al riesgo de una sequía excepcionalmente grave. En las zonas expuestas a tormentas, la combinación de sistemas de alerta temprana, planes de evacuación y seguros de la propiedad (quizá costosos) puede ofrecer mayor flexibilidad para salvar vidas y reemplazar las casas que la protección de toda una zona costera con obras de infraestructura o su despoblación innecesaria<sup>20</sup>.

En cuarto lugar, la institucionalización de la planificación a largo plazo requiere un análisis previsor de escenarios y una evaluación de las estrategias en el marco de una gran variedad de futuros posibles. Eso da lugar a exámenes periódicos (y, de ser necesarias, a revisiones) de la inversión, y mejora las políticas y las prácticas mediante el aprendizaje interactivo a partir de los resultados. La ampliación del ámbito espacial de la planificación es igualmente imprescindible para estar preparados frente a cambios que pueden propagarse hasta lugares muy distantes, como el derretimiento de los glaciares –que modifica el suministro de agua en las zonas urbanas situadas a centenares de kilómetros

aguas abajo, las sequías generalizadas que afectan a los mercados regionales de cereales o una migración acelerada del campo a la ciudad como consecuencia de la degradación ambiental. Pero los cambios estructurales necesarios pueden ser difíciles, debido a la inercia en las actuales prácticas de gestión<sup>21</sup>.

La aplicación de estas estrategias mediante una gestión adaptativa implica un uso constante de la información, una planificación y un diseño flexibles y robustos, una implementación participativa y el seguimiento y evaluación de las observaciones formuladas. Armoniza las decisiones y la gestión con la escala de los contextos y procesos ecológicos y sociales, como las cuentas hidrográficas y las ecorregiones, y puede ser usada por sistemas de gestión local o comunitaria<sup>22</sup>. Da gran relieve a la gestión basada en conocimientos científicos y locales, así como a los experimentos normativos que permiten enriquecer los conocimientos, incluir el aprendizaje entre los objetivos y mejorar la capacidad de tomar decisiones en un contexto de incertidumbre (recuadro 2.1)<sup>23</sup>.

La implicación de las partes interesadas en la planificación aumenta la identificación y la probabilidad de que las iniciativas sean duraderas<sup>24</sup>. Boston y Londres han adoptado estrategias contra el cambio climático. En Boston el proceso estuvo basado en la investigación, sin un compromiso continuo de las partes interesadas. El estudio, calificado de excesivamente técnico, ha tenido poca repercusión. Londres utilizó un planteamiento basado en la intervención de numerosas partes interesadas. Después de la publicación del London Warming Report, la organización de las partes interesadas se transformó en una Asociación contra el Cambio Climático encargada de continuar planificando la adaptación<sup>25</sup>.

Un modelo de toma de decisiones basado en el riesgo que promueva la solidez y la planificación a largo plazo y estructuras acertadas de gobierno local, comunitario y nacional es fundamental para la adaptación al cambio climático<sup>26</sup>. La creciente presión sobre unos recursos escasos (tierra, agua), junto con importantes transformaciones sociodemográficas (crecimiento de la población, urbanización, globalización) y un clima cambiante, dejan mucho menos espacio para una gestión que no tenga en cuenta los riesgos. Una tormenta en una ciudad costera moderna y en rápido crecimiento puede provocar mucho más daño que en el pasado, cuando la costa estaba menos poblada y urbanizada. Frente

a la incertidumbre resultante del cambio climático, las estrategias robustas y la gestión adaptativa son un marco adecuado para gestionar mejor los riesgos físicos, financieros y sociales.

### Gestión de los riesgos físicos: evitar lo evitable

Los sistemas naturales, cuando están bien gestionados, pueden reducir la vulnerabilidad humana o los riesgos climáticos y conseguir beneficios colaterales para el desarrollo, reducir la pobreza, conservar la biodiversidad y retener el carbono. La adaptación basada en los ecosistemas –mantenimiento o restablecimiento de los ecosistemas naturales para reducir la vulnerabilidad humana– es un planteamiento eficaz en función de los costos para reducir los riesgos climáticos, que ofrece además múltiples beneficios (véase el “Tema especial B”). Por ejemplo, las zonas boscosas de captación de las aguas son una mejor protección que las tierras desnudas cuando las precipitaciones son moderadas; cuando las lluvias son más intensas, la superficie esponjosa se satura rápidamente y la mayor parte del agua se desliza con gran velocidad<sup>27</sup>. Los humedales con vegetación abundante que se encuentran aguas abajo pueden ser necesarios para proteger mejor el caudal del agua, al mismo tiempo que los sistemas naturales de drenaje la alejan. Pero los humedales transformados en tierras agrícolas o en asentamientos humanos y los sistemas simplificados de drenaje son inevitablemente insuficientes, lo que da lugar a inundaciones. Una respuesta abarcativa a la gestión de las inundaciones incluye el mantenimiento de la cubierta de la zona de captación, la gestión de los humedales y los cauces fluviales y un proceso adecuado de emplazamiento de la infraestructura y planificación de la expansión urbana. De la misma manera, los manglares costeros protegen frente a las mareas de tormenta en parte porque absorben el agua y en parte porque hacen que los asentamientos humanos estén más alejados del mar.

### Ciudades mejor preparadas para el cambio climático

La mitad de la población mundial vive ahora en ciudades, y la proporción aumentará hasta el 70% para 2050<sup>28</sup>. El 95% del crecimiento urbano (5 millones de nuevos residentes al mes) tendrá lugar en el mundo en desarrollo, y el crecimiento más rápido corresponderá a

#### RECUADRO 2.1 Características de una gestión adaptativa

La gestión adaptativa es un planteamiento adoptado para orientar la intervención en un contexto de incertidumbre. La idea principal es que las medidas de gestión estén inspiradas en las enseñanzas extraídas explícitamente de experimentos normativos y el uso de información científica y conocimientos técnicos nuevos para llegar a una mejor comprensión, orientar las decisiones futuras, supervisar los resultados de las intervenciones y formular nuevas prácticas. Este marco establece mecanismos para evaluar situaciones hipotéticas alternativas y medidas estructurales y no estructurales, comprender y poner en tela de juicio los supuestos utilizados y considerar expresamente las incertidumbres. La gestión adaptativa tiene

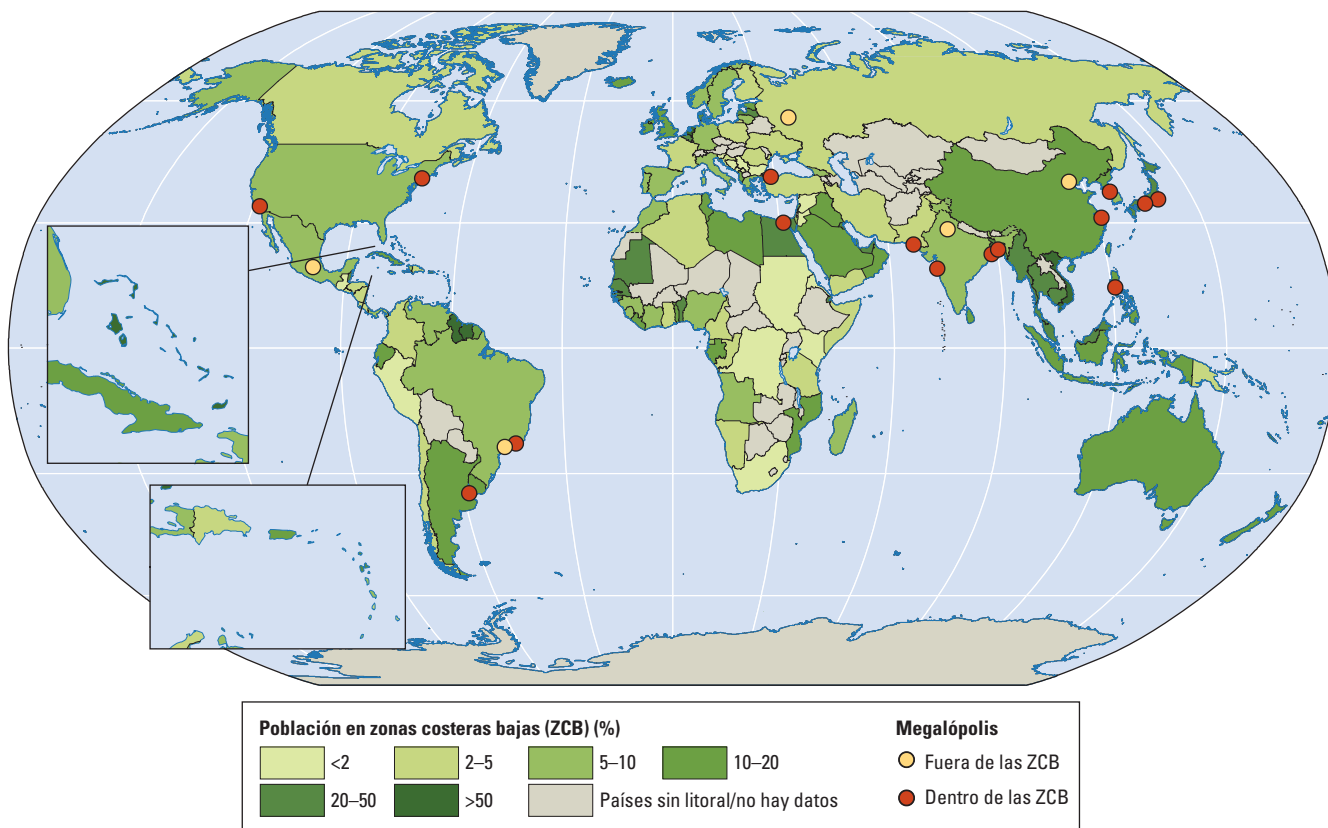
un horizonte temporal a largo plazo para la planificación y el fortalecimiento de la capacidad, y está en consonancia con procesos ecológicos de la escala espacial adecuada. Crea un marco propicio para la cooperación entre los niveles administrativos, los sectores y los departamentos especializados; para una amplia participación de las partes interesadas (incluidos los centros de investigación y las organizaciones no gubernamentales) en la solución de problemas y la toma de decisiones; y para una legislación adaptable que permita respaldar las medidas locales y responder a las nuevas informaciones.

Fuentes: adaptado de Raadgever y otros, 2008; Olsson, Folke y Berkes, 2004.

las ciudades pequeñas<sup>29</sup>. En las zonas urbanas se concentran la población y los activos económicos, muchas veces en zonas expuestas a peligros, ya que las ciudades han prosperado históricamente en las zonas costeras y en la confluencia de los ríos. De hecho, las zonas costeras bajas expuestas al peligro de la elevación del nivel del mar y las mareas costeras cuentan con una población total aproximada de 600 millones y en ellas se encuentran 15 de las 20 mayores megalópolis del mundo (mapa 2.1)<sup>30</sup>.

El cambio climático es sólo uno de los numerosos factores que determinan la vulnerabilidad urbana. En muchas ciudades costeras, la migración aumenta el número de personas expuestas a la elevación del nivel del mar, las mareas de tormenta y las inundaciones<sup>31</sup>, como en Shanghai, donde la llegada anual neta de personas es cuatro veces superior a la tasa de crecimiento natural<sup>32</sup>. Por otro lado, muchas ciudades de los deltas fluviales se están hundiendo como consecuencia de la extracción de aguas subterráneas y el descenso de los depósitos de sedimentos causados por las presas construidas aguas arriba. El hundimiento de las tierras es un problema ya antiguo en muchas ciudades costeras (Nueva Orleans, Shanghai), pero representa una nueva amenaza para Hanoi, Yakarta y Manila<sup>33</sup>. El desarrollo urbano tierra adentro aumenta la demanda de recursos hídricos aguas arriba, y muchos ríos, como el Nilo, ya no llegan a su delta.

**Mapa 2.1 En situación de riesgo: la población y las megaciudades se concentran en las zonas costeras bajas amenazadas por la elevación del nivel del mar y las mareas de tormenta**



Fuente: Naciones Unidas, 2008a.

Nota: en 2007 se contaron las siguientes megalópolis: Beijing, Bombay, Buenos Aires, El Cairo, Calcuta, Dhaka, Estambul, Karachi, Los Ángeles, Manila, Ciudad de México, Moscú, Nueva Delhi, Nueva York, Osaka, Río de Janeiro, São Paulo, Seúl, Shanghai y Tokio. Se entiende por megalópolis las ciudades con más de 10 millones de habitantes.

La urbanización, bien planteada, puede aumentar la capacidad de resistencia a riesgos relacionados con el clima. El aumento de la densidad de población disminuye los costos per cápita del suministro y tratamiento del agua, los sistemas de alcantarillado, la recolección de desechos y la mayoría de la infraestructura y servicios públicos. Una buena planificación urbana limita la construcción en las zonas expuestas a inundaciones y ofrece el imprescindible acceso a los servicios. Las obras de infraestructura (terraplenes o diques) pueden ofrecer protección física para muchas personas y requerirán márgenes de seguridad adicionales en los lugares donde el cambio climático aumente el riesgo. Asimismo, los sistemas acertados de comunicación, transporte y alerta temprana ayudan a evacuar a las personas con rapidez, como en el caso de Cuba, donde hasta 800.000 personas son evacuadas habitualmente en el plazo de 48 horas cuando se acercan los huracanes<sup>34</sup>. Estas medidas pueden aumentar la capacidad

de la población urbana de hacer frente a las crisis de breve duración y adaptarse al cambio climático a largo plazo<sup>35</sup>.

Las ciudades son sistemas dinámicos y con gran capacidad de adaptación que ofrecen una enorme variedad de soluciones creativas a los desafíos ambientales. Algunos países están considerando nuevas estrategias de desarrollo urbano que tratan de extender la prosperidad regional. La República de Corea ha iniciado un programa ambicioso de “Ciudades de la innovación” como medio de descentralizar las actividades económicas del país<sup>36</sup>. Muchas de esas iniciativas se centran en la innovación tecnológica y ofrecen nuevas oportunidades de remodelar las ciudades futuras de manera que puedan hacer frente a los desafíos del cambio climático.

Los intentos de influir en las pautas espaciales de las zonas urbanas con políticas públicas han conseguido resultados de diverso signo. El proyecto de la República Árabe de Egipto de creación de ciudades satélite para

descongestionar El Cairo nunca consiguió atraer a la población prevista ni contribuyó demasiado a frenar el crecimiento demográfico en la ciudad, en parte debido a la falta de políticas para promover la integración regional<sup>37</sup>. Las políticas eficaces facilitan la concentración y la migración durante las primeras fases de la urbanización, y la conectividad interurbana durante las fases posteriores. Las inversiones en infraestructura son especialmente eficaces cuando aumentan la equidad social (gracias a un mayor acceso a los servicios) e integran el espacio urbano (mediante el sistema de transporte)<sup>38</sup>.

La urbanización no suele ser un proceso armonioso, ya que genera contaminación y bolsas de miseria y trastorno social. Hoy, las zonas urbanas de los países en desarrollo cuentan con más de 746 millones de personas que viven por debajo del umbral de pobreza (una cuarta parte de los pobres de todo el mundo)<sup>39</sup>, y los pobres de las zonas urbanas tienen otros problemas además del bajo nivel de ingresos y consumo. El hacinamiento, la inseguridad de la tenencia, los asentamientos ilegales emplazados en zonas expuestas a avalanchas e inundaciones, la falta de saneamiento, la inseguridad de la vivienda, la nutrición insuficiente y la mala salud exacerban las vulnerabilidades de los 810 millones de personas de los barrios de tugurios urbanos<sup>40</sup>.

Estas vulnerabilidades exigen amplias mejoras en la planificación y el desarrollo urbanos. Los organismos gubernamentales, en particular los de alcance local, pueden determinar la capacidad de adaptación de los hogares y empresas (recuadro 2.2.). Pero también es

crucial la intervención de las organizaciones no gubernamentales (ONG) de base comunitaria, en particular las que construyen casas y ofrecen servicios en forma directa, como hacen las organizaciones que trabajan con las personas que viven en los barrios de tugurios<sup>41</sup>. La planificación y la reglamentación pueden localizar las zonas urbanas de alto riesgo y permitir a los grupos de ingreso bajo encontrar vivienda segura y asequible, como en Ilo (Perú), donde las autoridades locales ofrecieron alojamiento seguro a una población que se había multiplicado por cinco después de 1960<sup>42</sup>. Pero quizá se necesiten también inversiones en infraestructura para proteger con malecones y diques algunas zonas urbanas, como las ciudades costeras del África septentrional (recuadro 2.3).

Un riesgo importante para las zonas urbanas es el de las inundaciones –provocadas muchas veces por edificios, obras de infraestructura y zonas pavimentadas que impiden la infiltración, fenómeno que se agrava por la sobrecarga de los sistemas de drenaje. En las ciudades bien gestionadas las inundaciones no suelen ser un problema, ya que el drenaje de la superficie está incorporado en el tejido urbano en previsión de las crecidas asociadas con episodios extremos que desbordan la capacidad de la infraestructura protectora (véase el recuadro 2.3). Los sistemas inadecuados de gestión de desechos sólidos y mantenimiento de los desagües, por el contrario, pueden obstruir rápidamente los canales de drenaje y provocar inundaciones locales, incluso con precipitaciones ligeras; en Georgetown (Guyana), esta situación dio lugar a 29 inundaciones locales entre 1990 y 1996<sup>43</sup>.

### RECUADRO 2.2 *Planificación de actividades más verdes y seguras: el caso de Curitiba*

A pesar de que su población se multiplicó por 7 entre 1950 y 1990, Curitiba (Brasil) ha demostrado ser una ciudad limpia y eficiente, gracias a un buen sistema de gobierno y a la cooperación social. La piedra clave del éxito de Curitiba es su innovador Plan Director, adoptado en 1968 y aplicado por el Instituto de Investigación y Planeamiento Urbano de Curitiba (IPPUC). En vez de utilizar soluciones de alta tecnología para la infraestructura urbana, como el transporte subterráneo y costosas plantas mecánicas de separación de desechos, el IPPUC adoptó una tecnología adecuada que es eficaz desde el punto de vista tanto del costo como de la aplicación.

El uso de la tierra y la movilidad se planificaron de forma integrada, y el trazado radial (o axial) de la ciudad se concibió de manera que se pudiera desviar el tráfico del centro de la ciudad (tres cuartas partes de la población de la ciudad utiliza un sistema de autobuses muy eficiente). El centro industrial está construido en las proximidades del centro de la ciudad para reducir el desplazamiento de los trabajadores. Hay numerosas zonas naturales de conservación situadas en torno a la zona industrial, como protección frente a las inundaciones.

Otra parte del éxito de la ciudad es su gestión de desechos; el 90% de sus residentes reciclan al menos dos terceras partes

de su basura. En las zonas de ingreso bajo donde resulta difícil la gestión de desechos convencional, el programa “Compra de basura” intercambia basura por vales para el autobús, excedentes de alimentos y cuadernos escolares.

Esta iniciativa se está reproduciendo en otros lugares. En Ciudad Juárez (México), por ejemplo, el Instituto Municipal de Investigación y Planeación está construyendo nuevas casas y transformando en parque urbano la zona de inundación anteriormente habitada.

Fuente: Roman, 2008.

### RECUADRO 2.3 *Adaptación al cambio climático: Alejandría, Casablanca y Túnez*

Alejandría, Casablanca y Túnez, ciudades con una población de 3 a 5 millones de habitantes, están evaluando el alcance de los impactos proyectados del cambio climático y formulando situaciones hipotéticas de adaptación para 2030 a través de un estudio regional en curso. Las respuestas iniciales de las ciudades a su creciente vulnerabilidad revelan los altibajos existentes en el camino hacia la adaptación.

En Alejandría, la construcción reciente de la Cornisa, importante autopista de seis carriles en la misma costa, ha agravado la erosión costera y acentuado la pendiente del perfil del fondo marino, lo que ha dado lugar a que las mareas de tormenta avancen todavía más hacia la ciudad. Las defensas marinas se están construyendo sin estudios de ingeniería suficientes ni coordinación entre las instituciones responsables. Un lago próximo a la ciudad, depósito natural de las aguas de drenaje, está experimentando una fuerte contaminación y es objeto de grandes presiones de las inmobiliarias, que desean recuperarlo para proyectos de construcción.

Casablanca respondió a recientes episodios devastadores de inundación urbana

con obras para mejorar la gestión de la cuenca hidrológica aguas arriba y ampliar los canales principales de drenaje. Se han reparado las fugas de la red de distribución de agua de los hogares; el ahorro de agua equivale al consumo de unas 800.000 personas. Por otro lado, la ordenación de la zona costera continúa siendo motivo de preocupación, dada la limitación de los instrumentos para controlar la construcción y reducir la extracción de arena de las playas.

Túnez está también respondiendo a los riesgos de inundación urbana mediante una mejora de los canales de drenaje y el control de la construcción informal en torno a algunos reservorios naturales. Se están construyendo malecones para defender los barrios costeros más amenazados, y un nuevo plan maestro aleja del mar el proceso de urbanización. Pero el centro de la ciudad, ya por debajo del nivel del mar, se está hundiendo, lo que representa una amenaza para el puerto y las instalaciones logísticas, así como para las centrales de generación de energía eléctrica y tratamiento del agua. Los grandes proyectos de remodelación urbana, si se llevan a cabo,

corren también riesgo de aumentar la vulnerabilidad de la ciudad a la elevación del nivel del mar.

La adaptación al cambio climático en Alejandría, Casablanca y Túnez debería fundamentalmente conseguirse mediante una mejor planificación urbana; la formulación de situaciones hipotéticas de expansión y uso de la tierra que reduzcan la vulnerabilidad; la disminución de la vulnerabilidad de las obras de infraestructura clave, como puertos, carreteras, puentes y plantas de tratamiento del agua, y el mejoramiento de la capacidad de las instituciones responsables para coordinar las respuestas y gestionar las emergencias. Además, la eficiencia energética en los edificios y sistemas municipales puede ser compatible con una mayor capacidad de resistencia al cambio climático, al mismo tiempo que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuente: Bigio, 2008.

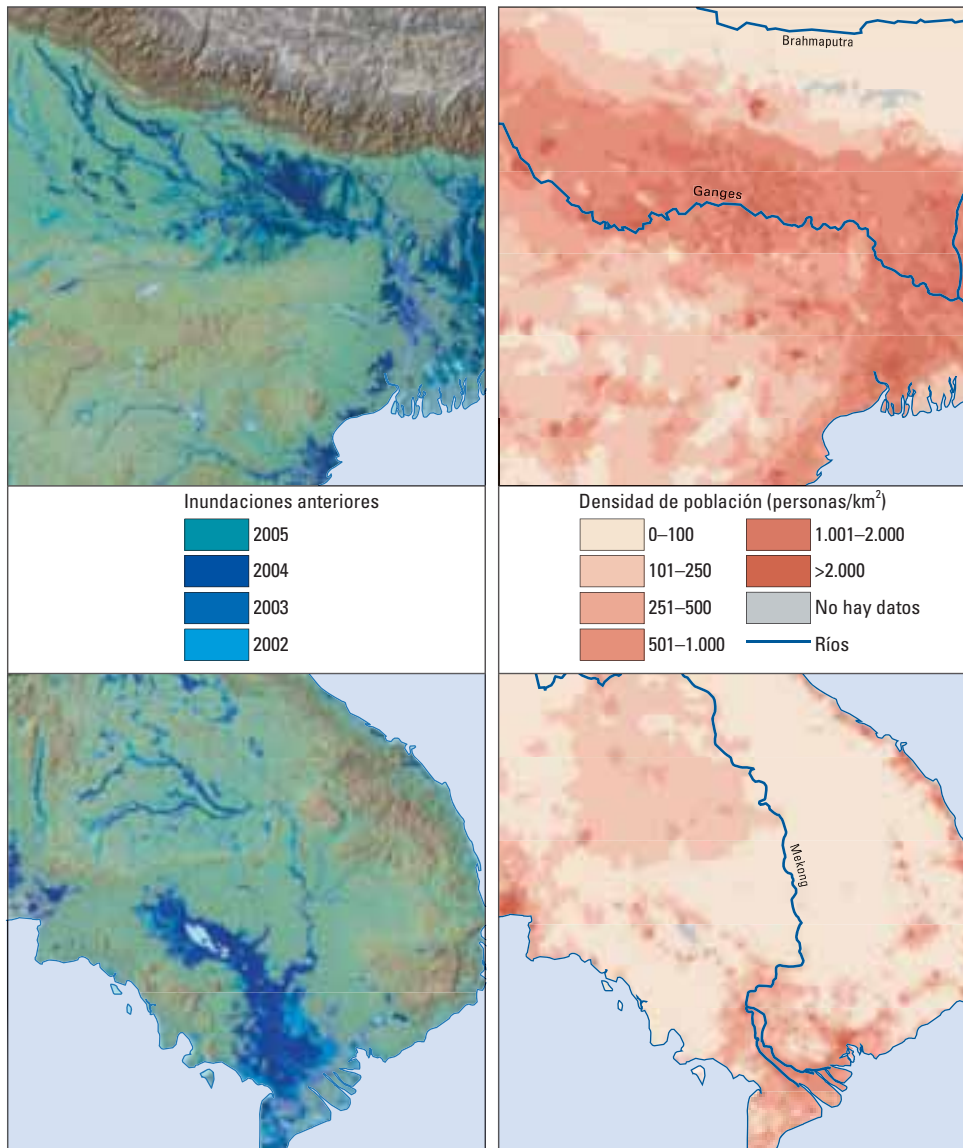
Las ciudades deben mirar también más allá de sus fronteras con el fin de prepararse para el cambio climático. Muchas ciudades andinas están reestructurando sus sistemas de suministro de agua para tener en cuenta la contracción y posible desaparición de los glaciares. El derretimiento significa que el abastecimiento de agua durante la estación seca ya no es fiable, y los reservorios deberán compensar la pérdida de capacidad de almacenamiento y regulación del agua de los glaciares<sup>44</sup>. En los deltas del Asia meridional, los barrios de tugurios de ciudades como Bangkok y Ho Chi Minh City están invadiendo con rapidez tierras anteriormente ocupadas por arrozales, lo que reduce la capacidad de retención de agua y aumenta el riesgo de inundaciones<sup>45</sup>. Este riesgo puede agravarse cuando las zonas de almacenamiento situadas aguas arriba alcanzan su capacidad máxima y tienen que dejar correr el agua. Según las previsiones, las descargas fluviales de punta en las cuencas de Asia meridional y suroriental aumentarán como consecuencia del cambio climático, lo que obligará a intensificar los esfuerzos aguas arriba para proteger los centros urbanos (mapa 2.2)<sup>46</sup>.

Los gobiernos municipales pueden promover la reducción del riesgo y la planificación basada en el riesgo. La creación de una base de datos de información sobre el riesgo, elaborada conjuntamente con los ciudadanos, las empresas y los funcionarios, es el primer paso para fijar las prioridades de intervención y detectar los puntos críticos. Por otro lado, el establecimiento de un mandato municipal mediante órdenes ejecutivas y la legislación de los consejos puede facilitar la incorporación habitual de estas preocupaciones, como en la ciudad de Makati (Filipinas), expuesta a tormentas e inundaciones, donde el Consejo de Coordinación para casos de Catástrofe planifica la gestión de riesgos de desastre de la ciudad<sup>47</sup>.

Muchas iniciativas municipales para promover el desarrollo local y la capacidad de resistencia a episodios extremos y desastres se superponen con las medidas de adaptación, en particular el abastecimiento de agua y saneamiento, el drenaje, la atención de salud orientada a la prevención y la preparación para casos de desastre (recuadro 2.4). Es probable que estas intervenciones respondan al interés



**Mapa 2.2 Un desafío complejo: gestión del crecimiento urbano y el riesgo de inundaciones en un clima cambiante, en Asia meridional y suroriental**



Fuentes: análisis del equipo del Informe sobre el desarrollo mundial (IDM). Datos sobre inundaciones: Observatorio de Inundaciones de Dartmouth, 2009. Datos sobre población: Centro para una red internacional de información científica (CIESIN), 2005.

Nota: la convivencia con las inundaciones forma parte de las actividades económicas y la cultura de la población de Asia meridional y suroriental. Las llanuras de inundación de algunas grandes cuencas fluviales (Ganges, arriba; Mekong, abajo) concentran un gran número de personas y exponen a la agricultura y a los centros urbanos en crecimiento al riesgo de inundaciones estacionales. Es probable que el cambio climático provoque inundaciones más intensas, causadas en parte por el derretimiento de los glaciares en la parte superior de la zona de captación de la región del Himalaya y, en parte, por la mayor brevedad y mayor intensidad de las lluvias monzónicas, que cambiarán probablemente la pauta de las precipitaciones de la región. Al mismo tiempo, los centros urbanos están invadiendo rápidamente las tierras agrícolas que sirven como zonas naturales de retención para las aguas de las inundaciones, lo que complica todavía más la gestión del agua de las inundaciones y la expansión urbana en el futuro.

inmediato de las autoridades en los contextos urbanos (véase el capítulo 8)<sup>48</sup>. Evidentemente es más fácil presentar las iniciativas orientadas a la adaptación como si respondieran a los intereses inmediatos de la ciudad, a fin de superar los obstáculos a las medidas contra el cambio climático<sup>49</sup>.

La construcción de ciudades preparadas para el cambio climático implicará un uso considerable de tecnologías emergentes. No obstante, gran parte de los conocimientos técnicos disponibles en los países en desarrollo está concentrada en el gobierno central, mientras que las autoridades locales muchas

### RECUADRO 2.4 *Fomento de las sinergias entre mitigación y adaptación*

La organización espacial de las ciudades, o su forma urbana, determina el uso de la energía y su eficiencia. La concentración de la población y el consumo suele aumentar rápidamente durante la primera fase de organización y desarrollo. Las zonas urbanas más densas tienen una mayor eficiencia energética y distancias de desplazamiento más cortas (véase el capítulo 4, recuadro 4.7). Pero el aumento de la densidad de población, la actividad económica y la infraestructura suelen multiplicar los efectos del clima en las ciudades. Por ejemplo, los espacios verdes pueden reducir el efecto “isla de calor” en las ciudades, pero pueden también ser víctimas de proyectos de construcción. De la misma manera, el aumento de la densidad demográfica y la

pavimentación de las zonas de infiltración dificultan el drenaje urbano, que mitiga las inundaciones.

Un diseño urbano que tenga en cuenta el cambio climático puede fomentar sinergias entre la mitigación y la adaptación. La promoción de fuentes de energía renovable suele favorecer la descentralización del suministro de energía. Los espacios verdes permiten disfrutar de sombra y temperaturas más frescas, lo que reduce la necesidad de usar aire acondicionado en los edificios o de abandonar la ciudad durante las horas de calor. Los tejados verdes pueden ahorrar energía, reducir las aguas pluviales y refrescar la temperatura. Las sinergias entre adaptación y mitigación están relacionadas muchas veces con algunas características

de los edificios, como la altura, el trazado, la distribución de espacios, los materiales, los espacios de sombra, la ventilación y la existencia de aire acondicionado.

Son muchos los diseños de inspiración ecológica –que tienen en cuenta la protección del medio ambiente, las sensibilidades sociales y la eficiencia energética– previstos para zonas urbanas de China, como Dongtan, cerca de Shanghai, pero en la mayoría de los casos los planes no se han hecho todavía realidad.

*Fuentes:* Girardet, 2008; Laukkonen y otros, 2009; McEvoy, Lindley y Handley, 2006; Wang y Yaping, 2004; Banco Mundial, 2008g; Yip, 2008.

veces tienen que conformarse con un reducido número de expertos<sup>50</sup>. Las universidades urbanas pueden representar un firme respaldo a las ciudades en sus intentos de adoptar y aplicar prácticas climáticas acertadas mediante cambios en el programa de estudios y los métodos de docencia que permitan a los alumnos pasar más tiempo en el mundo real solucionando los problemas locales.

#### *Proteger la salud*

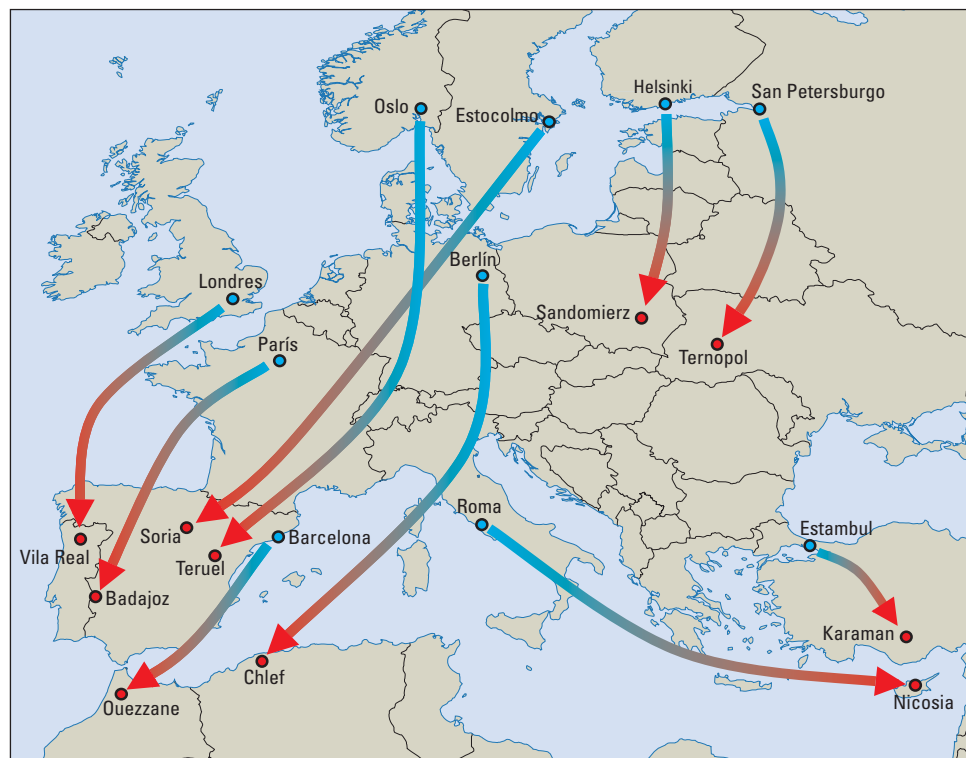
Las enfermedades asociadas con el clima, como la malnutrición, las enfermedades diarreicas y las transmitidas por vectores (en particular el paludismo), representan una enorme carga sanitaria en algunas regiones, en particular en África y Asia meridional. El cambio climático aumentará esa carga y repercutirá sobre todo en los pobres (véase el capítulo 1)<sup>51</sup>. Las 150.000 muertes anuales adicionales atribuibles al cambio climático en los últimos decenios quizá sea sólo la punta del iceberg<sup>52</sup>. Los efectos indirectos del cambio climático asociados con el agua y saneamiento, los ecosistemas, la producción de alimentos y la vivienda podrían ser mucho mayores. Los más vulnerables son los niños, y la malnutrición y las enfermedades infecciosas (en su mayoría, enfermedades diarreicas) forman parte de un círculo vicioso que provoca discapacidades cognitivas y de aprendizaje que repercuten de forma permanente en la productividad futura. En Ghana y Paquistán los costos asociados con la malnutrición y las enfermedades diarreicas se estiman nada

menos que en 9% del producto interno bruto (PIB), si se tienen en cuenta las pérdidas de productividad a largo plazo en años futuros. Estos costos aumentarán sin duda con el cambio climático, si la adaptación es lenta<sup>53</sup>.

Las recientes oleadas de calor, como la que acabó con la vida de unas 70.000 personas en Europa en 2003, demostraron que incluso los países de ingreso alto pueden ser vulnerables<sup>54</sup>. Es probable que esas oleadas adquieran mayor frecuencia e intensidad (mapa 2.3)<sup>55</sup>, ya que las “islas de calor” de las ciudades producen temperaturas que son hasta 3,5 a 4,5°C superiores a las de las zonas rurales circundantes<sup>56</sup>. Para mejorar la preparación, varios países y áreas metropolitanas cuentan ahora con sistemas de alerta de posibles peligros para la salud como consecuencia del calor (recuadro 2.5).

Las enfermedades transmitidas por vectores tienen cada vez mayor alcance geográfico y están reapareciendo en Europa oriental y Asia central<sup>57</sup>. El paludismo somete ya a dura prueba a las economías de las zonas tropicales<sup>58</sup>, donde acaba con la vida de casi 1 millón de personas al año (niños en su mayoría), y se prevé que el cambio climático expondrá a 90 millones más de personas (un aumento del 14%) a esa enfermedad para 2030 sólo en África<sup>59</sup>. El dengue se está extendiendo también (mapa 2.4), y se prevé que el cambio climático duplique la tasa de personas en situación de riesgo, que pasará de 30 hasta 60% de la población mundial (es decir, entre 5.000 y 6.000 millones de personas) para

**Mapa 2.3** Las ciudades septentrionales deben prepararse desde ahora mismo para un clima mediterráneo



Fuente: equipo del IDM, reproducido de Kopf, Ha-Duong y Hallegatte, 2008.

*Nota:* debido al aumento de las temperaturas mundiales, las zonas climáticas se desplazarán hacia el norte y, para mediados del siglo XXI, muchas ciudades de Europa central y septentrional tendrán un “aire” mediterráneo. La noticia no es buena y tiene repercusiones importantes: los servicios de abastecimiento de agua deberán ajustar los planes de gestión, y los servicios de salud deberán prepararse para episodios de calor más extremos (semejantes a la oleada de calor de Europa en 2003). Si bien unos pocos grados de calentamiento pueden parecer atractivos un día de frío invierno en Oslo (la situación presentada en el mapa corresponde aproximadamente a una subida de la temperatura mundial de 1,2°C con respecto a la actualidad), los cambios necesarios en la planificación, gestión de la salud pública e infraestructura urbana son considerables. Edificios diseñados y construidos para inviernos crudos deberán funcionar en un clima más seco y cálido, y los edificios históricos pueden sufrir daños irreparables. Todavía más problemática es la construcción de nuevos edificios en la actualidad, ya que su diseño debe ser muy flexible para adaptarse gradualmente a condiciones drásticamente diferentes en los próximos decenios.

### RECUADRO 2.5 Preparación para las oleadas de calor

Después de las oleadas de calor de 2003, el Ministerio de Sanidad de España y CatSalut (servicio regional de salud de Cataluña) adoptaron un plan de acción interministerial e interinstitucional de alcance general para aminorar los efectos de futuras oleadas de calor en la salud<sup>a</sup>. El plan comprende medidas sanitarias y de comunicación (en todos los niveles de la atención de salud) que se pondrían en marcha a través de un sistema de alerta.

El plan tiene tres niveles de acción durante el verano:

- El nivel cero comienza el 1º de junio y se centra en la preparación.
- El nivel 1 coincide con los meses de julio y agosto e insiste en las evaluaciones meteorológicas (con inclusión de registros diarios de la temperatura y la humedad), la vigilancia de enfermedades, la evaluación

de medidas preventivas y la protección de las poblaciones en situación de riesgo.

- El nivel 2 se activa únicamente si la temperatura sube por encima del umbral de alerta (35°C en las zonas costeras y 40°C en el interior); en ese momento se adoptan medidas sanitarias y de atención de salud y servicios de emergencia.

El plan de acción y su respuesta sanitaria están basados en la utilización de centros de atención primaria de salud (con inclusión de los servicios sociales) de la región. Los centros identifican y localizan las poblaciones vulnerables para llegar mejor a ellas y divulgar informaciones de salud pública durante el verano. Recopila también datos sanitarios para supervisar y evaluar los efectos de las oleadas de calor en la salud y la eficacia de las intervenciones.

Medidas semejantes se están emprendiendo en otros lugares. Gales tiene un marco de preparación y respuesta para las oleadas de calor. Define orientaciones para la prevención y tratamiento de enfermedades relacionadas con el calor, mantiene un sistema de alerta temprana durante los meses de verano y dispone de mecanismos de comunicación con el instituto meteorológico<sup>b</sup>. El área metropolitana de Shanghai tiene un sistema de alerta de las oleadas de calor que forma parte de su plan de gestión de riesgos diversos<sup>c</sup>.

Fuentes:

- CatSalut, 2008.
- Gobierno Asambleario de Gales, 2008.
- Proyecto de demostración de alerta temprana de riesgos múltiples de Shanghai, <http://smb.gov.cn/SBQXWebInEnglish/TemplateA/Default/index.aspx> (consultado el 13 de marzo de 2009).

**Mapa 2.4 El cambio climático acelera el regreso del dengue en las Américas**



Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2009.

Nota: las enfermedades infecciosas y transmitidas por vectores están afectando a nuevas zonas geográficas en todo el mundo. En las Américas, la incidencia del dengue ha aumentado debido al crecimiento de la densidad de población y a la multiplicación de los viajes y el comercio internacionales. Los cambios en la humedad y la temperatura provocados por el cambio climático refuerzan esa amenaza y hacen posible que los vectores de la enfermedad (mosquitos) se multipliquen en lugares anteriormente libres de esta enfermedad; véase Knowlton, Solomon y Rotkin-Ellman, 2009.

2070<sup>60</sup>. Para detectar y supervisar las enfermedades que pueden dar lugar a epidemias, los sistemas nacionales de salud necesitan mejores sistemas de vigilancia y alerta temprana<sup>61</sup>. Actualmente, la vigilancia en muchos lugares del mundo no consigue prever la incidencia de nuevas enfermedades, por ejemplo, en África, donde el paludismo está llegando a la población urbana debido a la expansión de asentamientos urbanos hacia las zonas de transmisión<sup>62</sup>. La teledetección por satélite y los biosensores pueden mejorar la exactitud y precisión de los sistemas de vigilancia y prevenir brotes de enfermedades mediante la detección temprana de los cambios en los factores climáticos<sup>63</sup>. Los modelos avanzados de pronóstico climático estacional pueden ahora prever los momentos de máximo

riesgo de transmisión del paludismo y ofrecer a las autoridades regionales de África información para que utilicen un sistema de alerta temprana y dispongan de mayor tiempo para responder con mayor eficacia<sup>64</sup>.

La mayoría de las medidas para prevenir esas enfermedades no son nuevas, pero el cambio climático hace que sea todavía más perentoria una utilización más adecuada de los planteamientos de salud pública de eficacia comprobada<sup>65</sup>. Para poner coto a la transmisión de enfermedades se requiere una mejor gestión de los recursos hídricos (drenaje urbano), mejores sistemas de saneamiento e higiene (alcantarillado, servicios de saneamiento, prácticas de lavado de manos) y un control vectorial eficaz para limitar o erradicar los insectos que transmiten patógenos causantes de enfermedades<sup>66</sup>.

Estas intervenciones requieren acciones intersectoriales coordinadas y gastos públicos. En cuanto a las enfermedades transmitidas por el agua, se requieren actuaciones relacionadas con los organismos de salud y las obras y servicios públicos<sup>67</sup>. La gestión conjunta del agua, el saneamiento, la higiene y la seguridad alimentaria –así como la salud y la gestión de desastres– puede generar cuantiosos dividendos. Lo mismo cabe decir de la participación del sector privado, si mejora el desempeño. La privatización de los servicios de agua en Argentina en el decenio de 1990 redujo espectacularmente la mortalidad infantil asociada con las enfermedades transmitidas por el agua<sup>68</sup>.

El seguimiento y la gestión de los efectos sanitarios del cambio climático requerirán una mayor utilización de nuevos instrumentos de diagnóstico. Los avances de la genómica y la tecnología de la información están acelerando el diseño de una gran variedad de instrumentos de diagnóstico que pueden ayudar a supervisar la propagación de enfermedades ya existentes y la aparición de otras nuevas. Los nuevos instrumentos de comunicación facilitarán la recolección, análisis e intercambio de información sobre la salud en forma oportuna<sup>69</sup>. De todas formas, la disponibilidad de esos instrumentos no será suficiente si no hay amplios programas para capacitar a los profesionales de la salud. De la misma manera, se necesitarán considerables reformas institucionales para integrar la atención de salud en otras actividades. Las escuelas, por ejemplo, pueden ser centros importantes de prestación de servicios de salud básica así como fuentes de información y educación médica.

### Preparación para episodios extremos

Los desastres naturales causan daños económicos cada vez mayores, por lo que es necesario gestionarlos mejor para adaptarse al cambio climático. Si bien los fallecimientos asociados con desastres naturales de origen meteorológico disminuyen<sup>70</sup>, las pérdidas económicas causadas por tormentas, inundaciones y sequías aumentan, habiendo pasado de aproximadamente US\$20.000 millones al año a comienzos del decenio de 1980 a US\$70.000 millones en los primeros años del decenio de 2000 en los países de ingreso alto y de US\$10.000 millones al año a US\$15.000 millones en los países de ingreso bajo y mediano<sup>71</sup>. Pero la causa principal de este aumento es la mayor exposición de valor económico por superficie, más que los cambios climáticos<sup>72</sup>. El número de personas afectadas (personas que requieren asistencia humanitaria después de los desastres) continúa aumentando, y la parte más considerable corresponde a los países de ingreso bajo caracterizados por un rápido crecimiento urbano (gráfico 2.1)<sup>73</sup>. Aproximadamente 90% de las pérdidas económicas en los países en desarrollo recaen sobre los hogares, las empresas y los gobiernos; el resto corre por cuenta de los seguros o fondos de donantes.

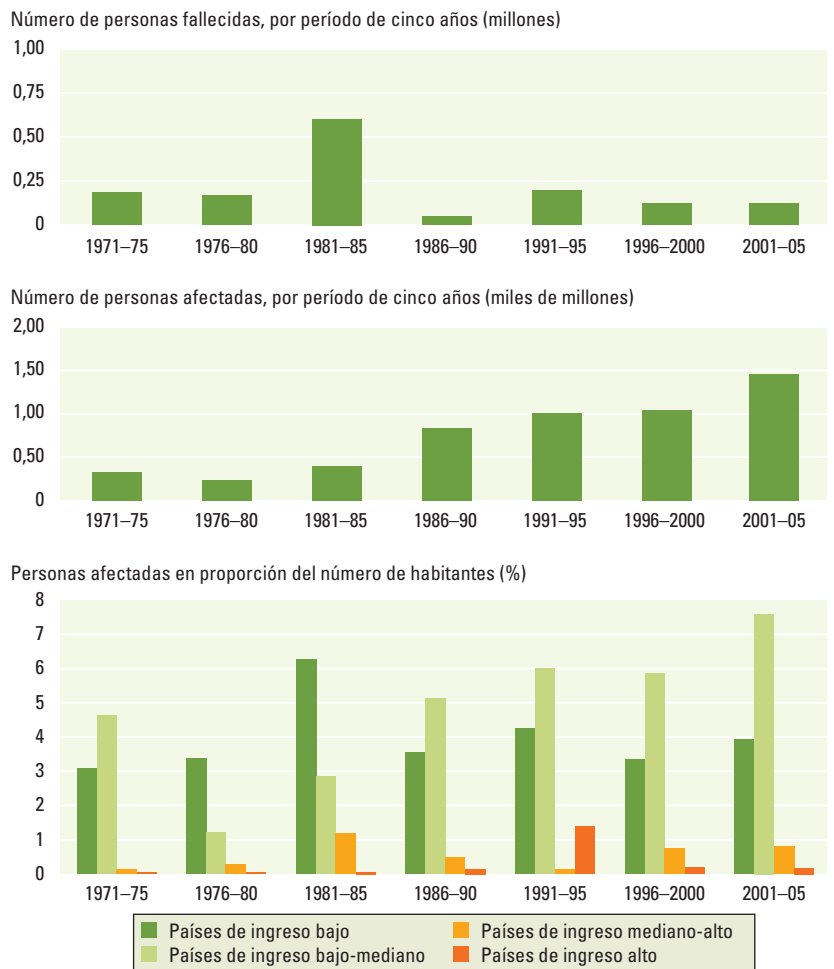
Si no se consigue reducir sistemáticamente los impactos de los desastres, se verán amenazados los avances del desarrollo. Por esto, más que en hacer frente a los desastres debe hacerse hincapié en una gestión de los riesgos de desastre orientada hacia el futuro, y en medidas preventivas, más que en respuestas reactivas. En consonancia con el Marco de Acción de Hyogo sobre la reducción de riesgos de desastre (marco normativo de 2005 establecido por las Naciones Unidas), la recuperación y la reconstrucción se orientan a reducir los riesgos de desastres futuros, estableciendo un vínculo entre el programa de actividades humanitarias y de desarrollo<sup>74</sup>. El sector privado es fundamental en este contexto, como fuente de soluciones financieras (seguro, evaluaciones de riesgos) y técnicas (comunicación, construcción, prestación de servicios)<sup>75</sup>.

El cambio climático refuerza enormemente la necesidad de una gestión eficaz de los episodios atmosféricos extremos y de una gestión de riesgos de desastre que mejore la preparación y evite las pérdidas (recuadro 2.6)<sup>76</sup>. En muchos lugares, son cada vez más comunes algunos riesgos que anteriormente eran excepcionales, por ejemplo en África, donde el número de inundaciones

está aumentando con rapidez (gráfico 2.2), y en Brasil, que experimentó en 2004 el primer huracán registrado en el Atlántico Sur<sup>77</sup>.

La generación de información sobre el lugar donde se producirán probablemente los efectos atmosféricos extremos y sus posibles consecuencias requiere datos socioeconómicos (mapas en que se observe la densidad de población o el valor de la tierra) así como información física (registros de las precipitaciones o episodios extremos)<sup>78</sup>. Pero en un clima cambiante el pasado ha dejado de ser el prólogo del futuro (acontecimientos antes ocasionales pueden ser ahora más frecuentes),

**Gráfico 2.1** Aumenta el número de personas afectadas por desastres relacionados con el clima



Fuentes: equipo del IDM; Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED), 2009.

Nota: en los últimos 40 años el número de víctimas ha disminuido pero el de personas afectadas se ha duplicado cada decenio (se considera personas afectadas a las que requieren asistencia inmediata durante un período de emergencia; pueden incluirse también las personas desplazadas o evacuadas). En los países de ingreso mediano-bajo se ve afectada cada año casi el 8% de la población. El aumento no puede atribuirse sólo al cambio climático; se debe en gran parte al crecimiento demográfico, a los mayores riesgos de la infraestructura y a los progresos registrados en la información sobre los desastres. No obstante, los efectos en las personas son igualmente reales y demuestran por qué es tan imprescindible comenzar por centrarse en el déficit de adaptación actual al mismo tiempo que se aspira a un futuro con menos estrés climático.

### RECUADRO 2.6 Evitar que se cumplan los pronósticos y adelantarse a los impactos: gestión del riesgo de episodios extremos para evitar que se conviertan en desastres

Los episodios climáticos extremos recurrentes –tormentas, inundaciones, sequías, incendios– son una realidad en muchos lugares del mundo y forman parte del sistema climático. Es probable que el cambio climático modifique las pautas de los episodios extremos, pero los efectos negativos pueden reducirse mediante una gestión sistemática de los riesgos. Los pasos básicos son la evaluación, la reducción y la mitigación de riesgos<sup>a</sup>.

La *evaluación de riesgos*, prerequisite para la gestión de riesgos, es la base para una toma de decisiones con conocimiento de causa. Se centra en las medidas y en los recursos. La identificación del riesgo pertinente es el primer paso, que generalmente no requiere técnicas sofisticadas. Los productores de arroz de Asia conocen fácilmente las zonas más expuestas a inundaciones. Los responsables de los embalses de agua conocen las exigencias contradictorias de abastecimiento de electricidad y de agua cuando los niveles de ésta son bajos. Y las comunidades pueden identificar los grupos y personas que primero sufren las consecuencias de los episodios meteorológicos adversos.

El paso siguiente es la cuantificación del riesgo, que puede realizarse con distintos procedimientos, según el alcance de una evaluación de riesgos. Las comunidades utilizan técnicas participativas sencillas basadas en indicadores fácilmente observables (como el precio de mercado de los cultivos básicos durante las sequías) para emprender medidas en los hogares y en la comunidad, o utilizan sistemas cartográficos comunitarios para determinar las zonas expuestas a inundaciones. Las evaluaciones de riesgos de alcance sectorial (agricultura o energía hidroeléctrica) o nacional requieren en general un análisis de datos más sistemático y cuantitativo (cartografía de las tierras agrícolas o de la hidrología regional).

Comprender el riesgo requiere inversiones en capacidad científica, técnica e

institucional que permitan observar, registrar, investigar, analizar, prever, presentar en forma de modelo y cartografiar los peligros y vulnerabilidades naturales. Los sistemas de información geográfica pueden integrar esas fuentes de información y ofrecer a los responsables de la toma de decisiones un instrumento para comprender el riesgo, tanto en los organismos nacionales como en el plano local. Muchos países de ingreso bajo y mediano realizan ahora evaluaciones del riesgo y fortalecen sistemáticamente su capacidad para administrar mejor los desastres<sup>b</sup>.

La *reducción del riesgo* requiere la incorporación de éste en el marco estratégico general de desarrollo, tarea más importante que nunca debido al aumento de la densidad de la población y la infraestructura. Desde los últimos años del decenio de 1990 se reconoce cada vez más abiertamente la necesidad de hacer frente a los riesgos resultantes de los peligros naturales en los marcos de desarrollo estratégico a mediano plazo, en la legislación y en las infraestructuras institucionales, en las estrategias y políticas sectoriales, en los procesos presupuestarios, en los proyectos concretos y en las actividades de seguimiento y evaluación. Para todo esto es preciso analizar la repercusión que los posibles peligros pueden tener en las políticas, programas y proyectos, y viceversa.

Las iniciativas de desarrollo no reducen necesariamente la vulnerabilidad a los peligros naturales, y pueden crear involuntariamente nuevas vulnerabilidades o incrementar las ya existentes. En consecuencia, es preciso buscar de forma expresa soluciones que permitan al mismo tiempo sustentar el desarrollo, reducir la pobreza y aumentar la capacidad de resistencia a los peligros. La reducción de riesgos de desastre debería promover la capacidad de resistencia y ayudar a las comunidades a adaptarse a riesgos nuevos y cada vez mayores. Pero ni siquiera esto se puede garantizar. Por ejemplo, las inversiones en

control estructural de las inundaciones de acuerdo con las probabilidades actuales podrían incrementar las pérdidas futuras si alentaran hoy la construcción en las zonas expuestas a inundaciones, aumentando su exposición a graves daños en el futuro. Por eso, las predicciones sobre el cambio climático deben tenerse en cuenta en las decisiones actuales y en la planificación a más largo plazo.

La *mitigación de riesgos* consiste en la adopción de medidas para reducir los efectos durante un evento y sus repercusiones inmediatas. Los sistemas de alerta temprana y vigilancia permiten utilizar la tecnología de la información y las comunicaciones para alertar previamente de los episodios extremos. Para que esta información pueda salvar vidas, los organismos de gestión de desastres necesitan mecanismos para recibir y transmitir la información a las comunidades con antelación suficiente. Esto presupone actividades de capacitación sistemática para la preparación, el fortalecimiento de la capacidad y la sensibilización y la coordinación entre las entidades nacionales, regionales y locales. Igualmente importante es adoptar medidas inmediatas y bien orientadas, con inclusión de actividades de protección social para los más vulnerables y una estrategia para la recuperación y reconstrucción.

*Fuentes:* equipo del IDM; Ranger, Muir-Wood y Priya, 2009; Naciones Unidas, 2007; Naciones Unidas, 2009; Consejo Nacional de Investigaciones (NRC), 2006; Benson y Twigg, 2007.

a. En este contexto, la *mitigación* consiste en evitar las pérdidas causadas por episodios atmosféricos extremos, por ejemplo, evacuando a la población de una llanura de inundación, con medidas de corta duración en previsión de una amenaza inmediata.

b. Fondo mundial para la reducción de los desastres y la recuperación, [www.gfdrr.org](http://www.gfdrr.org) (consultado el 15 de mayo de 2009); Provention, [www.proventionconsortium.org](http://www.proventionconsortium.org) (consultado el 15 de mayo de 2009).

y la incertidumbre sobre el clima futuro es un elemento importante al evaluar el riesgo y valorar las decisiones de planificación. Igualmente importantes son el seguimiento y las actualizaciones periódicas de los datos socioeconómicos para reflejar los cambios en el uso de la tierra y la demografía. El uso de los satélites y la tecnología de la información

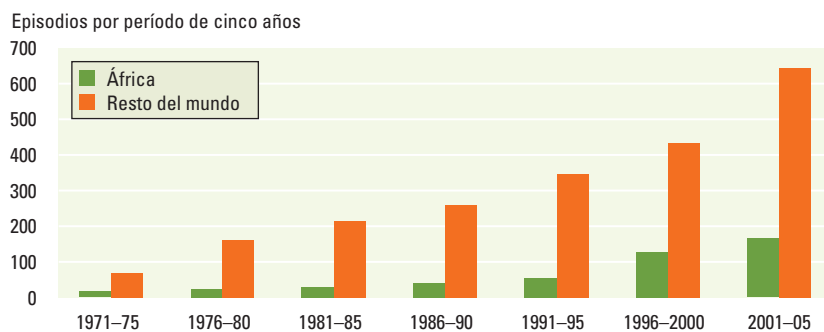
geográfica constituye un instrumento poderoso para generar información física y socioeconómica con rapidez y en forma eficiente en función de los costos (recuadro 2.7; véanse también los capítulos 3 y 7).

Muchos países desarrollados ofrecen como servicio público mapas detallados sobre el riesgo de inundaciones para los propietarios

de casas, empresas y autoridades locales<sup>79</sup>. En China, desde 1976 el gobierno publica mapas donde se señalan las zonas de alto riesgo de inundaciones para las cuencas hidrográficas más pobladas. Con estos instrumentos, los residentes pueden tener información sobre el momento, la forma y el lugar de evacuación. Los mapas pueden utilizarse también para la planificación del uso de la tierra y el diseño de construcciones<sup>80</sup>. Estos servicios, puestos a disposición de las comunidades, fomentan la intervención local, como ocurre en Bogotá, donde informaciones semejantes basadas en el riesgo en las zonas expuestas a terremotos refuerzan la capacidad de resistencia de las comunidades<sup>81</sup>.

El riesgo no puede eliminarse nunca, y la preparación para hacer frente a episodios extremos es imprescindible para proteger a la población. Los sistemas de alerta y los planes de respuesta (por ejemplo, para una evacuación en caso de emergencia) salvan vidas y reducen las pérdidas evitables. La implicación de las comunidades en la preparación y la comunicación en caso de emergencia protege sus medios de subsistencia. Por ejemplo, en Mozambique las comunidades situadas a lo largo del río Búzi utilizan radios para advertir a las poblaciones que se encuentran aguas abajo en caso de inundación<sup>82</sup>. Incluso en comunidades remotas y aisladas la intervención local puede reducir el riesgo, crear empleo y combatir la pobreza (recuadro 2.8). En el plano nacional, la existencia de preparativos financieros para ofrecer asistencia inmediata después de los desastres es imprescindible para evitar pérdidas duraderas para las comunidades.

**Gráfico 2.2 Las inundaciones están aumentando, incluso en el África expuesta a las sequías**



Fuente: análisis del equipo del IDM basado en CRED (2009).

Nota: el número de inundaciones es cada vez mayor, sobre todo en África, donde nuevas regiones están expuestas a este tipo de fenómeno y el tiempo de recuperación entre distintos episodios es cada vez menor. La información ha mejorado desde el decenio de 1970, pero no es esa la causa principal del mayor número de inundaciones registradas, ya que la frecuencia de otros desastres en África, como las sequías y los terremotos, no ha registrado un aumento semejante.

### Gestión de los riesgos financieros: instrumentos flexibles para situaciones imprevistas

La política pública crea un marco que especifica con claridad las funciones y responsabilidades del sector público, el sector privado, los hogares y los individuos. Un componente fundamental de este marco es un espectro de prácticas de gestión de riesgos con responsabilidades en distintos niveles. Una sequía sin importancia que provoca pequeñas pérdidas en la producción agrícola puede ser gestionada por los hogares mediante los sistemas informales de distribución de riesgos de base comunitaria, a no ser que se produzcan varias de esas sequías en un breve período

#### RECUADRO 2.7 Los datos transmitidos por satélite y la información geográfica son un instrumento fundamental y poco costoso para la gestión de riesgos

Los datos transmitidos por satélite y la tecnología de la información geográfica se ofrecen muchas veces en forma gratuita o con costo moderado, y los programas informáticos e instrumentos necesarios para utilizar esta tecnología funcionan en las computadoras personales.

Los satélites supervisan la humedad y la vegetación y suministran información muy valiosa a los servicios de extensión agraria. Realizan el seguimiento de las tormentas y advierten por adelantado a las comunidades costeras. Al cartografiar los efectos de las inundaciones contribuyen a las operaciones de recuperación y reconstrucción. Reproducen los bosques y la biomasa y permiten

a los indígenas que habitan los bosques disponer de más información. Los sensores de alta resolución identifican el avance de las ciudades hacia zonas peligrosas. Los dispositivos de posicionamiento geográfico utilizados en los estudios pueden revelar nueva información sobre la forma en que los hogares se interrelacionan con el entorno natural. Los sistemas de información geográfica agilizan la gestión de datos, garantizan que se disponga de información cuando se necesite y constituyen un instrumento rápido y eficaz en función de los costos para crear una base de conocimientos que permita tomar decisiones con conocimiento de causa y comprender las pautas de riesgo en

lugares donde esos datos y conocimientos son actualmente limitados.

Para utilizar esos servicios y tecnología en forma amplia y eficaz en los países en desarrollo no hacen falta inversiones físicas: los elementos principales son las inversiones en educación superior, el fortalecimiento de la capacidad institucional, los centros de investigación regionales centrados en misiones específicas y la promoción de la empresa privada.

Fuentes: Agencia Espacial Europea (ESA), 2002; NRC, 2007a, 2007b.

### RECUADRO 2.8 *Creación de empleos para reducir el riesgo de inundaciones*

Las precipitaciones intensas son frecuentes en Liberia, a pesar de lo cual hace decenios que no se realizan obras de mantenimiento de los sistemas de drenaje debido a años de abandono y guerra civil. En consecuencia, las inundaciones han provocado desastres repetidos en las zonas tanto rurales como urbanas. La limpieza de los desagües no era prioritaria para los funcionarios públicos ni para los ciudadanos, porque nadie tenía los recursos para esto. Pero después de que Mercy Corps, organización no gubernamental internacional, planteara la posibilidad de iniciativas de "efectivo por trabajo",

los funcionarios públicos se sumaron a la propuesta. En septiembre de 2006, se puso en marcha en cinco condados un proyecto de un año de duración para limpiar y rehabilitar los sistemas de drenaje. De esa manera, aumentó significativamente el caudal del agua de lluvia y se redujeron las inundaciones y los riesgos sanitarios correspondientes. El proyecto permitió también rehabilitar pozos y mejorar el acceso a los mercados despejando las carreteras y construyendo pequeños puentes.

Fuente: Mercy Corps, 2008.

de tiempo (véase el capítulo 1). Una sequía más grave, de las que ocurren una vez cada 10 años, puede gestionarse a través de instrumentos de transferencia de riesgo del sector privado. Pero en el caso de los episodios más graves y amplios el gobierno debe intervenir como asegurador de última instancia. Debe establecer también un marco que permita a las comunidades ayudarse a sí mismas y al sector privado desempeñar un papel activo y comercialmente viable, al mismo tiempo que adopta disposiciones para cubrir sus obligaciones resultantes de episodios catastróficos.

#### *Distintos niveles de protección*

El uso y el respaldo de los mecanismos de seguro ha sido objeto de gran atención en el contexto de la adaptación<sup>83</sup>. Los seguros pueden representar una protección frente a las pérdidas asociadas con episodios climáticos extremos y gestionar los costos que no pueden ser sufragados por la ayuda internacional, por los gobiernos ni por los ciudadanos<sup>84</sup>. Se han formulado y comprobado algunos planteamientos novedosos, como los instrumentos derivados basados en las condiciones meteorológicas y los microseguros en el mercado privado. Como ejemplos cabría citar los seguros basados en un índice climático para los pequeños agricultores de la India, que indemnizan a centenares de miles de agricultores en caso de una grave escasez de precipitaciones, y el fondo común de seguros del Caribe, que permite a los gobiernos disponer rápidamente de liquidez después de los desastres<sup>85</sup>.

Pero los seguros no son una fórmula mágica: son sólo uno de los elementos en un marco más amplio de gestión de riesgos que promueve la reducción de riesgos (evitando las pérdidas evitables) y recompensa las prácticas acertadas de gestión de riesgos (lo mismo que los propietarios de viviendas obtienen una reducción de la prima si instalan alarmas contra incendios). Si el clima evoluciona en forma previsible (por ejemplo, hacía un tiempo más caluroso o seco), los seguros no son viables. Los seguros tienen sentido cuando los impactos son aleatorios y raros, lo que ayuda a los hogares, empresas y gobiernos a distribuir el riesgo a lo largo del tiempo (pagando primas periódicas en vez de sufragar el costo completo de una vez) y geográficamente (compartiendo el riesgo con otros). Por esto, no elimina el riesgo, sino que reduce la diferencia de las pérdidas de quienes participan en el seguro.

Los seguros frente a las tormentas, inundaciones y sequías, independientemente de que se ofrezcan a los gobiernos o a los particulares, son difíciles de gestionar. El riesgo climático suele afectar a regiones enteras o a grandes grupos de personas simultáneamente; por ejemplo, miles de ganaderos de Mongolia sufrieron enormes pérdidas en 2002, año en que un verano seco fue seguido de un invierno extremadamente frío (recuadro 2.9). Estos episodios covariantes son característicos de muchos riesgos climáticos y dificultan enormemente la oferta de seguros, ya que las reclamaciones suelen concentrarse en determinados períodos y requieren cuantioso capital de reserva y grandes esfuerzos administrativos<sup>86</sup>. Esta es una de las razones por las que los grandes riesgos climáticos no están ampliamente cubiertos por los seguros, sobre todo en el mundo en desarrollo. De hecho, las instituciones de microfinanciamiento muchas veces limitan la parte de los préstamos agrícolas de su cartera en previsión de que los efectos atmosféricos generalizados impidan a sus clientes cumplir sus obligaciones<sup>87</sup>.

La prestación de servicios financieros constituye desde hace tiempo un desafío para el desarrollo por razones que nada tienen que ver con el cambio climático. El acceso a los seguros es generalmente mucho menor en los países en desarrollo (gráfico 2.3), como demuestra el nivel generalmente inferior de penetración de los servicios financieros en las zonas rurales. Por ejemplo, la Compañía de Seguros de Cultivos de Filipinas llega sólo a aproximadamente el 2% de los agricultores, que además se encuentran en las zonas más



**RECUADRO 2.9 Asociaciones entre el sector público y el privado para compartir los riesgos climáticos: seguro del ganado en Mongolia**

Un concepto importante de la gestión del riesgo climático es el de riesgo compartido por las comunidades, gobiernos y empresas. En Mongolia, los criadores de ganado, el gobierno nacional y las compañías de seguros elaboraron un plan para la gestión de riesgos financieros resultantes de los períodos de frío intenso invierno-primavera (*dzuds*) que provocan periódicamente una mortalidad generalizada del ganado. Estos episodios destruyeron el 17% de la hacienda en 2002 (en algunas zonas hasta el 100%), lo que representó pérdidas de US\$200 millones (16% del PIB).

En este plan, los ganaderos siguen siendo responsables de las pérdidas menores que no merman la viabilidad de sus empresas u hogares, y muchas veces recurren a acuerdos con los miembros de la comunidad para protegerse frente a las pérdidas de menor importancia. Las grandes pérdidas (del 10 al 30%) se cubren mediante un seguro

comercial del ganado ofrecido por aseguradores de Mongolia. Un programa de seguro social establecido a través del gobierno carga con las pérdidas asociadas con la mortalidad ganadera catastrófica que resultaría abrumadora tanto para los ganaderos como para los aseguradores. Este planteamiento en varios niveles establece un marco claro para el autoseguro de los ganaderos, el seguro comercial y el seguro social.

Una innovación importante es el uso de un seguro basado en índices en sustitución de un seguro individual del ganado, que había resultado ineficaz debido a que la verificación de las pérdidas individuales suele implicar cierto riesgo moral y muchas veces tiene costos prohibitivamente elevados. Con este nuevo tipo de seguro, los ganaderos son indemnizados en función de la tasa media de mortalidad del ganado en su distrito, y no hace falta una evaluación de la pérdida individual. De esa manera, los

aseguradores de Mongolia tienen incentivos para abandonar su resistencia anterior y asegurar a los ganaderos.

El plan ofrece ventajas para todos. Los ganaderos pueden comprar un seguro contra las pérdidas inevitables. Los aseguradores pueden ampliar sus actividades en las zonas rurales, con lo que se refuerza la infraestructura de servicios financieros rurales. El gobierno, al ofrecer un seguro social bien estructurado, puede gestionar mejor su riesgo fiscal. Aun cuando un episodio catastrófico representa un riesgo potencial significativo para el gobierno, éste se había visto obligado, por razones políticas, a absorber un riesgo todavía mayor en el pasado. Dado que el gobierno cubre los resultados catastróficos, el seguro comercial, limitado a los niveles moderados de mortalidad, puede ofrecerse a precios asequibles.

Fuentes: Mahul y Skees, 2007; Mearns, 2004.

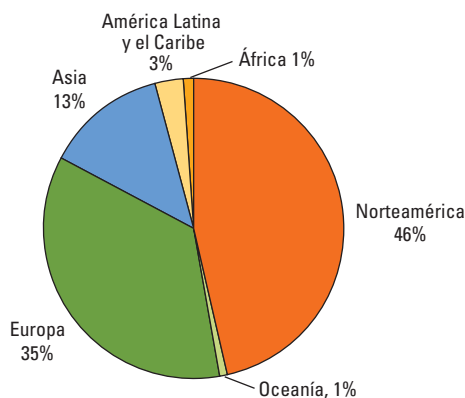
productivas y ricas<sup>88</sup>. La prestación de servicios financieros a las poblaciones rurales es compleja y arriesgada, ya que muchos hogares rurales no forman parte de la economía monetizada y tienen medios de subsistencia muy vinculados con los acontecimientos atmosféricos. En los contextos urbanos, la población está más concentrada, pero toda-

vía es difícil llegar a las personas pobres de la economía informal.

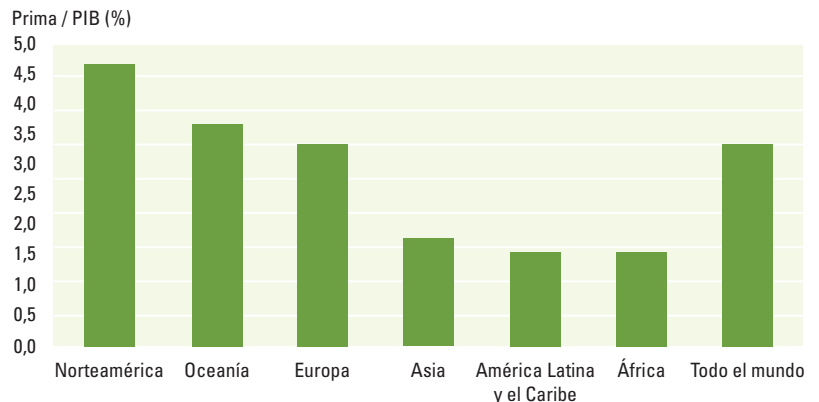
El cambio climático podría reducir todavía más la posibilidad de asegurar los riesgos relacionados con el clima. Si se da rienda suelta al cambio climático, muchos riesgos quizá no puedan asegurarse y las pólizas podrían alcanzar niveles inasequibles. La asegurabilidad

**Gráfico 2.3 Los seguros son limitados en el mundo en desarrollo**

Volumen de las primas de seguros distintos del seguro de vida en 2006 (volumen total = US\$1,5 billones)



Penetración de los seguros distintos del seguro de vida en 2006



Fuente: Swiss Re, 2007.

Nota: los seguros son en gran parte un mercado de los países desarrollados, como demuestra la proporción regional de las primas (izquierda), y la penetración (prima en porcentaje del PIB) de los seguros distintos del seguro de vida (derecha). En este tipo de seguro se incluyen los de propiedad, accidentes y responsabilidad civil (conocidos también con el nombre de seguros generales), el seguro de salud y los productos no definidos como seguros de vida.

exige la capacidad de determinar y cuantificar (o al menos estimar parcialmente) la probabilidad de un evento y las pérdidas asociadas, de establecer las primas y de diversificar el riesgo entre personas o colectivos<sup>89</sup>. El cumplimiento de esas tres condiciones hace que un riesgo sea asegurable pero no necesariamente rentable (como se observa en el bajo coeficiente prima-reclamaciones de muchos programas de seguro agrícola) y los costos de transacción del funcionamiento de un programa de seguro pueden ser considerables<sup>90</sup>. Las incertidumbres resultantes del cambio climático complican los procesos actuariales que sirven de base a los mercados de seguro<sup>91</sup>. Además, la diversificación del riesgo será más difícil a medida que el cambio climático dé lugar a efectos más sincronizados, generalizados y sistémicos en el plano mundial y regional, efectos que son difíciles de compensar en otras regiones o segmentos de mercado.

La erosión de la asegurabilidad basada en el mercado implica una fuerte dependencia del Estado en cuanto asegurador de último recurso, papel que han asumido muchos gobiernos. Pero su trayectoria no ha sido demasiado brillante, ni en el mundo en desarrollo ni en los países desarrollados. Por ejemplo, el huracán Katrina de 2005 excedió 10 veces los fondos del programa de seguro frente a inundaciones de los Estados Unidos: en solo un año hubo más reclamaciones que en sus 37 años de historia. Pocos programas de seguros de cosechas patrocinados por los gobiernos son financieramente sostenibles sin subvenciones considerables<sup>92</sup>. Al mismo tiempo, si la magnitud de las pérdidas asociadas con recientes episodios catastróficos sirve como indicio de la asegurabilidad de las futuras pérdidas como consecuencia del cambio climático, parece que sería recomendable una intervención más explícita del sector público para absorber daños que desbordan la capacidad del sector privado<sup>93</sup>.

Los seguros no son la panacea para la adaptación a los riesgos climáticos y son sólo *una* de las estrategias para resolver *algunos* de los efectos del cambio climático. En general, no es la solución más indicada para los efectos a largo plazo e irreversibles, como la subida del nivel del mar y la desertificación, tendencias que darían lugar a pérdidas masivas para los aseguradores y, por tanto, no podrían asegurarse. Los seguros deben considerarse dentro de una estrategia general de gestión de riesgos y adaptación, incluida una regulación acertada del uso de la tierra y los códigos de construcción, para evitar comportamientos

contraproducentes –o formas erróneas de adaptación (como el asentamiento continuado en las costas expuestas a tormentas)– para contar con la garantía de un contrato de seguro<sup>94</sup>.

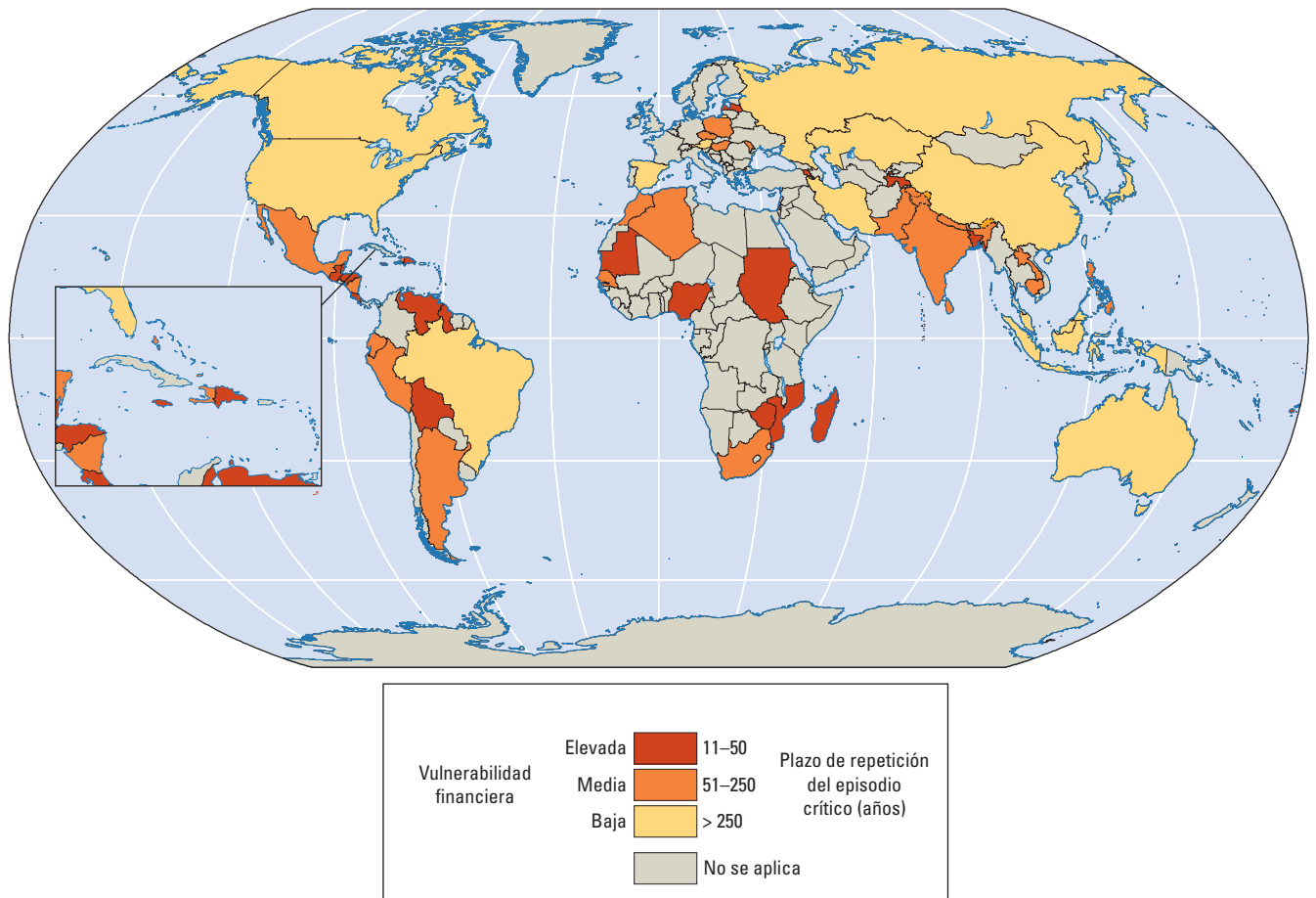
### *Mantener la liquidez pública*

La planificación financiera prepara a los gobiernos para los efectos climáticos catastróficos y mantiene los servicios públicos imprescindibles inmediatamente después de los desastres<sup>95</sup>. Los dispositivos financieros preestablecidos –como los fondos de reserva para catástrofes, las líneas de crédito contingente y los bonos de catástrofe– permiten a los gobiernos responder con rapidez, ampliar los programas de protección social y evitar pérdidas duraderas de los hogares y comunidades mientras hay personas sin techo y sin trabajo incapaces de atender sus necesidades básicas<sup>96</sup>. La disponibilidad inmediata de fondos para emprender la rehabilitación y recuperación reduce el riesgo perturbador de los desastres en el desarrollo.

Muchos países pequeños son más vulnerables a episodios catastróficos debido a la magnitud de las pérdidas consiguientes en relación con el tamaño de su economía (mapa 2.5); por ejemplo, en Granada, en 2004, los vientos del huracán Iván provocaron pérdidas equivalentes a más del 200% del PIB<sup>97</sup>. Como la ayuda exterior no siempre está disponible de forma inmediata, 16 países caribeños han elaborado un plan bien estructurado de gestión de riesgos financieros para agilizar el financiamiento de emergencia y reducir en lo posible la interrupción de los servicios. Funciona desde 2007 y ofrece liquidez rápida a los gobiernos después de huracanes y terremotos destructores, utilizando formas innovadoras de acceso a los mercados de reaseguro internacionales que pueden diversificar y compensar el riesgo a escala mundial (recuadro 2.10).

Incluso las economías pobres pueden gestionar los riesgos climáticos con mayor eficacia si encauzan debidamente la información, los mercados, una planificación adecuada y la asistencia técnica. Los gobiernos que establecen asociaciones con aseguradores e instituciones financieras internacionales pueden vencer la resistencia del sector privado a comprometer capital y personal especializado en un mercado de ingresos bajos. En 2008 Malawi realizó un contrato piloto de gestión de riesgos meteorológicos para protegerse de las sequías que podían provocar situaciones de escasez de la producción nacional de maíz (acompañadas con frecuencia de una gran

**Mapa 2.5** Los países pequeños y pobres son financieramente vulnerables a los episodios atmosféricos extremos



Fuente: Mechler y otros, 2009.

Nota: en el mapa se observa el grado de vulnerabilidad financiera de los países frente a las inundaciones y las tormentas. Por ejemplo, en los países sombreados en rojo un episodio atmosférico grave que superaría la capacidad financiera del sector público de restablecer la infraestructura dañada y continuar con el desarrollo en la forma prevista se produce normalmente una vez cada 11 a 50 años (probabilidad anual del 2 al 10%). La elevada vulnerabilidad financiera de las pequeñas economías confirma la necesidad de planificación de las contingencias financieras para aumentar la capacidad de resistencia del gobierno frente a futuros desastres. Sólo se han incluido en el análisis los 74 países más expuestos a desastres que sufrieron pérdidas directas de al menos el 1% del PIB como consecuencia de inundaciones, tormentas y sequías durante los 30 últimos años.

### RECUADRO 2.10 El Fondo de seguro contra riesgos de catástrofe para el Caribe: seguro frente a la interrupción de los servicios después de los desastres

Entre los numerosos desafíos que se plantean a los miembros de los pequeños Estados insulares después de los desastres naturales, el más urgente es tener acceso a efectivo para emprender iniciativas de recuperación y mantener los servicios imprescindibles. Este desafío es particularmente agudo para los países del Caribe, cuya capacidad de resistencia económica se ve limitada por una vulnerabilidad creciente y un fuerte endeudamiento.

El nuevo Fondo de seguro contra riesgos de catástrofe para el Caribe ofrece a los gobiernos de la Comunidad del Caribe un instrumento de seguro semejante al seguro de interrupción de la actividad comercial.

Ofrece liquidez inmediata si surgen pérdidas catastróficas como consecuencia de un huracán o terremoto.

Hay numerosos instrumentos para financiar la recuperación a largo plazo, pero éste cubre una laguna en el financiamiento de las necesidades a corto plazo mediante el seguro paramétrico. Desembolsa fondos cuando se produce un evento previamente definido de una intensidad determinada, sin tener que esperar a evaluaciones de pérdidas sobre el terreno ni a confirmaciones oficiales. Este tipo de seguro es en general menos costoso y se pueden liquidar las reclamaciones con rapidez, ya que la intensidad de un evento se puede medir en

forma casi instantánea. Este servicio permite a los países participantes compartir sus riesgos individuales integrándolos en una cartera única mejor diversificada y facilita el acceso al mercado de los reaseguros, con lo que el riesgo se comparte también fuera de la región.

Estos mecanismos de seguro deben formar parte de una estrategia financiera mundial que utilice un conjunto de instrumentos para cubrir los diferentes tipos de eventos y probabilidades.

Fuentes: Ghesquiere, Jamin y Mahul, 2006; Banco Mundial, 2008e.

inestabilidad de los precios regionales de los productos básicos y de inseguridad alimentaria). A cambio de una prima, una compañía de reaseguro internacional se comprometió a pagar al gobierno una cantidad determinada en el caso de que se dieran condiciones de grave sequía previamente establecidas, cuantificadas y notificadas por el servicio meteorológico de Malawi. La Tesorería del Banco Mundial intervino como intermediario de confianza, lo que hizo la transacción más aceptable para ambos lados. Como los parámetros del pago y de la sequía se definieron de antemano, el desembolso de este producto financiero iba a ser rápido. En consecuencia, el gobierno podía comprar a término maíz en los mercados regionales de productos básicos para contar con alimentos antes de que la sequía afectara a la población más vulnerable y, de esa manera, reducir significativamente el costo de las medidas de respuesta y la dependencia de los llamados internacionales de asistencia<sup>98</sup>.

Para que estas iniciativas sean asequibles y sostenibles, es necesario promover sistemáticamente las necesidades de reducción de los riesgos de desastre para limitar en la medida de lo posible la dependencia gubernamental de los mecanismos financieros utilizados para las pérdidas más habituales. El financiamiento contingente tiene costos de oportunidad y debe cubrir únicamente las necesidades financieras públicas más urgentes y las pérdidas más extremas. Los servicios de extensión agraria, la imposición de códigos de construcción y la planificación urbana estratégica son algunos ejemplos que demuestran la capacidad gubernamental de reducir las consecuencias evitables y la probabilidad de los resultados más extremos. Igualmente importante son los sistemas de alerta temprana que señalan por adelantado y previenen la pérdida de vidas humanas y daños económicos. Estos sistemas, respaldados por los gobiernos, pueden tener efectos espectaculares, como en Bangladesh, donde han reducido las muertes como consecuencia de inundaciones y tormentas y, por tanto, la necesidad de que el gobierno financie las pérdidas<sup>99</sup>.

### **Gestión de los riesgos sociales: potenciar a las comunidades para que puedan protegerse**

El cambio climático no afecta a todos de la misma manera<sup>100</sup>. En los hogares pobres, basta un estrés climático moderado para que

se produzcan pérdidas irreversibles de capital humano y físico<sup>101</sup>. Los efectos en los niños pueden ser duraderos y mermar los ingresos percibidos a lo largo de la vida debido a las repercusiones en la educación (abandono de la escuela después de una crisis) y la salud (efecto multiplicador de la falta de saneamiento y las enfermedades transmitidas por el agua o por vectores, así como el retraso en el crecimiento)<sup>102</sup>. Las mujeres del mundo en desarrollo experimentan los efectos del cambio climático en forma desproporcionada ya que muchas de sus responsabilidades en el hogar (recolección y venta de productos silvestres) se ven afectadas por los altibajos meteorológicos<sup>103</sup>. Los hogares y las comunidades se adaptan mediante la elección de los medios de subsistencia, la asignación de activos y las preferencias de emplazamiento, utilizando en muchas ocasiones los conocimientos tradicionales como guía a la hora de tomar esas decisiones<sup>104</sup>. Las personas tienen mayor disponibilidad y capacidad de cambiar si cuentan con sistemas de apoyo social que compaginen el intercambio comunitario, el seguro social público (por ejemplo, pensiones), sistemas de financiación y seguro del sector privado y redes públicas de protección social.

### ***Construir comunidades con capacidad de resistencia***

El aprovechamiento de los conocimientos locales y tradicionales sobre los riesgos climáticos es importante por dos razones<sup>105</sup>. En primer lugar, muchas comunidades, en particular los pueblos indígenas, tienen ya estrategias y conocimientos acordes con su contexto para hacer frente a los riesgos climáticos. Los esfuerzos por compaginar el desarrollo y la adaptación al clima en las comunidades vulnerables podrán utilizar provechosamente los procedimientos utilizados desde siempre frente a los riesgos ambientales, como en África, donde las comunidades se han adaptado a períodos prolongados de sequía<sup>106</sup>. De todas formas, esas estrategias tradicionales de supervivencia y adaptación pueden preparar a las comunidades únicamente frente a algunos riesgos percibidos, no para los riesgos inciertos y quizá diferentes que representa el cambio climático<sup>107</sup>. Es posible que las comunidades estén bien adaptadas a su clima pero no estén tan bien capacitadas para adaptarse al cambio climático<sup>108</sup>. En segundo lugar, el carácter local de la adaptación significa que las políticas generales que imponen una

solución única para todos no son las más indicadas para atender las necesidades de diferentes lugares urbanos y rurales<sup>109</sup>.

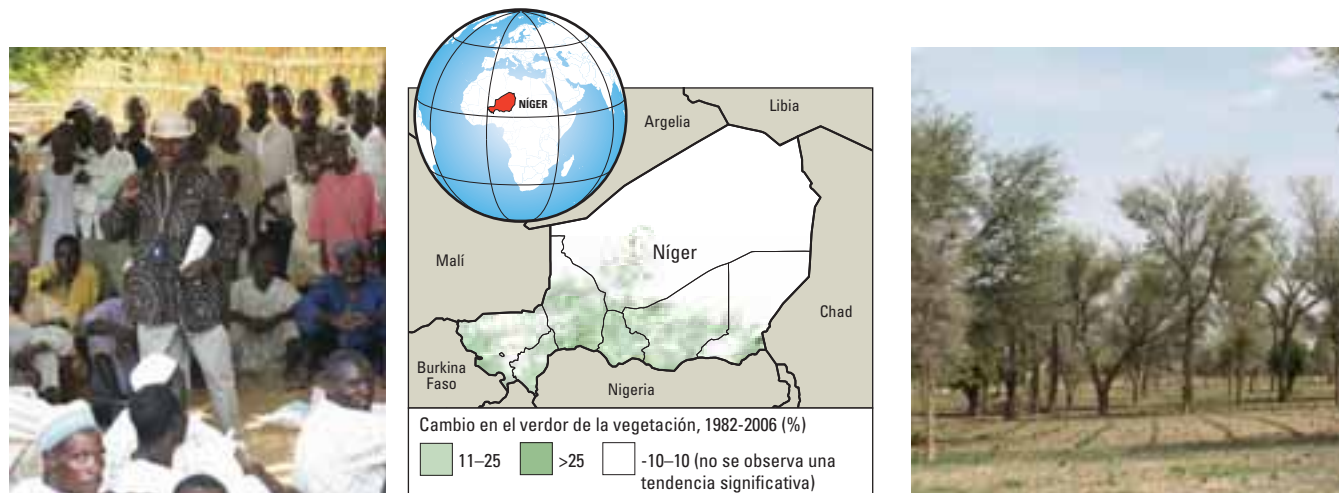
Las piedras angulares de la capacidad de resistencia comunitaria –la capacidad de seguir realizando las funciones críticas, de autoorganizarse y de aprender en un contexto de cambio– se encuentran en todo el mundo<sup>110</sup>. En las zonas costeras de Viet Nam las mareas de tormenta y la elevación del nivel del mar están sometiendo a dura prueba a los mecanismos de supervivencia. Después de los recortes de muchos servicios estatales en los últimos años del decenio de 1990, los mecanismos locales de toma de decisiones colectivas y las redes de crédito e intercambio sustituyeron la planificación e infraestructura gubernamental por el capital social y el aprendizaje. (No obstante, en los últimos años el gobierno ha reconocido su deber de contribuir a la capacidad de resistencia y al desarrollo de la infraestructura comunitaria y ahora promueve un amplio programa de gestión de riesgos de desastre)<sup>111</sup>.

En el Ártico occidental, los Inuit, que sufren los efectos de la retirada del hielo marino y los cambios en la distribución de la fauna, han adaptado el calendario de sus actividades de subsistencia y cazan una mayor variedad de especies. La capacidad de

resistencia de sus comunidades es cada vez mayor gracias al intercambio de alimentos, el comercio mutuo y el establecimiento de nuevas instituciones locales<sup>112</sup>. De la misma manera, las comunidades indígenas de los países en desarrollo se están adaptando al cambio climático –con prácticas como la recolección del agua de lluvia, la diversificación agrícola y ganadera y cambios en la migración estacional– con el fin de mitigar los efectos negativos y aprovechar las nuevas oportunidades<sup>113</sup>.

En general, las comunidades tienen un conocimiento de los riesgos climáticos y de la forma en que éstos repercuten en sus activos y en sus actividades que está mejor adaptado a su horizonte cronológico y geografía y a eventos específicos. Las comunidades tienen también mayor capacidad de gestionar las relaciones sociales y ecológicas locales que se verán afectadas por el cambio climático. Por otro lado, normalmente gastan menos que los agentes externos en la ejecución de los proyectos de desarrollo y medio ambiente (gráfico 2.4). Un examen reciente de más de 11.000 pesquerías reveló que la probabilidad de colapso de las poblaciones se puede reducir espectacularmente renunciando a los límites mundiales de captura e introduciendo contingentes de captura individuales

**Gráfico 2.4** Cómo hacer retroceder el desierto aprovechando los conocimientos indígenas, las iniciativas de los agricultores y el aprendizaje social



Fuentes: IRM y otros, 2008; Botoni y Reij, 2009; Herrmann, Anyamba y Tucker, 2005.

*Nota:* en Níger los agricultores han conseguido invertir el avance del desierto; paisajes que quedaron desnudos en los años ochenta están ahora densamente poblados de árboles, arbustos y cultivos. Esta transformación, tan importante que sus efectos pueden observarse desde los satélites, ha afectado a 5 millones de hectáreas de tierra (aproximadamente la superficie de Costa Rica), que representa casi la mitad de la tierra cultivada en Níger. Las nuevas oportunidades económicas creadas por este proceso de reverdecimiento han beneficiado a millones de personas gracias a la mayor seguridad alimentaria y capacidad de resistencia a la sequía. Un elemento clave de este éxito fue una técnica de bajo costo conocida como regeneración natural gestionada por los agricultores, que adapta una técnica ancestral de ordenación forestal. Después de algunos éxitos iniciales con la reintroducción de esta técnica indígena en el decenio de 1980, los agricultores comprobaron los beneficios e hicieron correr la voz. El efecto de aprendizaje social se vio reforzado por los donantes que sufragaron visitas de estudio de los agricultores e intercambios entre agricultores de distintos lugares. El papel del gobierno central fue decisivo por lo que se refiere a la reforma de la política forestal y de tenencia de tierras.

transferibles, cuya observancia se confiaría a la población local<sup>114</sup>. La participación activa de las comunidades locales y las principales partes interesadas en la gestión compartida de las pesquerías es también condición fundamental para el éxito<sup>115</sup>.

Además de contribuir a aumentar la capacidad de resistencia, la gestión descentralizada de los recursos puede producir beneficios sinérgicos para la mitigación y adaptación. Por ejemplo, la gestión de los bienes forestales comunes en las regiones tropicales ha conseguido simultáneamente efectos positivos en los medios de subsistencia (adaptación) y progresos en el almacenamiento del carbono (mitigación) cuando las comunidades locales son propietarias de sus bosques, tienen mayor autonomía en la toma de decisiones y pueden gestionar espacios forestales más extensos<sup>116</sup>. En muchos países en desarrollo la gestión descentralizada de los bosques basada en los principios del acervo común de recursos ha otorgado a las poblaciones locales la autoridad necesaria para gestionar los bosques, utilizar sus conocimientos sobre el tiempo y geografía local para crear normas e instituciones adecuadas, y colaborar con los organismos gubernamentales para aplicar las normas que han creado<sup>117</sup>. El fortalecimiento de los derechos de los pueblos indígenas a la tierra y el respeto de sus funciones en las actividades de gestión han dado lugar a una ordenación más sostenida de los recursos forestales y de la biodiversidad, como en México y Brasil<sup>118</sup>.

La adaptación eficaz basada en la comunidad aprovecha el aprendizaje social, es decir, el proceso de intercambio de conocimientos sobre las experiencias disponibles, y su integración con la información científica técnica<sup>119</sup>. Cuando existe migración entre las zonas urbanas y rurales en búsqueda de empleo estacional o a raíz de desastres naturales, esos movimientos siguen la pauta de los desplazamientos anteriores de familiares y amigos<sup>120</sup>. Cuando las personas adoptan nuevas tecnologías o cambian las pautas de cultivo, sus decisiones dependen de los flujos de información de las redes sociales<sup>121</sup>. Cuando eligen diferentes esferas para desarrollar sus aptitudes y mejorar su educación, sus decisiones están vinculadas a las de sus homólogos<sup>122</sup>.

El aprendizaje social basado en la comunidad y en la experiencia ha sido un medio fundamental para hacer frente a los riesgos climáticos en el pasado, pero quizá sea insuficiente en relación con el cambio climático. Por esto, las estrategias eficaces de adaptación

al clima orientadas hacia la comunidad deben buscar una solución de compromiso entre los aspectos positivos (mayor capacidad y conocimientos locales, posibles reservas de capital social, costos más bajos) y negativos (conocimientos científicos limitados, ámbito de acción reducida).

Muchas actividades de adaptación de base comunitaria cuentan con el apoyo de una gran variedad de ONG y otros intermediarios, pero sólo llegan a una parte minúscula de quienes se encuentran en situación de riesgo. Es imperativo reproducir en escala mucho mayor los éxitos conseguidos. La proyección en mayor escala se ha visto limitada con frecuencia por la falta de relación –y, en algunos casos, las tensiones– entre las partes interesadas locales y las instituciones gubernamentales. La cooperación tropieza muchas veces con problemas relacionados con la autoridad, la responsabilidad y el financiamiento. Para ampliar con éxito el desarrollo impulsado por la comunidad es necesario que sus promotores y los gobiernos piensen en el proceso que está más allá del proyecto y en la transformación o transición para evitar que los proyectos terminen bruscamente cuando se acabe el financiamiento. La capacidad, elemento clave para el éxito, incluye la motivación y el compromiso, que a su vez requieren incentivos adecuados en todos los niveles<sup>123</sup>. El nuevo Fondo de Adaptación puede incrementar enormemente el apoyo en este sentido, ya que, según las previsiones para 2012, gestionará recursos por valor de US\$500- US\$1.200 millones y ayudará directamente a los gobiernos en todos los niveles, a las ONG y a otros organismos intermediarios<sup>124</sup>.

### ***Redes de seguridad para los más vulnerables***

El cambio climático amplificará las vulnerabilidades y provocará amenazas climáticas más frecuentes y prolongadas para un número mayor de personas. Así pues, habrá que adoptar políticas sociales para ayudar a los grupos cuyos medios de subsistencia pueden reducirse gradualmente como consecuencia del cambio climático. Los episodios extremos pueden afectar también directamente a los hogares y hacer necesaria la existencia de redes de protección (asistencia social) para evitar que los más vulnerables sufran pérdidas económicas. Los episodios prolongados de estrés climático (frecuentes en las sequías) pueden elevar los precios y aumentar la inestabilidad de los productos

básicos, lo que repercute en forma desproporcionada sobre los pobres y vulnerables, como ocurrió en las crisis alimentarias de 2008<sup>125</sup>. La subida del precio de los alimentos significa una mayor pobreza para quienes tienen que comprar alimentos para sustentar a sus familias, y provoca un deterioro de la nutrición, un menor uso de los servicios de salud y educación y una merma de los activos productivos de los pobres<sup>126</sup>. En algunas partes del mundo en desarrollo la inseguridad alimentaria y las correspondientes fluctuaciones de los precios de los alimentos son ya una fuente sistémica de riesgo que, según las previsiones, aumentará con el cambio climático<sup>127</sup>.

Las crisis asociadas con el clima tienen dos características importantes. En primer lugar, se desconoce quiénes se verán afectados y dónde se van a producir. La población perjudicada muchas veces no se puede determinar hasta que la crisis está bien avanzada, cuando es difícil responder con rapidez y eficacia. En segundo lugar, los posibles trastornos no se conocen por adelantado. Ambos aspectos influyen en la formulación y diseño de las políticas sociales en respuesta a las futuras amenazas climáticas. La protección social debe entenderse como un sistema, más que en forma de intervenciones aisladas, y debería ponerse en marcha durante las coyunturas favorables. Las redes de protección social deben contar con financiamiento flexible y criterios de selectividad contingentes, de manera que puedan reforzarse para responder con eficacia a las crisis episódicas<sup>128</sup>.

Para hacer frente a las vulnerabilidades crónicas, un amplio conjunto de instrumentos de las redes de protección social permite realizar transferencias en efectivo o en especie a los hogares pobres<sup>129</sup>. Si se utilizan con eficacia, pueden contribuir inmediatamente a reducir la desigualdad y son el método más adecuado para responder a las posibles consecuencias de las subidas de los precios de los productos básicos en la pobreza; permiten a los hogares invertir en sus futuros medios de subsistencia y gestionar el riesgo reduciendo la incidencia de estrategias de supervivencia negativas (como la venta de ganado durante las sequías). Las redes de protección social pueden concebirse de manera que animen a los hogares a invertir en capital humano (educación, capacitación, nutrición), aumentando así la capacidad de resistencia a largo plazo.

En respuesta a las crisis, las redes de protección social pueden hacer las veces de seguro, si se conciben de manera que sean escalables

y flexibles. Muchas veces se adoptan por fases, y las prioridades van cambiando, desde la prestación inmediata de servicios de alimentación, saneamiento y descontaminación a la eventual recuperación, reconstrucción y, posiblemente, prevención y mitigación de desastres. Para desempeñar una función de seguro, las redes de protección social necesitan presupuestos anticíclicos y escalables, normas de selectividad para detectar a las personas con necesidades transitorias, una aplicación flexible que permita responder con rapidez después de la crisis, y responsabilidades y procedimientos organizativos básicos convenidos mucho antes de los desastres<sup>130</sup>. Los servicios de alerta temprana ofrecidos a través de boletines y pronósticos estacionales pueden movilizar las redes de protección social con tiempo suficiente y preparar la logística y las distribuciones de alimentos<sup>131</sup>.

Las redes de protección social deberán reforzarse considerablemente en los lugares donde ya existen o crearse donde no las hay. Muchos países de ingresos bajos no pueden permitirse transferencias permanentes a sus pobres, pero las redes de protección social escalables que ofrecen una forma básica de seguro no contributivo pueden representar una protección social básica que evite la mortalidad y el agotamiento excesivo de los activos, incluso en países pobres donde normalmente no se han utilizado<sup>132</sup>.

Por ejemplo, la Red de seguridad productiva de Etiopía combina la asistencia social permanente (un programa a más largo plazo de asistencia basada en el trabajo, orientado a 6 millones de hogares en situación de inseguridad alimentaria) con redes de seguridad escalables, que pueden ampliarse rápidamente para aliviar la pobreza transitoria de millones de hogares durante una gran sequía. Una innovación importante es el uso, por un lado, de índices basados en los efectos meteorológicos observados para ofrecer rápidamente más asistencia escalable y orientada a las zonas de inseguridad alimentaria y, por el otro, mecanismos basados en el seguro para acceder al financiamiento contingente<sup>133</sup>.

Los programas de asistencia basada en el trabajo pueden formar parte de una respuesta en forma de red de protección social<sup>134</sup>. Se trata de programas de obras públicas con gran concentración de mano de obra que ofrecen ingresos a la población destinataria al mismo tiempo que construyen o mantienen la infraestructura pública. Estos programas hacen hincapié en los activos y en las actividades

de alta rentabilidad que pueden aumentar la capacidad de resistencia de las comunidades, como el almacenamiento de agua, los sistemas de riego y los diques. No obstante, para que sean plenamente eficaces, deben tener objetivos claros, proyectos adecuados y bien concebidos, financiamiento previsible, orientación profesional para la selección y aplicación, y actividades de seguimiento y evaluación creíbles (recuadro 2.11).

Las redes de protección social pueden facilitar también la reforma de la política energética. La subida de los precios de los combustibles aporta eficiencia energética, beneficios económicos y ahorros fiscales, pero también riesgos políticos y sociales significativos. Esas redes pueden proteger a los pobres frente a la subida de los precios de la energía y ayudar a eliminar subvenciones energéticas de gran volumen, engorrosas, regresivas y nocivas para el clima (véase el capítulo 1)<sup>135</sup>. Las subvenciones a la energía, una respuesta frecuente a los altos precios de los combustibles, son muchas veces ineficientes y no están muy bien orientadas, pero su eliminación suele ser problemática. Varios países de ingreso mediano (Brasil, China, Colombia, India, Indonesia, Malasia y Turquía) han utilizado recientemente las redes de protección social para facilitar la eliminación de las subvenciones a los combustibles fósiles<sup>136</sup>. Tras la eliminación de las subvenciones, los pagos de transferencia en efectivo deben orientarse con un gran esmero a fin de compensar

razonablemente a los pobres: la reforma de Indonesia demostró que, incluso con considerables errores de selección, los cuatro deciles más bajos de la población se vieron favorecidos durante el período de transferencia<sup>137</sup>.

### *Facilitar la migración en respuesta al cambio climático*

La migración es muchas veces una respuesta eficaz al cambio climático y, lamentablemente, la única respuesta en algunos casos. Las estimaciones sobre el número de personas en situación de riesgo de migración, desplazamiento y reasentamiento para 2050 van desde 200 millones hasta 1.000 millones<sup>138</sup> (aunque se trata de estimaciones basadas en evaluaciones amplias de las personas expuestas a riesgos crecientes más que en un análisis de si se producirá realmente la migración<sup>139</sup>). Las medidas de adaptación, por ejemplo, la protección de las zonas costeras, compensarán los efectos climáticos y reducirán la migración<sup>140</sup>.

Los movimientos de hoy permiten hacerse una idea aproximada de la geografía de los movimientos en el futuro próximo (recuadro 2.12). La migración relacionada con el cambio climático adoptará predominantemente la forma de traslados desde las zonas rurales de los países en desarrollo a las ciudades y grandes urbes. Las políticas para facilitar la migración deberían tener en cuenta que la mayor parte de los migrantes de todo el mundo se desplazan dentro de sus propios países y que las rutas migratorias utilizadas

### **RECUADRO 2.11** *Asistencia basada en el trabajo en la India en el contexto de la Ley nacional de garantía del empleo rural*

A lo largo del tiempo, la India ha ido elaborando un programa de garantía del empleo basado en un plan anterior que consiguió resultados positivos en el estado de Maharashtra. El programa establece, mediante la autoselección, el derecho de hasta 100 días de empleo con el salario mínimo oficial para todos los hogares que se ofrezcan como voluntarios. Los hogares no tienen que demostrar su necesidad, y algunos salarios se pagan incluso si el trabajo no se puede realizar.

El programa exige que al menos un tercio del trabajo se ofrezca a mujeres, que se presen servicios de guardería sobre el terreno y que estén asegurados los accidentes laborales. El trabajo debe ofrecerse sin demora y a una distancia de no más de 5 kilómetros

del hogar, si es posible. El funcionamiento es transparente: las listas de obras y contratistas son de acceso público y pueden consultarse en el sitio web del programa, lo que permite la supervisión pública contra la corrupción y la ineficiencia. Desde el comienzo del programa en 2005, 45 millones de hogares han aportado 2.000 millones de días de mano de obra y realizado 3 millones de tareas<sup>a</sup>.

Con orientación adecuada, el programa puede contribuir a un desarrollo con un enfoque climático inteligente. Funciona a escala y puede orientar una considerable cantidad de mano de obra hacia obras adaptativas adecuadas, en particular la conservación del agua, la protección de las zonas de captación y las plantaciones. Ofrece fondos para herramientas y otros artículos

necesarios para realizar las actividades y apoyo técnico para el desarrollo y ejecución de los proyectos. Por eso, puede convertirse en parte fundamental del desarrollo rural mediante la creación y mantenimiento de activos productivos y capaces de resistir al cambio climático<sup>b</sup>.

#### *Fuentes:*

a. National Rural Employment Guarantee Act, 2005, <http://nrega.nic.in/> (consultado en mayo de 2009).

b. Centro para la Ciencia y el Medio Ambiente (India), [http://www.cseindia.org/programme/nrml/update\\_january08.htm](http://www.cseindia.org/programme/nrml/update_january08.htm) (consultado el 15 de mayo de 2009); Centro para la Ciencia y el Medio Ambiente, 2007.



**RECUADRO 2.12** *La migración en nuestros días*

Las estimaciones sobre la migración inducida por el cambio climático son muy inciertas y ambiguas. A corto plazo, es probable que el estrés asociado con el cambio climático contribuya en forma incremental a las actuales pautas de migración (mapa de la izquierda), en vez de generar nuevas corrientes migratorias. La mayoría de los migrantes de todo el mundo se desplazan dentro de sus propios países. Por ejemplo, hay casi tantos migrantes internos solo en China (unos 130 millones) como migrantes internacionales en todos los países (175 millones en 2000, según las estimaciones). La mayor parte de los migrantes internos deciden, por razones económicas, trasladarse del campo a la ciudad. Hay también una migración importante, aunque no bien estimada, entre diferentes zonas rurales, lo que tiende a estabilizar la demanda y la oferta en los mercados de trabajo rurales y sirve como paso en la trayectoria de migración de los migrantes rurales.

La migración internacional es en gran parte un fenómeno del mundo desarrollado. De los migrantes internacionales, unos dos tercios van de un país desarrollado a otro. El crecimiento de las nuevas llegadas es mayor en los países desarrollados que en los países

en desarrollo, y aproximadamente la mitad de todos los migrantes internacionales son mujeres. La mitad de los migrantes internacionales del mundo proceden de 20 países. Menos del 10% de los migrantes internacionales de todo el mundo son personas obligadas a cruzar las fronteras internacionales por temor a persecuciones (refugiados). No obstante, muchos migrantes forzados podrían calificarse más bien como personas internamente desplazadas (mapa de la derecha), cuyo total se estima en 26 millones en todo el mundo. Las rutas e intermediarios utilizados por los migrantes que huyen de conflictos, enfrentamientos étnicos y violaciones de los derechos humanos son cada vez más los mismos que utilizan los migrantes por razones económicas. Las estadísticas internacionales disponibles no permiten realizar una atribución específica del desplazamiento interno debido a la degradación ambiental o a desastres naturales, pero la mayoría de la migración forzosa relacionada con el cambio climático continuará siendo, probablemente, de carácter interno y regional.

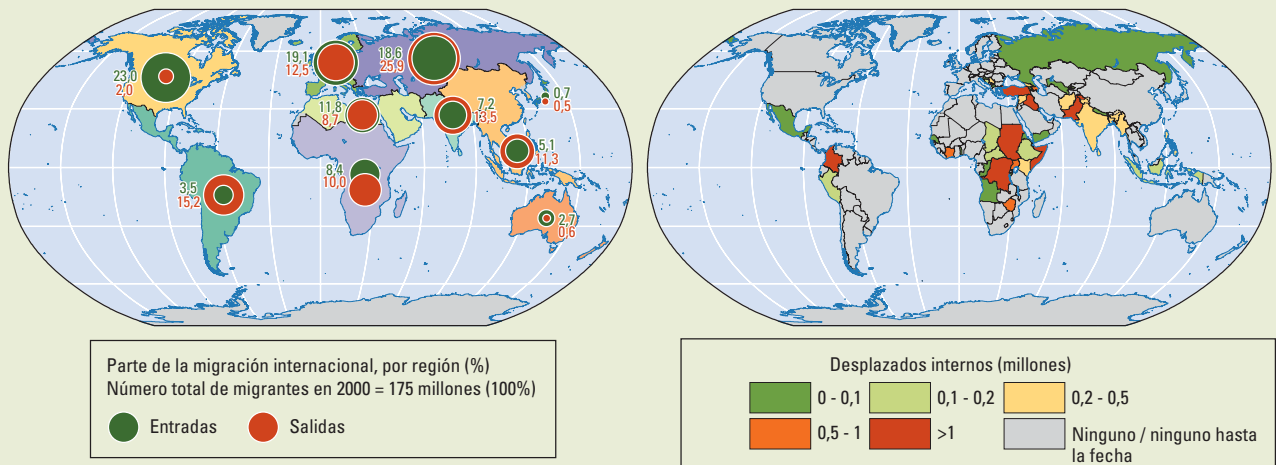
Las corrientes de migración tienen carácter estructurado más que aleatorio: se concentran en torno a los lugares donde otros migrantes han comprobado que

pueden emprender una nueva vida y ayudar a futuros migrantes a superar los obstáculos al desplazamiento. Estas pautas se explican en gran parte por los obstáculos a la circulación y los requisitos necesarios para superarlos. Entre los obstáculos se incluyen los de carácter financiero, como los costos de transporte, la vivienda en el punto de llegada y los gastos de supervivencia mientras consiguen nuevas fuentes de ingreso. Las observaciones parecen indicar que hay una "joroba migratoria": la tasa de migración de una comunidad aumenta a medida que suben los ingresos por encima de un nivel necesario para atender las necesidades de subsistencia, y luego vuelve a disminuir a medida que la diferencia entre los ingresos en el lugar de origen y el destino principal se va reduciendo. Esa joroba se explica porque los más pobres de todos no migran, o lo hacen sólo a lugares muy próximos.

*Fuentes:* Tuñón, 2006; Banco Mundial, 2008f; Naciones Unidas, 2005; Naciones Unidas, 2006; Migration DRC, 2007; De Haas, 2008; Lucas, 2006; Sorensen, Van Hear y Engberg-Pedersen, 2003; Amin, 1995; Lucas, 2006; Lucas, 2005; Massey y España, 1987; De Haan, 2002; Kolmannskog, 2008.

**Migración internacional de mano de obra**

**Desplazamiento interno**



*Fuentes:* Parsons y otros, 2007; IDMC, 2008.

por los migrantes económicos e involuntarios se superponen significativamente.

Hay pocas pruebas de que la migración debida al cambio climático provoque o exaspere los conflictos, pero eso podría cambiar. Las personas que deciden emigrar como consecuencia de los cambios ambientales suelen

tener poca influencia y capacidad de generar conflictos<sup>141</sup>. Cuando la migración coincide con el conflicto, la relación quizá no sea de causa y efecto<sup>142</sup>. De la misma manera, casi nunca se ha podido comprobar que haya relación entre los conflictos violentos y la escasez de recursos (guerras del agua)<sup>143</sup> o

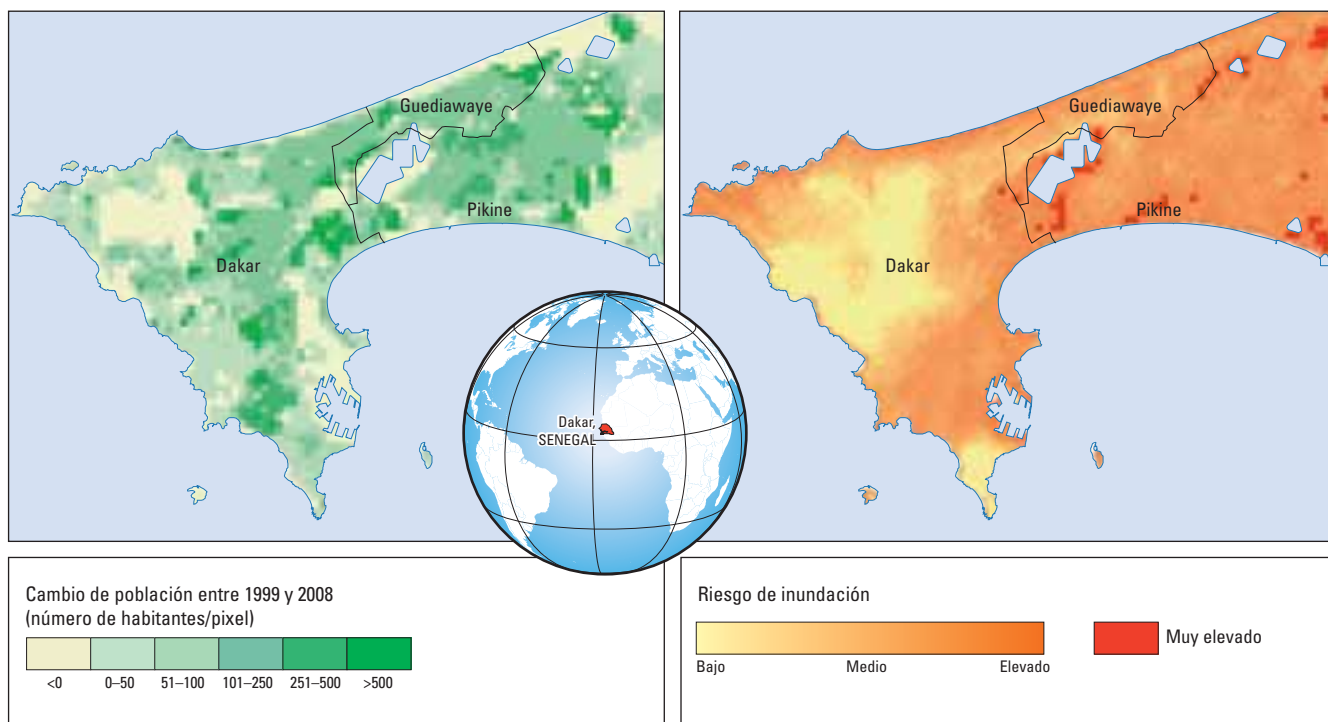
su degradación (la explicación puede ser más bien la pobreza y la falta de instituciones funcionales)<sup>144</sup>. Pero la incertidumbre acerca de las relaciones de causalidad no significa que la futura migración inducida por el clima no incremente el potencial de conflicto cuando coincida con la presión sobre los recursos, la seguridad alimentaria, los acontecimientos catastróficos y la falta de buen gobierno en la región receptora<sup>145</sup>.

La imagen negativa de la migración puede fomentar políticas que traten de reducir y controlar su incidencia, más que de atender las necesidades de quienes emigran, cuando la migración puede ser la única opción para los afectados por los peligros climáticos. De hecho, las políticas concebidas para restringir la migración no suelen conseguir sus objetivos, muchas veces son contraproducentes y aumentan los costos para los migrantes y las comunidades de origen y destino<sup>146</sup>. Al facilitar la migración como respuesta a los efectos climáticos, es mejor formular políticas integradas de migración y desarrollo que tengan en cuenta las necesidades de los

migrantes voluntarios y respalden los talentos empresariales y las aptitudes técnicas.

En la medida de lo posible, las políticas deberían desalentar el asentamiento de los migrantes en zonas muy expuestas a peligros climáticos persistentes (mapa 2.6). Entre 1995 y 2005, 3 millones de personas fueron desplazadas por disturbios civiles en Colombia, en su mayoría a ciudades de tamaño pequeño o mediano. Muchos se han trasladado a zonas urbanas marginales expuestas a inundaciones o avalanchas o próximas a vertederos, mientras que su falta de estudios y de aptitudes laborales las condena a unos ingresos que representan sólo el 40% del salario mínimo<sup>147</sup>. Los planes con perspectivas de futuro, que se adelantarían a la migración involuntaria y el reasentamiento, deberían localizar emplazamientos alternativos, aplicar fórmulas de indemnización que permitan a los migrantes reubicarse y encontrar nuevas fuentes de medios de subsistencia y crear infraestructura pública y social para la vida comunitaria. También en este caso, esas políticas contrastan fuertemente con muchos de los

**Mapa 2.6 Migrantes senegaleses se asientan en lugares expuestos a inundaciones en las proximidades de la zona urbana de Dakar**



Fuente: Grupo Geoville, 2009.

Nota: el lento crecimiento económico del sector agrícola ha convertido a Dakar en destino de un éxodo procedente del resto del país. El 40% de los nuevos habitantes de Dakar entre 1988 y 2008 se ha desplazado a zonas con un gran potencial de inundación, dos veces superior al de la zona urbana de Dakar (19%) y los municipios rurales (23%). Dado que la expansión urbana es geográficamente limitada, la llegada de migrantes ha provocado una concentración muy elevada de personas en las zonas urbanas y periurbanas (en el mapa, 16 píxeles representan 1 kilómetro cuadrado).

esfuerzos actuales por atender las necesidades de los inmigrantes y refugiados involuntarios, independientemente de que permanezcan en el propio país o atraviesen la frontera.

La experiencia reciente ha permitido extraer algunas enseñanzas para el reasentamiento de los migrantes. La primera es conseguir que las comunidades que deben reasentarse participen en la planificación del traslado y en la reconstrucción, y contar lo menos posible con contratistas y organismos externos. Las personas reasentadas deben recibir una indemnización de acuerdo con los criterios y precios habituales en la región receptora, y deberían participar en el diseño y construcción de la infraestructura en el nuevo lugar. En la medida de lo posible, deberían respetarse las estructuras de toma de decisiones en la comunidad reasentada.

### De cara hacia 2050: ¿qué mundo nos espera?

Un tema repetido de este informe es que la inercia de los sistemas sociales, climáticos y biológicos confirma la necesidad de intervención inmediata. Algunos niños de nuestros días ocuparán posiciones de liderazgo en 2050. De camino hacia un mundo 2°C más caliente, se encontrarán con cambios dramáticos. No obstante, la gestión de esos cambios será sólo uno de sus muchos desafíos. Si nos encaminamos hacia un mundo 5°C más caliente, la perspectiva será mucho más desalentadora. Será claro que los esfuerzos de mitigación a lo largo de más de medio siglo han sido insuficientes. El cambio climático no será simplemente uno de los muchos desafíos: será el desafío dominante.

### Notas

1. Instituto de Recursos Mundiales (IRM) y otros, 2008; Heltberg, Siegel y Jorgensen, 2009.
2. Tompkins y Adger, 2004.
3. Enfors y Gordon, 2008.
4. La primera es aproximadamente la situación hipotética B1 SRES, según la cual el mundo avanza satisfactoriamente hacia la estabilización de los gases de efecto invernadero en 450-550 ppm de CO<sub>2</sub>e y, eventualmente, una temperatura aproximadamente 2,5°C por encima de los niveles preindustriales; el segundo, con emisiones significativamente más elevadas, es aproximadamente la situación hipotética A1B SRES, que daría lugar a una estabilización en torno a 1.000 partes por millón y, eventualmente, a temperaturas aproximadamente 5°C por encima de los niveles preindustriales (véase Solomon y otros, 2007).
5. Horton y otros, 2008; Parry y otros, 2007; Rahmstorf y otros, 2007.
6. Allan y Soden, 2008.
7. Consejo Consultivo Alemán sobre los Cambios Mundiales, 2008.
8. Adger y otros, 2008.
9. Repetto, 2008.
10. Lempert y Schlesinger, 2000.
11. Keim, 2008.
12. Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005.
13. Ribot, de próxima aparición.
14. Lempert y Schlesinger, 2000; Lempert, 2007.
15. Lewis, 2007.
16. Lempert y Schlesinger, 2000; Lempert y Collins, 2007.
17. Bazerman, 2006.
18. Groves y Lempert, 2007.
19. Ward y otros, 2008.
20. Hallegatte, 2009.
21. Pahl-Wostl, 2007; Brunner y otros, 2005; Tompkins y Adger, 2004; Folke y otros, 2002.
22. Cumming, Cumming y Redman, 2006.
23. Olsson, Folke y Berkes, 2004; Folke y otros, 2005; Dietz, Ostrom y Stern, 2003.

*“Desearía pedir a los líderes mundiales que ayuden a organizar campañas de sensibilización educativa e iniciativas de los gobiernos locales que permitan a los niños proteger y recuperar el medio ambiente. Las instituciones sociales y políticas deben responder y adaptarse a las estrategias para proteger la salud pública, en particular en favor de los niños. Como alguien que está en quinto grado, creo que se puede hacer algo para conseguir que nuestra Madre Tierra sobreviva.”*



Raisa Kabir, Bangladesh, 10 años

24. Dietz y Stern, 2008.
25. Ligeti, Penney y Wieditz, 2007.
26. Pahl-Wostl, 2007.
27. Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Center for International Forestry Research (CIFOR), 2005.
28. Naciones Unidas, 2008b.
29. Naciones Unidas, 2008a.
30. Balk, McGranahan y Anderson, 2008. Balk, McGranahan y Anderson, 2008. Zonas costeras bajas son las tierras costeras con una altura inferior a los 10 metros; véase Socioeconomic Data and Application Center, <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/lecz.jsp> (consultado el 8 de enero de 2009).
31. McGranahan, Balk y Anderson, 2007.
32. La tasa neta de migración en Shanghai ha sido del 4-8%, frente a -2% atribuible al crecimiento natural entre 1995 y 2006; véase Naciones Unidas, 2008a.
33. Nicholls y otros, 2008.
34. Simms y Reid, 2006.
35. Banco Mundial, 2008a.
36. Seo, 2009.
37. Banco Mundial, 2008g.
38. Banco Mundial, 2008g.
39. Utilizando un umbral de pobreza de US\$2,15 al día; véanse Ravallion, Chen y Sangraula, 2007.
40. Naciones Unidas, 2008a.
41. Satterthwaite, 2008.
42. Díaz Palacios y Miranda, 2005.
43. Pelling, 1997.
44. Banco Mundial, 2008c.
45. Hara, Takeuchi y Okubo, 2005.
46. Bates y otros, 2008.
47. Banco Mundial, 2008a.
48. Satterthwaite y otros, 2007.
49. McEvoy, Lindley y Handley, 2006.
50. Laryea-Adjei, 2000.
51. Confalonieri y otros, 2007.
52. Se incluye únicamente la mortalidad por causas específicas importantes, y se excluyen los efectos indirectos y la morbilidad; véanse McMichael y otros, 2004; Foro humanitario mundial, 2009.
53. Banco Mundial, 2008b.
54. Robine y otros, 2008.
55. Solomon y otros, 2007; Luber y McGeehin, 2008.
56. Corburn, 2009.
57. Fay, Block y Ebinger, 2010.
58. Gallup y Sachs, 2001.
59. Hay y otros, 2006; esta estimación sólo tiene en cuenta la expansión del vector de la enfermedad; el crecimiento demográfico agravará este efecto y, en consecuencia, habrá 390 millones (60%) de personas más en situación de riesgo que en el punto de referencia de 2005.
60. Hales y otros, 2002; sin cambio climático, sólo se encontraría en situación de riesgo el 35% de la población mundial proyectada para 2085.
61. Organización Mundial de la Salud (OMS), 2008; De la Torre, Fajnzylber y Nash, 2008.
62. Keiser y otros, 2004.
63. Rogers y otros, 2002.
64. Programa Mundial sobre el Clima, 2007.
65. OMS, 2005; Frumkin y McMichael, 2008.
66. La mejora del saneamiento y la higiene es favorable para la salud, como demuestra el impacto de los progresos del saneamiento en la salud de los niños de las zonas urbanas de Salvador de Bahía (Brasil), ciudad con 2,4 millones de habitantes. El programa redujo los casos de enfermedades diarreicas un 22% en el conjunto de la ciudad en 2003-04 y un 43% en las comunidades de alto riesgo. Las mejoras se atribuyeron sobre todo a la nueva infraestructura (Barreto y otros, 2007).
67. Asociación de Agencias Metropolitanas de Agua, 2007.
68. Galiani, Gertler y Schargrotsky, 2005.
69. Richmond, 2008.
70. Cada vez son más las pruebas de que los datos disponibles sobre pérdidas asociadas con desastres no incluyen la mayoría de los pequeños episodios, que pueden representar hasta una cuarta parte de los fallecimientos atribuidos a peligros naturales, y de que las autoridades de muchos municipios tienen poco conocimiento de los riesgos que el cambio climático representa para las poblaciones e infraestructura de sus ciudades; véanse Awuor, Orindi y Adwera, 2008; Bull-Kamanga y otros, 2003; Roberts, 2008.
71. Hoeppel y Gurenko, 2006.
72. Naciones Unidas, 2009.
73. Naciones Unidas, 2008a.
74. Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres, <http://www.unisdr.org/eng/hfa/docs/Hyogo-framework-for-action-spanish.pdf> (consultado el 12 de marzo de 2009).
75. Foro Económico Mundial (FEM), 2008.
76. Milly y otros, 2002.
77. The Nameless Hurricane ("el huracán sin nombre"), [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).
78. Ranger, Muir-Wood y Priya, 2009.
79. Un ejemplo es el de los servicios de información ofrecidos por el Organismo Escocés de Protección del Medio Ambiente, [www.sepa.org.uk/flooding](http://www.sepa.org.uk/flooding) (consultado el 12 de marzo de 2009).
80. Lin, 2008.
81. Ghesquiere, Jamin y Mahul, 2006.
82. Ferguson, 2005.
83. Linnerooth-Bayer y Mechler, 2006.
84. Mills, 2007.
85. Manuamorn, 2007; Giné, Townsend y Vickery, 2008; Banco Mundial, 2008e.
86. Hochrainer y otros, 2008.
87. Christen y Pearce, 2005.
88. Llanto, Geron y Almario, 2007.
89. Kunreuther y Michel-Kerjan, 2007; Tol, 1998.
90. Banco Mundial, 2005.
91. Mills, 2005; Dlugolecki, 2008; Asociación de Aseguradores Británicos, 2004.
92. Skees, 2001.
93. Esto plantea algunas cuestiones importantes: la regulación y los códigos sobre el uso de la tierra son necesarios y deben aplicarse. El seguro

obligatorio puede imponerse por ley en las zonas de alto riesgo. Hay también problemas relacionados con la equidad: ¿qué se debe hacer con las personas que han vivido siempre en las zonas de alto riesgo pero no pueden permitirse primas basadas realmente en el riesgo?

94. Kunreuther y Michel-Kerjan, 2007.
95. Cummins y Mahul, 2009.
96. Véase en Cárdenas y otros (2007) un ejemplo del uso de instrumentos de mercado para la gestión del riesgo financiero soberano para los desastres naturales en México.
97. Mechler y otros, 2009.
98. "World Bank to Offer Index-based Weather Derivative Contracts," <http://go.worldbank.org/9GXG8E4GP1> (consultado el 15 de mayo de 2009).
99. Gobierno de Bangladesh, 2008.
100. Bankoff, Frerks y Hilhorst, 2004.
101. Dercon, 2004.
102. Alderman, Hoddinott y Kinsey, 2006; Bartlett, 2008; Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef), 2008; Del Ninno y Lundberg, 2005.
103. Francis y Amuyunzu-Nyamongo, 2008; Nelson y otros, 2002.
104. Ensory Berger, 2009; Goulden y otros, 2009; Gaillard, 2007.
105. Adger y otros, 2005; Orlove, Chiang y Cane, 2000; Srinivasan, 2004; Wilbanks y Kates, 1999.
106. Stringer y otros, de próxima aparición; Twomlow y otros, 2008.
107. Nelson, Adger y Brown, 2007.
108. Walker y otros, 2006.
109. Gaiha, Imai y Kaushik, 2001; Martin y Pritchard, 2009.
110. Gibbs, 2009.
111. Adger, 2003.
112. Berkes y Jolly, 2002.
113. Macchi, 2008; Fundación Tebtebba, 2008.
114. Costello, Gaines y Lynham, 2008.
115. Pomeroy y Pido, 1995.
116. Chhatre y Agrawal, de próxima aparición.
117. Ostrom, 1990; Berkes, 2007; Agrawal y Ostrom, 2001; Larson y Soto, 2008.
118. Sobrevila, 2008; White y Martin, 2002.
119. Bandura, 1977; Levitt y March, 1988; Ellison y Fudenberg, 1993; Ellison y Fudenberg, 1995.
120. Granovetter, 1978; Kanaiaupuni, 2000; Portes y Sensenbrenner, 1993.
121. Buskens y Yamaguchi, 1999; Rogers, 1995.
122. Foskett y Helmsley-Brown, 2001.
123. Gillespie, 2004.
124. Banco Mundial, 2009.
125. Ivanic y Martin, 2008.
126. Grosh y otros, 2008.
127. Lobell y otros, 2008.
128. Kanbur, 2009; Ravallion, 2008.
129. Grosh y otros, 2008.
130. Grosh y otros, 2008; Alderman y Haque, 2006.
131. Sistema de alerta temprana para casos de hambruna, [www.fews.net](http://www.fews.net) (consultado el 15 de mayo de 2009).

132. Alderman y Haque, 2006; Vakis, 2006.
133. Hess, Wiseman y Robertson, 2006.
134. Del Ninno, Subbarao y Milazzo, 2009.
135. Grupo de Evaluación Independiente (GEI), 2008; Komives y otros, 2005.
136. Banco Mundial, 2008d.
137. Banco Mundial, 2006.
138. Myers, 2002; Christian Aid, 2007.
139. Barnett y Webber, 2009.
140. Black, 2001; Anthoff y otros, 2006.
141. Gleditsch, Nordås y Salehyan, 2007.
142. Reuveny, 2007.
143. Barnaby, 2009.
144. Theisen, 2008; Nordås y Gleditsch, 2007.
145. Consejo Consultivo Alemán sobre los Cambios Mundiales, 2008; Campbell y otros, 2007.
146. Consejo Consultivo Alemán sobre los Cambios Mundiales, 2008; Campbell y otros, 2007.
147. Bartlett y otros, 2009.

## Referencias

- Adger, W. N. 2003. "Social Capital, Collective Action and Adaptation to Climate Change". *Economic Geography* 79 (4): 387-404.
- Adger, W. N., S. Dessai, M. Goulden, M. Hulme, I. Lorenzoni, D. R. Nelson, L. O. Naess, J. Wolf y A. Wreford. 2008. "Are There Social Limits to Adaptation to Climate Change?". *Climatic Change* 93 (3-4): 335-54.
- Adger, W. N., T. P. Hughes, C. Folke, S. R. Carpenter y J. Rockstrom. 2005. "Social-ecological Resilience to Coastal Disasters". *Science* 309 (5737): 1036-39.
- Agrawal, A. y E. Ostrom. 2001. "Collective Action, Property Rights and Decentralization in Resource Use in India and Nepal". *Politics and Society* 29 (4): 485-514.
- Alderman, H. y T. Haque. 2006. "Counter Cyclical Safety Nets for the Poor and Vulnerable". *Food Policy* 31 (4): 372-83.
- Alderman, H., J. Hoddinott y B. Kinsey. 2006. "Long Term Consequences of Early Childhood Malnutrition". *Oxford Economic Papers* 58 (3): 450-74.
- Allan, R. P. y B. J. Soden. 2008. "Atmospheric Warming and the Amplification of Extreme Precipitation Events". *Science* 321: 1481-84.
- Amin, S. 1995. "Migrations in Contemporary Africa: A Retrospective View". En *The Migration Experience in Africa*, ed. J. Baker y T. A. Aina. Uppsala: Nordic Africa Institute.
- Anthof, D., R. J. Nicholls, R. S. J. Tol y A. T. Vafeidis. 2006. "Global and Regional Exposure to Large Rises in Sea-level: A Sensitivity Analysis". Documento de trabajo sobre investigación 96, Tyndall Center for Climate Change, Norwich, RU.
- Asociación de Agencias Metropolitanas de Agua. 2007. *Implications of Climate Change for Urban Water Utilities*. Washington, DC: Asociación de Agencias Metropolitanas de Agua.
- Asociación de Aseguradores Británicos. 2004. *A Changing Climate for Insurance: A Summary*

- Report for Chief Executives and Policymakers.* Londres: Asociación de Aseguradores Británicos.
- Awuor, C. B., V. A. Orindi y A. Adwera. 2008. "Climate Change and Coastal Cities: The Case of Mombasa, Kenya". *Environment and Urbanization* 20 (1): 231-42.
- Balk, D., G. McGranahan y B. Anderson. 2008. "Urbanization and Ecosystems: Current Patterns and Future Implications". En *The New Global Frontier: Urbanization, Poverty and Environment in the 21st Century*, ed. G. Martine, G. McGranahan, M. Montgomery y R. Fernández-Castilla. Londres: Earthscan.
- Banco Mundial. 2005. *Managing Agricultural Production Risk: Innovations in Developing Countries*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2006. *Making the New Indonesia Work for the Poor*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008a. *Climate Resilient Cities: A Primer on Reducing Vulnerabilities to Climate Change Impacts and Strengthening Disaster Risk Management in East Asian Cities*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008b. *Environmental Health and Child Survival: Epidemiology, Economics, Experiences*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008c. *Project Appraisal Document: Regional Adaptation to the Impact of Rapid Glacier Retreat in the Tropical Andes*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008d. *Reforming Energy Price Subsidies and Reinforcing Social Protection: Some Design Issues*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008e. *The Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility: Providing Immediate Funding after Natural Disasters*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008f. *World Development Indicators 2008*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008g. *Informe sobre el desarrollo mundial 2009: Una nueva geografía económica*. Bogotá: Banco Mundial y Mayol Ediciones.
- . 2009. *Development and Climate Change: A Strategic Framework for the World Bank Group: Technical Report*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Bandura, A. 1977. *Social Learning Theory*. Nueva York: General Learning Press.
- Bankof, G., G. Frerks y D. Hilhorst. 2004. *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*. Londres: Earthscan.
- Barnaby, W. 2009. "Do Nations Go to War over Water?". *Nature* 458: 282-83.
- Barnett, J. y M. Webber. 2009. *Accommodating Migration to Promote Adaptation to Climate Change*. Estocolmo: Comisión sobre Cambio Climático y Desarrollo.
- Barreto, M. L., B. Genser, A. Strina, A. M. Assis, R. F. Rego, C. A. Teles, M. S. Prado, S. M. Matos, D. N. Santos, L. A. dos Santos y S. Cairncross. 2007. "Effect of City-wide Sanitation Programme on Reduction in Rate of Childhood Diarrhoea in Northeast Brazil: Assessment by Two Cohort Studies". *Lancet* 370: 1622-28.
- Bartlett, S. 2008. "Climate Change and Urban Children: Impacts and Implications for Adaptation in Low and Middle Income Countries". *Environment and Urbanization* 20 (2): 501-19.
- Bartlett, S., D. Dodman, J. Haroy, D. Satterthwaite y C. Tacoli. 2009. "Social Aspects of Climate Change in Low and Middle Income Nations". Documento presentado en Las ciudades y el cambio climático: responder a una agenda urgente. Banco Mundial V Simposio sobre Investigación Urbana, Marsella, junio 28-30.
- Bates, B., Z. W. Kundzewicz, S. Wu y J. Palutikof. 2008. "Climate Change and Water". Documento técnico, IPCC, Ginebra.
- Bazerman, M. H. 2006. "Climate Change as a Predictable Surprise". *Climatic Change* 77: 179-93.
- Benson, C. y J. Twigg. 2007. *Tools for Main-streaming Disaster Risk Reduction: Guidance Notes for Development Organizations*. Ginebra: ProVention Consortium.
- Berkes, F. 2007. "Understanding Uncertainty and Reducing Vulnerability: Lessons from Resilience Thinking". *Natural Hazards* 41 (2): 283-95.
- Berkes, F. y D. Jolly. 2002. "Adapting to Climate Change: Social Ecological Resilience in a Canadian Western Arctic Community". *Ecology and Society* 5 (2): 18.
- Bigio, A. G. 2008. "Concept Note: Adapting to Climate Change in the Coastal Cities of North Africa". Banco Mundial, Región de Oriente Medio y Norte de África, Washington, DC.
- Black, R. 2001. "Environmental Refugees: Myth or Reality?". New Issues in Refugee Documento de trabajo sobre investigación 34, Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los refugiados, Ginebra.
- Botoni, E. y C. Reij. 2009. "La transformation silencieuse de l'environnement et des systèmes de production au Sahel : impacts des investissements publics et privés dans la gestion des ressources naturelles". Informe técnico, Free University Amsterdam y Comité Permanent Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), Ouagadougou, Burkina Faso.
- Brunner, R. D., T. A. Steelman, L. Coe-Juell, C. M. Cromley, C. M. Edwards y D. W. Tucker. 2005. *Adaptive Governance: Integrating Science, Policy, and Decisions Making*. Nueva York: Columbia University Press.
- Bull-Kamanga, L., K. Diagne, A. Lavell, F. Lérise, H. MacGregor, A. Maskrey, M. Meshack, M. Pelling, H. Reid, D. Satterthwaite, J. Songso, K. Westgate y A. Yitambe. 2003. "Urban Development and the Accumulation of Disaster Risk and Other Life-Threatening Risks in Africa". *Environment and Urbanization* 15 (1): 193-204.
- Buskens, V. y K. Yamaguchi. 1999. "A New Model for Information Diffusion in Heterogeneous Social Networks". *Sociological Methodology* 29 (1): 281-325.

- Campbell, K. M., J. Gullede, J. R. McNeill, J. Podesta, P. Ogden, L. Fuerth, R. J. Woolsey, A. T. J. Lennon, J. Smith, R. Weitz y D. Mix. 2007. *The Age of Consequences: The Foreign Policy and National Security Implications of Global Climate Change*. Washington, DC: Center for a New American Security y Center for Strategic and International Studies.
- Cárdenas, V., S. Hochrainer, R. Mechler, G. Pflug y J. Linnerooth-Bayer. 2007. "Sovereign Financial Disaster Risk Management: The Case of Mexico". *Environmental Hazards* 7 (1): 40-53.
- CatSalut. 2008. *Action Plan to Prevent the Effects of a Heat Wave on Health*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Salut.
- Centro para la Ciencia y el Medio Ambiente. 2007. "An Ecological Act: A Background to the National Rural Employment Guarantee Act (NREGA)", Centro para la Ciencia y el Medio Ambiente, Nueva Delhi.
- Chhatre, A. y A. Agrawal. De próxima publicación. "Carbon Storage and Livelihoods Generation through Improved Governance of Forest Commons". *Science*.
- Christen, R. P. y D. Pearce. 2005. *Managing Risks and Designing Products for Agricultural Microfinance: Feature of an Emerging Model*. Washington, DC: CGAP; Roma: IFAD.
- Christian Aid. 2007. *Human Tide: The Real Migration Crisis*. Londres: Christian Aid.
- CIESIN (Centro para una red internacional de información científica). 2005. "Gridded Population of the World (GPWv3)". CIESIN, Universidad de Columbia y Centro Internacional de Agricultura Tropical, Palisades, NY.
- Confalonieri, U., B. Menne, R. Akhtar, K. L. Ebi, M. Hauengue, R. S. Kovats, B. Revich y A. Woodward. 2007. "Human Health". 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*, ed. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Consejo Consultivo Alemán sobre los Cambios Mundiales. 2008. *Climate Change as a Security Risk*. Londres: Earthscan.
- Corburn, J. 2009. "Cities, Climate Change and Urban Heat Island Mitigation: Localising Global Environmental Science". *Urban Studies* 46 (2): 413-27.
- Costello, C., S. D. Gaines y J. Lynham. 2008. "Can Catch Shares Prevent Fisheries Collapse?". *Science* 321 (5896): 1678-81.
- CRED (Centro para la Investigación de la Epidemiología de los Desastres). 2009. "EM-DAT: The International Emergency Disasters Database". CRED, Université Catholique de Louvain, Ecole de Santé Publique, Lovaina.
- Cumming, G. S., D. H. M. Cumming y C. L. Redman. 2006. "Scale Mismatches in Social-Ecological Systems: Causes, Consequences and Solutions". *Ecology and Society* 11 (1): 14.
- Cummins, J. D. y O. Mahul. 2009. *Catastrophe Risk Financing in Developing Countries. Principles for Public Intervention*. Washington, DC: Banco Mundial.
- De Haan, A. 2002. "Migration and Livelihoods in Historical Perspectives: A Case Study of Bihar, India". *Journal of Development Studies* 38 (5): 115-42.
- De Haas, H. 2008. "The Complex Role of Migration in Shifting Rural Livelihoods: A Moroccan Case Study". En *Global Migration and Development*, ed. T. van Naerssen, E. Spaan y A. Zoomers. Londres: Routledge.
- De la Torre, A., P. Fajnzylber y J. Nash. 2008. *Low Carbon, High Growth: Latin American Responses to Climate Change*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Del Ninno, C. y M. Lundberg. 2005. "Treading Water: The Long-term Impact of the 1998 Flood on Nutrition in Bangladesh". *Economics and Human Biology* 3 (1): 67-96.
- Del Ninno, C., K. Subbarao y A. Milazzo. 2009. "How to Make Public Works Work: A Review of the Experiences". Documento para análisis 0905, Protección social y mano de obra, Banco Mundial, Washington, DC.
- Dercon, S. 2004. *Insurance against Poverty*. Oxford, RU: Oxford University Press.
- Díaz Palacios, J. y L. Miranda. 2005. "Concertación (Acuerdo alcanzado) y Planificación para el Desarrollo Sostenible en Ilo, Perú". En *Reducing Poverty and Sustaining the Environment: The Politics of Local Engagement*, ed. S. Bass, H. Reid, D. Satterthwaite y P. Steele. Londres: Earthscan.
- Dietz, T., E. Ostrom y P. C. Stern. 2003. "The Struggle to Govern the Commons". *Science* 302 (5652): 1907-12.
- Dietz, T. y P. C. Stern, eds. 2008. *Public Participation in Environmental Assessment and Decision Making*. Washington, DC: National Academies Press.
- Dlugolecki, A. 2008. "Climate Change and the Insurance Sector". *Geneva Papers on Risk and Insurance—Issues and Practice* 33 (1): 71-90.
- Ellison, G. y D. Fudenberg. 1993. "Rules of Thumb for Social Learning". *Journal of Political Economy* 101 (4): 612-43.
- . 1995. "Word-of-Mouth Communication and Social Learning". *Quarterly Journal of Economics* 110 (1): 93-125.
- Enfors, E. I. y L. J. Gordon. 2008. "Dealing with Drought: The Challenge of Using Water System Technologies to Break Dryland Poverty Traps". *Global Environmental Change* 18 (4): 607-16.
- Ensor, J. y R. Berger. 2009. "Community-Based Adaptation and Culture in Theory and Practice". En *Adapting to Climate Change: Thresholds, Values, Governance*, ed. N. Adger, I. Lorenzoni y K. L. O'Brien. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- ESA (Agencia Espacial Europea). 2002. *Sustainable Development: The Space Contribution: From*

- Rio to Johannesburg—Progress Over the Last 10 Years*. París: ESA for the Committee on Earth Observation Satellites.
- Evaluación de Ecosistemas del Milenio. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC: Instituto de Recursos Mundiales.
- Fankhauser, S., N. Martin y S. Prichard. De próxima publicación. "The Economics of the CDM Levy: Revenue Potential, Tax Incidence and Distortionary Effects". Documento de trabajo, London School of Economics.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y CIFOR (Center for International Forestry Research). 2005. "Forests and Floods: Drowning in Fiction or Thriving on Facts?". Publicación de la Oficina regional de la FAO para Asia y el Pacífico 2005/03, Bangkok.
- Fay, M., R. I. Block y J. Ebinger, eds. 2010. *Adapting to Climate Change in Europe and Central Asia*. Washington, DC: Banco Mundial.
- FEM (Foro Económico Mundial). 2008. *Building Resilience to Natural Disasters: A Framework for Private Sector Engagement*. Ginebra: Foro Económico Mundial, Banco Mundial y Naciones Unidas/ Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres.
- Ferguson, N. 2005. *Mozambique: Disaster Risk Management Along the Rio Búzi. Case Study on the Background, Concept and Implementation of Disaster Risk Management in the Context of the GTZ-Programme for Rural Development (PRODER)*. Duren: Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, División de Gestión de Gobierno y Democracia.
- Folke, C., S. Carpenter, T. Elmqvist, L. Gunderson, C. S. Holling, B. Walker, J. Bengtsson, F. Berkes, J. Colding, K. Danell, M. Falkenmark, L. Gordon, R. Kasperson, N. Kautsky, A. Kinzig, S. Levin, K.-G. Mäler, F. Moberg, L. Ohlsson, P. Olsson, E. Ostrom, W. Reid, J. Rockström, H. Savenije y U. Svedin. 2002. *Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations*. Estocolmo: Consejo Asesor sobre Medio Ambiente para el gobierno sueco.
- Folke, C., T. Hahn, P. Olsson y J. Norberg. 2005. "Adaptive Governance of Social-ecological Systems". *Annual Review of Environment and Resources* 30: 441-73.
- Foro humanitario mundial. 2009. *The Anatomy of A Silent Crisis*. Ginebra: Foro humanitario mundial.
- Foskett, N. y J. Hemsley-Brown. 2001. *Choosing Futures: Young People's Decision-Making in Education, Training and Career Markets*. Londres: Routledge Falmer.
- Francis, P. y M. Amuyunzu-Nyamongo. 2008. "Bitter Harvest: The Social Costs of State Failure in Rural Kenya". En *Assets, Livelihoods and Social Policy*, ed. C. Moser y A. A. Dani. Washington, DC: Banco Mundial.
- Frumkin, H. y A. J. McMichael. 2008. "Climate Change and Public Health: Thinking, Communicating, Acting". *American Journal of Preventive Medicine* 35 (5): 403-10.
- Fundación Tebtebba. 2008. *Guide on Climate Change and Indigenous Peoples*. Baguio City, Filipinas: Fundación Tebtebba.
- Gaiha, R., K. Imai y P. D. Kaushik. 2001. "On the Targeting and Cost Effectiveness of Anti-Poverty Programmes in Rural India". *Development and Change* 32 (2): 309-42.
- Gaillard, J.-C. 2007. "Resilience of Traditional Societies in Facing Natural Hazards". *Disaster Prevention and Management* 16 (4): 522-44.
- Galiani, S., P. Gertler y E. Schargrodsky. 2005. "Water for Life: The Impact of the Privatization of Water Services on Child Mortality". *Journal of Political Economy* 113 (1): 83-120.
- Gallup, J. L. y J. D. Sachs. 2001. "The Economic Burden of Malaria". *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 64 (1-2): 85-96.
- Ghesquiere, F., L. Jamin y O. Mahul. 2006. "Earthquake Vulnerability Reduction Program in Colombia: A Probabilistic Cost-Benefit Analysis". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 3939, Banco Mundial, Washington, DC.
- Gibbs, M. T. 2009. "Resilience: What Is It and What Does It Mean for Marine Policymakers?". *Marine Policy* 33 (2): 322-31.
- Gillespie, S. 2004. "Scaling Up Community-Driven Development: A Synthesis of Experience". FCND Documento para discusión 181, División de Consumo de Alimentos y Nutrición, Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria, Washington, DC.
- Giné, X., R. Townsend y J. Vickery. 2008. "Patterns of Rainfall Insurance Participation in Rural India". *World Bank Economic Review* 22 (3): 539-66.
- Girardet, H. 2008. *Cities People Planet: Urban Development and Climate Change*. 2ª ed. Chichester, RU: John Wiley & Sons.
- Gleditsch, N., R. Nordås e I. Salehyan. 2007. "Climate Change and Conflict: The Migration Link". Serie de documentos de trabajo Enfrentar la crisis, International Peace Academy, Nueva York (mayo).
- 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.
- Goulden, M., L. O. Naess, K. Vincent y W. N. Adger. 2009. "Assessing Diversification, Networks and Traditional Resource Management as Adaptations to Climate Extremes". En *Adapting to Climate Change: Thresholds, Values, Governance*, ed. N. Adger, I. Lorenzoni y K. O'Brien. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Granovetter, M. 1978. "Threshold Models of Collective Behavior". *American Journal of Sociology* 83 (6): 1420-43.



- Grosh, M. E., C. del Ninno, E. Tesliuc y A. Ouerghi. 2008. *For Protection and Promotion: The Design and Implementation of Effective Safety Nets*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Groves, D. G. y R. J. Lempert. 2007. "A New Analytic Method for Finding Policy-Relevant Scenarios". *Global Environmental Change* 17 (1): 73-85.
- Grupo Geoville. 2009. "Spatial Analysis of Natural Hazard and Climate Change Risks in Peri Urban Expansion Areas of Dakar, Senegal". Documento presentado durante la Semana Urbana del Banco Mundial. Washington, DC.
- Hales, S., N. de Wet, J. Maindonald y A. Woodward. 2002. "Potential Effect of Population and Climate Changes on Global Distribution of Dengue Fever: An Empirical Model". *Lancet* 360: 830-34.
- Hallegratte, S. 2009. "Strategies to Adapt to an Uncertain Climate Change". *Global Environmental Change* 19 (2): 240-47.
- Hara, Y., K. Takeuchi y S. Okubo. 2005. "Urbanization Linked with Past Agricultural Landuse Patterns in the Urban Fringe of a Deltaic Asian Mega-City: A Case Study in Bangkok". *Landscape and Urban Planning* 73 (1): 16-28.
- Hay, S. I., A. J. Tatem, C. A. Guerra y R. W. Snow. 2006. *Population at Malaria Risk in Africa: 2005, 2015 and 2030*. Londres: Centre for Geographic Medicine, KEMRI/Wellcome Trust Collaborative Programme, Universidad de Oxford.
- Heltberg, R., P. B. Siegel y S. L. Jorgensen. 2009. "Addressing Human Vulnerability to Climate Change: Toward a 'No-Regrets' Approach". *Global Environmental Change* 19 (1): 89-99.
- Herrmann, S. M., A. Anyamba y C. J. Tucker. 2005. "Recent Trends in Vegetation Dynamics in the African Sahel and Their Relationship to Climate". *Global Environmental Change* 15 (4): 394-404.
- Hess, U., W. Wiseman y T. Robertson. 2006. *Ethiopia: Integrated Risk Financing to Protect Livelihoods and Foster Development*. Roma: World Food Programme.
- Hochrainer, S., R. Mechler, G. Pfug y A. Lotsch. 2008. "Investigating the Impact of Climate Change on the Robustness of Index-Based Microinsurance in Malawi". Documento de trabajo sobre políticas 4631, Banco Mundial, Washington, DC.
- Hoeppe, P. y E. N. Gurenko. 2006. "Scientific and Economic Rationales for Innovative Climate Insurance Solutions". *Climate Policy* 6: 607-20.
- 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.
- IDMC (Internal Displacement Monitoring Centre). 2008. *Internal Displacement: Global Overview of Trends and Developments in 2008*. Ginebra: IDMC.
- GEI (Grupo de Evaluación Independiente). 2008. *Climate Change and the World Bank Group-Phase I: An Evaluation of World Bank Win-Win Energy Policy Reforms*. Washington, DC: Knowledge Programs and Evaluation Capacity Development del GEI.
- IRM (Instituto de Recursos Mundiales), PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) y Banco Mundial. 2008. *World Resources 2008: Roots of Resilience: Growing the Wealth of the Poor*. Washington, DC: IRM.
- Ivanic, M. y W. Martin. 2008. "Implications of Higher Global Food Prices for Poverty in Low-Income Countries". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4594, Banco Mundial, Washington, DC.
- Kanaiaupuni, S. M. 2000. "Reframing the Migration Question: An Analysis of Men, Women and Gender in Mexico". *Social Forces* 78 (4): 1311-47.
- Kanbur, R. 2009. "Macro Crises and Targeting Transfers to the Poor". Cornell University, Ithaca, NY.
- 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.
- Keiser, J., J. Utzinger, M. C. Castro, T. A. Smith, M. Tanner y B. H. Singer. 2004. "Urbanization in Sub-Saharan Africa and Implications for Malaria Control". *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 71 (S2): 118-27.
- Knowlton, K., G. Solomon y M. Rotkin-Ellman. 2009. "Fever Pitch: Mosquito-Borne Dengue Fever Treat Spreading in The Americas". Documento sobre temas, Natural Resources Defense Council, Nueva York (Julio).
- Kolmannskog, V. O. 2008. *Future Floods of Refugees: A Comment on Climate Change, Conflict and Forced Migration*. Oslo: Consejo Noruego para los Refugiados.
- Komives, K., V. Foster, J. Halpern, Q. Wodon y R. Abdullah. 2005. *Water, Electricity and the Poor: Who Benefits from Utility Subsidies?* Washington, DC: Banco Mundial.
- Kopf, S., M. Ha-Duong y S. Hallegratte. 2008. "Using Maps of City Analogues to Display and Interpret Climate Change Scenarios and Their Uncertainty". *Natural Hazards and Earth System Science* 8 (4): 905-18.
- Kunreuther, H. y E. Michel-Kerjan. 2007. "Climate Change, Insurability of Large-Scale Disasters and the Emerging Liability Challenge". Documento de trabajo 12821, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Larson, A. y F. Soto. 2008. "Decentralization of Natural Resource Governance Regimes". *Annual Review of Environment and Resources* 33: 213-39.
- Laryea-Adjei, G. 2000. "Building Capacity for Urban Management in Ghana: Some Critical Considerations". *Habitat International* 24 (4): 391-402.
- Laukkonen, J., P. K. Blanco, J. Lenhart, M. Keiner, B. Cavric y C. Kinuthia-Njenga. 2009. "Combining Climate Change Adaptation and Mitigation

- Measures at the Local Level". *Habitat International* 33 (3): 287-92.
- Lempert, R. J. 2007. "Creating Constituencies for Long-term Radical Change". Wagner Research Brief 2, Universidad de Nueva York, Nueva York.
- Lempert, R. J. y M. T. Collins. 2007. "Managing the Risk of Uncertain Threshold Responses: Comparison of Robust, Optimum and Precautionary Approaches". *Risk Analysis* 27 (4): 1009-26.
- Lempert, R. J. y M. E. Schlesinger. 2000. "Robust Strategies for Abating Climate Change". *Climatic Change* 45 (3-4): 387-401.
- Levitt, B. y J. G. March. 1988. "Organizational Learning". *Annual Review of Sociology* 14: 319-38.
- Lewis, M. 2007. "In Nature's Casino". *New York Times Magazine*, agosto 26, 2007.
- Ligeti, E., J. Penney e I. Wieditz. 2007. *Cities Preparing for Climate Change: A Study of Six Urban Regions*. Toronto: The Clean Air Partnership.
- Lin, H. 2008. *Proposal Report on Flood Hazard Mapping Project in Taihu Basin*. China: Autoridad de la cuenca del Taihu del Ministerio de Recursos Hídricos.
- Linnerooth-Bayer, J. y R. Mechler. 2006. "Insurance for Assisting Adaptation to Climate Change in Developing Countries: A Proposed Strategy". *Climate Policy* 6: 621-36.
- Llanto, G. M., M. P. Geron y J. Almario. 2007. "Developing Principles for the Regulation of Microinsurance (Philippine Case Study)". Documento de análisis 2007-26, Instituto filipino para estudios de desarrollo, Ciudad de Makati.
- Lobell, D. B., M. Burke, C. Tebaldi, M. D. Mstrandrea, W. P. Falcon y R. L. Naylor. 2008. "Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030". *Science* 319 (5863): 607-10.
- Luber, G. y M. McGeekin. 2008. "Climate Change and Extreme Heat Events". *American Journal of Preventive Medicine* 35 (5): 429-35.
- Lucas, R. E. B. 2005. *International Migration and Economic Development: Lessons from Low-Income Countries: Executive Summary*. Estocolmo: Almkvist & Wiksell International, Grupo de Expertos en Temas de Desarrollo.
- . 2006. "Migration and Economic Development in Africa: A Review of Evidence". *Journal of African Economies* 15 (2): 337-95.
- Macchi, M. 2008. *Indigenous and Traditional People and Climate Change: Vulnerability and Adaptation*. Gland, Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Mahul, O. y J. Skees. 2007. "Managing Agricultural Risk at the Country Level: The Case of Index-based Livestock Insurance in Mongolia". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4325, Banco Mundial, Washington, DC.
- Manuamorn, O. P. 2007. "Scaling Up Microinsurance: The Case of Weather Insurance for Smallholders in India". Documento de análisis sobre agricultura y desarrollo rural 36, Banco Mundial, Washington, DC.
- Massey, D. y F. España. 1987. "The Social Process of International Migration". *Science* 237 (4816): 733-38.
- McEvoy, D., S. Lindley y J. Handley. 2006. "Adaptation and Mitigation in Urban Areas: Synergies and Conflicts". *Proceedings of the Institution of Civil Engineers* 159 (4): 185-91.
- McGranahan, G., D. Balk y B. Anderson. 2007. "The Rising Tide: Assessing the Risks of Climate Change and Human Settlements in Low Elevation Coastal Zones". *Environment and Urbanization* 19 (1): 17-37.
- McMichael, A., D. Campbell-Lendrum, S. Kovats, S. Edwards, P. Wilkinson, T. Wilson, R. Nicholls, S. Hales, F. Tanser, D. Le Sueur, M. Schlesinger y N. Andronova. 2004. "Global Climate Change". En *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors*, vol. 2, ed. M. Ezzati, A. D. López, A. Rodgers y C. J. L. Murray. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Mearns, R. 2004. "Sustaining Livelihoods on Mongolia's Pastoral Commons: Insights from a Participatory Poverty Assessment". *Development and Change* 35 (1): 107-39.
- Mechler, R., S. Hochrainer, G. Pflug, K. Williges y A. Lotsch. 2009. "Assessing Financial Vulnerability to Climate-Related Natural Hazards". Documento de antecedentes para el *IDM 2010*.
- Mercy Corps. 2008. "Reducing Flood Risk through a Job Creation Scheme". En *Linking Disaster Risk Reduction and Poverty Reduction: Good Practices and Lessons Learned: 2008*, ed. Global Network of NGOs for Disaster Risk Reduction. Ginebra: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (EIRD).
- Migration DRC. 2007. "Global Migrant Origin Database". Development Research Centre on Migration, Globalisation and Poverty, Universidad de Sussex, Brighton.
- Mills, E. 2005. "Insurance in a Climate of Change". *Science* 309 (5737): 1040-44.
- . 2007. "Synergism between Climate Change Mitigation and Adaptation: Insurance Perspective". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 12: 809-42.
- Milly, P. C. D., R. T. Wetherald, K. A. Dunne y T. L. Delworth. 2002. "Increasing Risk of Great Floods in a Changing Climate". *Nature* 415 (6871): 514-17.
- Myers, N. 2002. "Environmental Refugees: A Growing Phenomenon of the 21st Century". *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 357 (1420): 609-13.
- Naciones Unidas. 2005. *Trends in Total Migrant Stock: The 2005 Revision*. Nueva York: División de Población, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Naciones Unidas.
- . 2006. *The State of the World's Refugees: Human Displacement in the New Millennium*.

- Oxford, RU: Alto Comisionado las Naciones Unidas para los refugiados.
- . 2007. *Drought Risk Reduction Framework and Practices: Contribution to the Implementation of the Hyogo Framework for Action*. Ginebra: Naciones Unidas-Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres.
- . 2008a. *State of the World's Cities 2008/9. Harmonious Cities*. Londres: Earthscan.
- . 2008b. *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision*. Nueva York: División de Población, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Naciones Unidas.
- . 2009. *2009 Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Risk and Poverty in a Changing Climate*. Ginebra: Naciones Unidas-Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres.
- Nelson, D. R., W. N. Adger y K. Brown. 2007. "Adaptation to Environmental Change: Contributions of a Resilience Framework". *Annual Review of Environment and Resources* 32: 395-419.
- Nelson, V., K. Meadows, T. Cannon, J. Morton y A. Martin. 2002. "Uncertain Prediction, Invisible Impacts and the Need to Mainstream Gender in Climate Change Adaptations". *Gender and Development* 10 (2): 51-59.
- Nicholls, R. J., P. P. Wong, V. Burkett, C. D. Woodroffe y J. Hay. 2008. "Climate Change and Coastal Vulnerability Assessment: Scenarios for Integrated Assessment". *Sustainability Science* 3 (1): 89-102.
- Nordås, R. y N. Gleditsch. 2007. "Climate Change and Conflict". *Political Geography* 26 (6): 627-38.
- NRC (Consejo Nacional de Investigaciones). 2006. *Facing Hazards and Disasters. Understanding Human Dimension*. Washington, DC: National Academies Press.
- . 2007a. *Contributions of Land Remote Sensing for Decisions about Food Security and Human Health*. Washington, DC: National Academies Press.
- . 2007b. *Earth Science and Application from Space: National Imperatives for the Next Decade and Beyond*. Washington, DC: National Academies Press.
- Observatorio de Inundaciones de Dartmouth. 2009. "Global Active Archive of Large Flood Events". Dartmouth College, Hanover, NH. Disponible en [www.dartmouth.edu/~foods](http://www.dartmouth.edu/~foods) (consultado el 19 de enero de 2009).
- Olsson, P., C. Folke y F. Berkes. 2004. "Adaptive Comanagement for Building Resilience in Social-Ecological Systems". *Environmental Management* 34 (1): 75-90.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2005. *Health and Climate Change: The Now and How. A Policy Action Guide*. Ginebra: OMS.
- . 2008. *Protecting Health from Climate Change: World Health Day 2008*. Ginebra: OMS.
- Orlove, B. S., J. H. Chiang y M. A. Cane. 2000. "Forecasting Andean Rainfall and Crop Yield from the Influence of El Niño on Pleiades Visibility". *Nature* 403 (6765): 68-71.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2009. "Dengue". Washington, DC. [http://new.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&ask=view&id=264&Itemid=363](http://new.paho.org/hq/index.php?option=com_content&ask=view&id=264&Itemid=363) (consultado en julio de 2009).
- Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Pahl-Wostl, C. 2007. "Transitions toward Adaptive Management of Water Facing Climate and Global Change". *Water Resources Management* 21: 49-62.
- Parry, M., O. F. Canziani, J. P. Palutikof y otros. 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*, ed. M. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Parsons, C. R., R. Skeldon, T. L. Walmsley y L. A. Winters. 2007. "Quantifying International Migration: A Database of Bilateral Migrant Stocks". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4165, Banco Mundial, Washington, DC.
- Pelling, M. 1997. "What Determines Vulnerability to Floods: A Case Study in Georgetown, Guyana". *Environment and Urbanization* 9 (1): 203-26.
- Pomeroy, R. S. y M. D. Pido. 1995. "Initiatives towards Fisheries Co-management in the Philippines: The Case of San Miguel Bay". *Marine Policy* 19 (3): 213-26.
- Portes, A. y J. Sensenbrenner. 1993. "Embeddedness and Immigration: Notes on the Social Determinants of Economic Actions". *American Journal of Sociology* 98 (6): 13-20.
- Programa Mundial sobre el Clima. 2007. *Climate Services Crucial for Early Warning of Malaria Epidemics*. Ginebra: Programa Mundial sobre el Clima.
- Raadgever, G. T., E. Mostert, N. Kranz, E. Interwies y J. G. Timmerman. 2008. "Assessing Management Regimes in Transboundary River Basins: Do They Support Adaptive Management?". *Ecology and Society* 13 (1): 14.
- Rahmstorf, S., A. Cazenave, J. A. Church, J. E. Hansen, R. F. Keeling, D. E. Parker y R. C. J. Somerville. 2007. "Recent Climate Observations Compared to Projections". *Science* 316 (5825): 709.
- Ranger, N., R. Muir-Wood y S. Priya. 2009. "Assessing Extreme Climate Hazards and Options for Risk Mitigation and Adaptation in the Developing World". Documento de antecedentes para el *IDM 2010*.
- Ravallion, M. 2008. "Bailing Out the World's Poorest". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4763, Banco Mundial, Washington, DC.

- Ravallion, M., S. Chen y P. Sangraula. 2007. "New Evidence on the Urbanization of Poverty". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4199, Banco Mundial, Washington, DC.
- Repetto, R. 2008. "The Climate Crisis and the Adaptation Myth". Yale School of Forestry and Environmental Studies Working Paper 13, Yale University, New Haven, CT.
- Reuveny, R. 2007. "Climate Change Induced Migration and Violent Conflict". *Political Geography* 26 (6): 656-73.
- Ribot, J. C. De próxima publicación. "Vulnerability Does Not Just Fall from the Sky: Toward Multi-Scale Pro-Poor Climate Policy". En *The Social Dimensions of Climate Change: Equity and Vulnerability in a Warming World*, ed. R. Mearns y A. Norton. Washington, DC: Banco Mundial.
- Richmond, T. 2008. "The Current Status and Future Potential of Personalized Diagnostics: Streamlining a Customized Process". *Biotechnology Annual Review* 14: 411-22.
- Roberts, D. 2008. "Thinking Globally, Acting Locally: Institutionalizing Climate Change at the Local Government Level in Durban, South Africa". *Environment and Urbanization* 20 (2): 521-37.
- Robine, J.-M., S. L. K. Cheung, S. Le Roy, H. VanOyen, C. Griffiths, J.-P. Michel y F. R. Herrmann. 2008. "Death Toll Exceeded 70,000 in Europe during the Summer of 2003". *Comptes Rendus Biologies* 331 (2): 171-78.
- Rogers, D., S. E. Randolph, R. W. Snow y S. I. Hay. 2002. "Satellite Imagery in the Study and Forecast of Malaria". *Nature* 415 (6872): 710-15.
- Rogers, E. 1995. *Diffusion of Innovations*. Nueva York: Free Press.
- Roman, A. 2008. "Curitiba, Brazil". En *Encyclopedia of Earth—Environmental Information Coalition*. Washington, DC: National Council for Science and the Environment.
- Satterthwaite, D. 2008. "The Social and Political Basis for Citizen Action on Urban Poverty Reduction". *Environment and Urbanization* 20 (2): 307-18.
- Satterthwaite, D., S. Huq, M. Pelling, A. Reid y R. Lankao. 2007. *Adapting to Climate Change in Urban Areas: The Possibilities and Constraints in Low and Middle Income Countries*. Londres: International Institute for Environment and Development.
- Seo, J.-K. 2009. "Balanced National Development Strategies: The Construction of Innovation Cities in Korea". *Land Use Policy* 26 (3): 649-61.
- Simms, A. y H. Reid. 2006. *Up in Smoke? Latin America and the Caribbean: The Treat from Climate Change to the Environment and Human Development*. Londres: Working Group on Climate Change and Development, International Institute for Environment and Development, New Economics Foundation.
- Skees, J. R. 2001. "The Bad Harvest: Crop Insurance Reform Has Become a Good Idea Gone Awry". *Regulation* 24 (1): 16-21.
- Sobrevila, C. 2008. *The Role of Indigenous People in Biodiversity Conservation: The Natural but Often Forgotten Partners*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Solomon, S., D. Qin, M. Manning, R. B. Alley, T. Berntsen, N. L. Bindof, Z. Chen, A. Chidthaisong, J. M. Gregory, G. C. Hegerl, M. Heimann, B. Hewitson, B. J. Hoskins, F. Joos, J. Jouzel, V. Kattsov, U. Lohmann, T. Matsuno, M. Molina, N. Nicholls, J. Overpeck, G. Raga, V. Ramaswamy, J. Ren, M. Rusticucci, R. Somerville, T. F. Stocker, P. Whetton, R. A. Wood y D. Wratt. 2007. "Technical Summary". 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*, ed. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor y H. L. Miller. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Sorensen, N., N. van Hear y P. Engberg-Pedersen. 2003. "Migration, Development and Conflict: State-of-the-Art Overview". En *The Migration-Development Nexus*, ed. N. van Hear y N. Sorensen. Nueva York y Ginebra: Naciones Unidas y Organización Internacional para las Migraciones.
- Srinivasan, A. 2004. "Local Knowledge for Facilitating Adaptation to Climate Change in Asia and the Pacific: Policy Implications". Documento de trabajo 2004-002, Institute for Global Environmental Strategies, Kanagawa, Japón.
- Stringer, L. C., J. C. Dyer, M. S. Reed, A. J. Dougill, C. Twyman y D. Mkwambisi. De próxima publicación. "Adaptations to Climate Change, Drought and Desertification: Local Insights to Enhance Policy in Southern Africa". *Environmental Science and Policy*.
- Swiss Re. 2007. "World Insurance in 2006: Premiums Came Back to Life". Zurich: Sigma (abril).
- Teisen, O. M. 2008. "Blood and Soil? Resource Scarcity and Internal Armed Conflict Revisited?". *Journal of Peace Research* 45 (6): 801-18.
- Tol, R. S. J. 1998. "Climate Change and Insurance: A Critical Appraisal". *Energy Policy* 26 (3): 257-62.
- Tompkins, E. L. y W. N. Adger. 2004. "Does Adaptive Management of Natural Resources Enhance Resilience to Climate Change?". *Ecology and Society* 9 (2): 10.
- Tuñón, M. 2006. *Internal Labour Migration in China*. Beijing: OIT.
- Twomlow, S., F. T. Mugabe, M. Mwale, R. Delve, D. Nanja, P. Carberry y M. Howden. 2008. "Building Adaptive Capacity to Cope with Increasing Vulnerability Due to Climatic Change in Africa: A New Approach". *Physics and Chemistry of the Earth* 33 (8-13): 780-87.
- UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia). 2008. *Climate Change and Children: A Human Security Challenge*. Florencia: UNICEF.

- Vakis, R. 2006. "Complementing Natural Disasters Management: The Role of Social Protection". Documento de análisis sobre protección social 0543, Banco Mundial, Washington, DC.
- Walker, B., L. H. Gunderson, A. Kinzig, C. Folke, S. Carpenter y L. Schultz. 2006. "A Handful of Heuristics and Some Propositions for Understanding Resilience in Social-Ecological Systems". *Ecology and Society* 11 (1):13.
- Wang, R. e Y. E. Yaping. 2004. "Eco-city Development in China". *Ambio: A Journal of the Human Environment* 33 (6): 341-42.
- Ward, R. E. T, C. Herweijer, N. Patmore y R. Muir-Wood. 2008. "The Role of Insurers in Promoting Adaptation to the Impacts of Climate Change". *Geneva Papers on Risk and Insurance Issues and Practice* 33 (1): 133-39.
- Welsh Assembly Government. 2008. *Heatwave Plan for Wales: A Framework for Preparedness and Response*. Cardiff, RU: Welsh Assembly Government Department for Public Health and Health Professions.
- White, A. y A. Martin. 2002. *Who Owns the World's Forests? Forest Tenure and Public Forests in Transition*. Washington, DC: Forest Trends and Center for International Environmental Law.
- Wilbanks, T. J. y R. W. Kates. 1999. "Global Change in Local Places: How Scale Matters". *Climatic Change* 43 (3): 601-28.
- Yip, S. C. T. 2008. "Planning for Eco-Cities in China: Visions, Approaches and Challenges". Documento presentado ante el 44º Congreso ISOCARP. Países Bajos.

La Tierra sustenta una compleja red de 3 a 10 millones de especies de plantas y animales<sup>1</sup> y un número todavía mayor de microorganismos. Por primera vez una sola especie, la humanidad, está en condiciones de conservar o destruir el funcionamiento mismo de esa red<sup>2</sup>. En nuestra vida cotidiana, sólo parece importar un reducido número de especies. Unas pocas docenas de ellas permiten atender las necesidades de nutrición más básicas: un 20% de la ingestión humana de calorías procede del arroz<sup>3</sup> y otro 20% del trigo<sup>4</sup>; unas pocas especies de ganado vacuno, aves de corral y porcino aportan el 70% de la proteína animal. Únicamente en el 20% de la proteína animal procedente de peces y crustáceos se encuentra una verdadera diversidad de especies<sup>5</sup>. Según las estimaciones, el ser humano se apropia de un tercio de la energía solar que se convierte en material vegetal<sup>6</sup>.

Por otro lado, el bienestar humano depende de una multitud de especies cuyas complejas interacciones dentro de ecosistemas eficientes purifican el agua, polinizan las flores, descomponen los desechos, mantienen la fertilidad del suelo, protegen frente a los episodios atmosféricos extremos y las corrientes de agua y permiten atender necesidades sociales y culturales, entre otras muchas (recuadro TEB.1). En la Evaluación de Ecosistemas del Milenio se concluía que, de los 24 servicios de los ecosistemas examinados, 15 se están degradando o se utilizan en forma no sostenible (cuadro TEB.1). Los principales factores de degradación son la conversión del uso de la tierra, en la mayoría de los casos con destino a la agricultura o la acuicultura, los excedentes de nutrientes y el cambio climático. Muchas consecuencias de la

degradación se concentran en determinadas regiones, y los pobres se ven afectados en forma desproporcionada, ya que son los que dependen más directamente de los servicios del ecosistema<sup>7</sup>.

### Amenazas a la biodiversidad y los servicios del ecosistema

En los dos últimos siglos, aproximadamente, la humanidad se ha convertido en instrumento de uno de los grandes episodios de extinción de nuestro planeta. La apropiación de partes considerables del flujo de energía a través de la red alimentaria y la modificación del entramado de la cobertura terrestre para favorecer las especies de mayor valor han aumentado la tasa de extinción de especies a un ritmo que es entre 100 y 1.000 veces mayor que el que precedió al dominio humano de la Tierra<sup>8</sup>. En los últimos decenios la huma-

nidad ha tomado conciencia de sus efectos en la biodiversidad y de las amenazas que representan. La mayoría de los países tienen programas de protección de la biodiversidad con mayor o menor grado de eficacia, y varios tratados y acuerdos internacionales coordinan las medidas para frenar o detener la pérdida de biodiversidad.

El cambio climático representa una amenaza adicional. La biodiversidad de la Tierra se ha adaptado a los cambios anteriores del clima –incluso a cambios rápidos– con una combinación de migración de especies, extinciones y oportunidades para nuevas especies. Pero el ritmo de cambio a lo largo del próximo siglo, con independencia de los esfuerzos de mitigación que puedan realizarse, es muy superior a los del pasado, si se excluyen las extinciones catastróficas como las que se produjeron después de los impactos de grandes meteoritos. Por ejemplo, según las estimaciones, el ritmo de migración de especies arbóreas durante los altibajos de la era glacial más reciente hace unos 10.000 años sería de aproximadamente 0,3 a 0,5 kilómetros al año, es decir, sólo una décima parte del ritmo de cambio en las zonas climáticas que tendrá lugar durante el próximo siglo<sup>9</sup>. Unas especies migrarán con la rapidez necesaria para encontrar condiciones de vida favorables en otro emplazamiento, pero muchas no lo conseguirán, sobre todo en los paisajes fragmentados de la actualidad, y muchas más no sobrevivirán la dramática transformación de la composición del ecosistema que acompañará al cambio climático (mapa TEB.1). Las estimaciones más precisas sobre las pérdidas de especies indican que aproximadamente el 10% de éstas estarán condenadas a la extinción por cada grado centígrado de subida de la temperatura<sup>10</sup>, y hay un número todavía

#### RECUADRO TEB.1 ¿Qué es la biodiversidad? ¿Qué son los servicios del ecosistema?

Biodiversidad es la variedad de todas las formas de vida, con inclusión de los genes, las poblaciones, las especies y los ecosistemas. Es la base de los servicios ofrecidos por los ecosistemas y es valiosa por su utilización actual, por los posibles usos futuros (valores de opción) y por su valor intrínseco.

El número de especies se utiliza muchas veces como indicador de la diversidad de una zona, aunque sólo reproduce en forma aproximada la diversidad genética y la complejidad de las interacciones del ecosistema. Hay entre 5 y 30 millones de especies distintas en la Tierra; la mayoría son microorganismos y aproximadamente 1,75 millones se han descrito oficialmente. Dos tercios de la diversidad se encuentra en los trópicos; se ha podido comprobar que una extensión de 25 hectáreas de Ecuador tenía más especies arbóreas que la totalidad de

los Estados Unidos y el Canadá, junto con más de la mitad del número de especies de mamíferos y aves de esos dos países.

Los servicios del ecosistema son procesos o funciones que tienen valor para las personas o la sociedad. La Evaluación de Ecosistemas del Milenio describió cinco grandes categorías de servicios del ecosistema: *suministro*, por ejemplo la producción de alimentos y agua; *regulación*, como el control del clima y las enfermedades; *apoyo*, por ejemplo los ciclos de nutrientes y la polinización de los cultivos; *culturales*, como los beneficios espirituales y recreativos; y *conservación*, como el mantenimiento de la diversidad.

Fuentes: Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005; Kraft, Valencia y Ackerly, 2008; Gitay y otros, 2002.

**Cuadro TEB.1 Evaluación de la tendencia actual de la situación mundial de los grandes servicios ofrecidos por los ecosistemas**

Servicio	Subcategoría	Situación	Notas
<b>Servicios de suministro</b>			
Alimentos	Cultivos	↑	Aumento considerable de la producción
	Ganado	↑	Aumento considerable de la producción
	Pesca de captura	↓	Descenso de la producción debido al exceso de capturas
	Acuicultura	↑	Aumento considerable de la producción
	Alimentos silvestres	↓	Descenso de la producción
Fibra	Madera	+/-	Pérdida forestal en algunas regiones; crecimiento en otras
	Algodón, cáñamo, seda	+/-	Descenso de la producción de algunas fibras; crecimiento de otras
	Leña	↓	Descenso de la producción
Recursos genéticos		↓	Descenso como consecuencia de la extinción y la pérdida de recursos fitogenéticos
Sustancias bioquímicas, medicinas naturales, productos farmacéuticos		↓	Pérdida debida a la extinción, recolección excesiva
Agua dulce		↓	Uso insostenible para el consumo como agua potable, la industria y el riego; sin cambios en el volumen de energía hidroeléctrica, pero las presas aumentan la capacidad de utilizar esa energía
<b>Servicios de regulación</b>			
Regulación de la calidad del aire		↓	Descenso de la capacidad de la atmósfera para descontaminarse
Regulación del clima	Mundial	↑	En el conjunto del mundo, los ecosistemas han sido un sumidero neto de carbono desde mediados de siglo
	Regional y local	↓	Preponderancia de efectos negativos (por ejemplo, los cambios en la cobertura terrestre pueden repercutir en la temperatura y las precipitaciones locales)
Regulación del agua		+/-	Varía de acuerdo con el cambio y la ubicación del ecosistema
Regulación de la erosión		↓	Mayor degradación de los suelos
Purificación del agua y tratamiento de desechos		↓	Descenso de la calidad del agua
Regulación de enfermedades		+/-	Varía de acuerdo con el cambio del ecosistema
Regulación de plagas		↓	Degradación del entorno natural debido al uso de plaguicidas
Polinización		↓	Descenso mundial aparente de la abundancia de polinizadores
Regulación de los peligros naturales		↓	Pérdida de zonas de protección naturales (humedales, manglares)
<b>Servicios culturales</b>			
Valores espirituales y religiosos		↓	Rápido descenso de los bosques y espacios sagrados
Valores estéticos		↓	Descenso de la cantidad y calidad de las tierras naturales
Actividades recreativas y ecoturismo		+/-	Más zonas accesibles, pero muchas de ellas están degradadas

Fuente: Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005.

mayor que corre peligro de sufrir un descenso significativo<sup>11</sup>.

Los esfuerzos por mitigar el cambio climático con actividades terrestres pueden contribuir al mantenimiento de la biodiversidad y los servicios del ecosistema o representar una amenaza todavía mayor para ellos. Las reservas de carbono existentes en la superficie y en el interior de la tierra pueden aumentar mediante la repoblación forestal y el restablecimiento de la vegetación y con

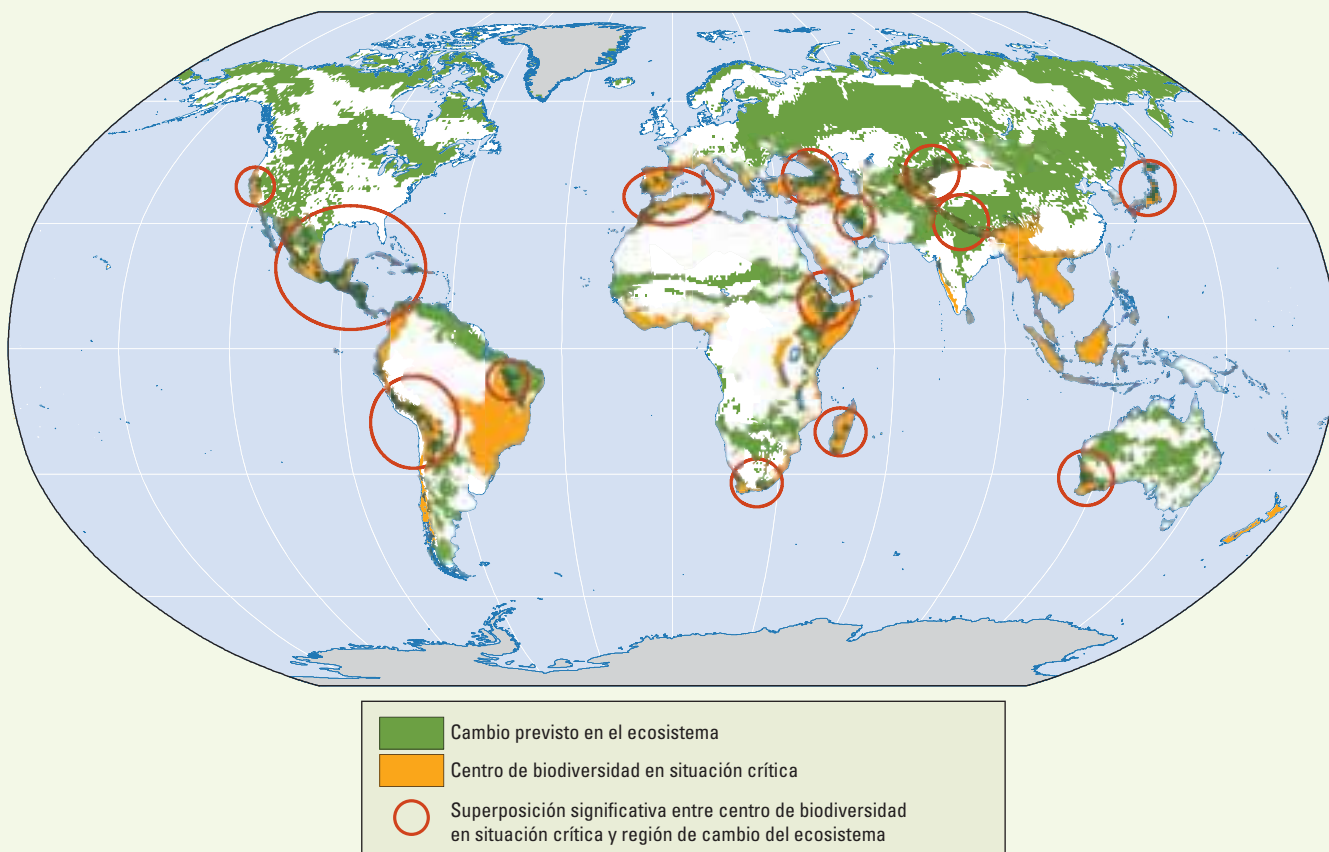
prácticas agrícolas como la reducción de la labranza del suelo. Estas actividades pueden crear paisajes complejos y diversos capaces de sustentar la biodiversidad. Pero las medidas de mitigación mal planificadas, como la tala de bosques o tierras forestales para producir biocombustibles, pueden ser contraproducentes para ambos fines. Las grandes presas pueden ofrecer numerosos beneficios en forma de riego y producción energética pero ser también una amenaza para la

biodiversidad como consecuencia de la inundación directa y de cambios dramáticos aguas abajo y en los ecosistemas dependientes.

### ¿Qué se puede hacer?

Los cambios en las prioridades y la gestión activa y adaptativa son condiciones necesarias para mantener la biodiversidad en un contexto de cambio climático. En algunos lugares, la gestión activa consistirá en continuar mejorando la protección

**Mapa TEB.1** Si bien muchos de los cambios previstos en el ecosistema corresponden a zonas boreales o desérticas que no son centros de biodiversidad en situación crítica, hay todavía importantes áreas de superposición y motivos de preocupación



Fuente: equipo del IDM, basado en Myers y otros (2000) y Fischlin y otros (2007).

Nota: en el mapa puede observarse la superposición entre los centros de biodiversidad en situación crítica –regiones con concentraciones estacionales de especies endémicas que experimentan una pérdida excepcional de hábitat (Conservation International y Myers y otros, 2000)– y cambios previstos en los ecosistemas terrestres para 2100 en relación con el año 2000, de acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático en Fischlin y otros (2007), gráfico 4.3 a), página 238. Los cambios indican meramente el margen de los posibles cambios del ecosistema e incluyen las ganancias o pérdidas de la cubierta forestal, pastos, tierras de arbustos y bosque, cubierta herbácea y mejora de la situación de los desiertos.

frente a la injerencia humana, mientras que en otros la conservación quizá requiera intervenciones en procesos relacionados con las especies y los ecosistemas que sean más firmes y más prácticos que en la actualidad. En todos los casos, los valores de la biodiversidad deben considerarse activamente, en un contexto de cambio climático y de competencia por el uso de la tierra o el mar.

Para esto se necesita un proceso continuado que permita prever de qué forma responderán los ecosistemas a un cambio climático, al mismo tiempo que se interrelacionan con otros modificadores ambientales. Algunas especies desaparecerán, otras perdurarán y otras migrarán, formando nuevas combinaciones de especies. La capacidad de pre-

ver este cambio será siempre incompleta y distará mucho de ser perfecta, por lo que todas las medidas de gestión deben formularse en un marco que sea flexible y adaptativo.

Cierta pérdida de especies es inevitable, y algunas otras quizá necesiten estar protegidas en parques botánicos y zoológicos o en bancos de semillas. Es fundamental identificar y, en caso necesario, gestionar activamente las especies clave en la prestación de servicios del ecosistema. La gestión proactiva de la tierra y los mares en un contexto de cambio climático es un proceso más bien nuevo y mal definido. Se sabe relativamente poco sobre la manera de identificar respuestas de gestión realistas, por lo que será necesario un considerable proceso de inter-

cambio de enseñanzas, prácticas óptimas y fortalecimiento de la capacidad.

### **Reservas para la conservación**

Toda ampliación o modificación de las zonas prioritarias de conservación (reservas para la conservación) debe captar los gradientes altitudinales, latitudinales, de humedad y del suelo. Las propuestas de ampliar o modificar las reservas podrían dar lugar a enfrentamientos sobre las prioridades en la asignación de las tierras y en los recursos dentro de la gestión de la biodiversidad (por ejemplo, fondos para la adquisición de tierras frente a la manipulación activa del hábitat). Existen instrumentos para seleccionar la asignación óptima de tierras con el fin de conseguir deter-



minados objetivos de conservación que puedan compaginar exigencias contradictorias<sup>12</sup>.

Por otro lado, las zonas protegidas no son la solución del cambio climático. La actual red de reserva ha aumentado rápidamente durante el pasado decenio y ha llegado a abarcar aproximadamente el 12% de la superficie terrestre de nuestro planeta<sup>13</sup>, pero es todavía insuficiente para conservar la biodiversidad. Dadas las presiones demográficas y la competencia por los diferentes usos de la tierra, no es probable que las zonas protegidas crezcan en forma significativa. Esto significa que las tierras que rodean y conectan las zonas más valiosas y prioritarias desde el punto de vista de la conservación (la matriz ambiental) y las personas que gestionan esas tierras o dependen de ellas serán cada vez más importantes para determinar el destino de las especies en un clima cambiante.

Cada vez será más necesario adoptar estrategias de conservación de la biodiversidad más flexibles que tengan en cuenta los intereses de los diferentes grupos sociales en esas estrategias. Hasta ahora, los principales promotores de la creación de zonas protegidas han sido las organizaciones no gubernamentales y los gobiernos centrales. Con el fin de garantizar la flexibilidad necesaria para mantener la biodiversidad, deberá participar en las asociaciones de ordenación una gran variedad de administradores, propietarios y partes interesadas en estas tierras y aguas. Quizá deban establecerse incentivos y remuneraciones para estos agentes a fin de mantener una matriz que ofrezca refugios y corredores para las especies. Algunas de las opciones son la ampliación de los pagos por los servicios ambientales, los "bancos de hábitat"<sup>14</sup> y exploraciones ulteriores de "enfoques de acceso a los recursos basados en los derechos", utilizados en algunas pesquerías.

### **Planificación y ordenación de la biodiversidad**

Debería elaborarse un plan para ordenar en forma activa la viabilidad de los ecosistemas a medida que cambia el clima, para su aplicación en todas las tierras y aguas objeto de conservación y en considerables extensiones de hábitat. Se incluirían los siguientes elementos:

- Planes de ordenación con un planteamiento climático inteligente para hacer frente a las principales causas de estrés, como los incendios, plagas y cargas de nutrientes.
- Procedimientos y desencadenantes de decisiones para cambiar las prioridades de ordenación en el contexto del cambio climático. Por ejemplo, si una zona de conservación se ve afectada por dos incendios en un breve período de tiempo, lo que haría poco probable el restablecimiento del hábitat y los valores precedentes, se aplicaría un programa para ordenar activamente la transición hacia una estructura alternativa del ecosistema.
- Integración en los planes de los derechos, intereses y contribuciones de los pueblos indígenas y otras personas directamente dependientes de esas tierras o aguas.

Esta planificación proactiva es poco frecuente, incluso en los países desarrollados<sup>15</sup>. Una de las excepciones es Canadá, debido al rápido calentamiento de sus regiones septentrionales<sup>16</sup>. Otros países esbozan algunos de los principios básicos de la ordenación proactiva: previsión de los cambios; ordenación de la biodiversidad regional, con inclusión de las zonas de conservación y el paisaje circundante, y fijación de prioridades para respaldar la toma de decisiones frente a un cambio inevitable<sup>17</sup>. Por otro lado, en muchos lugares del mundo, ni siquiera la ordenación básica de la biodiversidad tiene un nivel satisfactorio. En 1999, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza determinó que menos de una cuarta parte de las zonas protegidas de 10 países en desarrollo estaban ordenadas satisfactoriamente y que más del 10% de las zonas protegidas estaban ya totalmente degradadas<sup>18</sup>.

### **Conservación basada en la comunidad**

Los programas de conservación basada en la comunidad podrían adoptarse en escala mucho mayor. Estos programas insisten en los derechos de uso y en la gestión local de los recursos naturales, cuya consecuencia sería que quienes se encuentran más próximos a esos recursos, y comparten ya los costos de la conservación (como la depredación de la fauna y flora silvestres por los cultivos), participan también en sus beneficios. Pero estos

programas no son la panacea universal, y deben realizarse esfuerzos para diseñar programas eficaces.

La participación comunitaria es condición imprescindible para una conservación eficaz de la biodiversidad en el mundo en desarrollo, pero los éxitos a largo plazo (como la recolección de huevos de tortuga marina en Costa Rica y Brasil) son raros<sup>19</sup>. Algunos elementos contribuyen claramente al éxito que ciertos programas han tenido en el plano regional, como los programas centrados en la flora y fauna silvestres en África meridional. Entre esos elementos cabe señalar la existencia de gobiernos estables, el elevado valor de los recursos (flora y fauna silvestres emblemáticas), economías sólidas que sustenten el uso de los recursos orientados a la exportación (con exclusión del turismo y los safaris), baja densidad de población humana, buen sistema de gobierno local y políticas que ofrezcan una red de protección social para los años malos. Aun cuando se cumplan estas condiciones, en algunos países los beneficios no suelen recaer sobre los pobres<sup>20</sup>.

### **Ordenación de los ecosistemas marinos**

La ordenación eficaz de la tierra tiene beneficios también para los ecosistemas marinos. La sedimentación y eutrofización provocadas por la escorrentía terrestre reducen la capacidad de resistencia de los ecosistemas marinos, como los arrecifes de coral<sup>21</sup>. El valor económico de estos suele ser mayor que el de la agricultura practicada en la tierra que los afecta<sup>22</sup>.

En el caso de las pesquerías, los instrumentos principales de ordenación de la biodiversidad son la ordenación de pesquerías basada en el ecosistema<sup>23</sup>, la ordenación integrada de las zonas costeras, con inclusión de las zonas marinas protegidas<sup>24</sup> y la integración de la cooperación nacional en el marco del Derecho del Mar<sup>25</sup>. Existe la idea de que la pesca está en crisis, y se culpa de esto a la mala ordenación de las pesquerías. Pero los requisitos fundamentales para la ordenación pesquera son bien conocidos<sup>26</sup>. El cambio climático puede dar impulso adicional a la introducción de reformas, en particular reduciendo el exceso de capacidad de la flota y la pesca a niveles sostenibles<sup>27</sup>. Debe aplicarse una estrategia de captura sostenible que evalúe la explotación de las poblaciones en relación con puntos de referencia que tengan

en cuenta la incertidumbre y el cambio climático<sup>28</sup>. El problema fundamental está en introducir los objetivos de las políticas de alto nivel en medidas prácticas en favor de la pesca sostenible<sup>29</sup>.

### Pago por los servicios del ecosistema

El pago por los servicios del ecosistema se considera desde hace tiempo como una forma eficiente y equitativa de alcanzar muchos resultados relacionados con la conservación y la prestación de los servicios del ecosistema. Entre los ejemplos cabría citar el pago a los administradores de las tierras que se encuentran aguas arriba para que manejen las cuencas hidrográficas de tal forma que se protejan los servicios del ecosistema, como los caudales de agua limpia; la participación en los beneficios resultantes de las reservas de caza por parte de los propietarios de las tierras circundantes perjudicadas por esa actividad y, más recientemente, el pago a los propietarios de tierras por incrementar o mantener las reservas de carbono. En el recuadro TEB.2 pueden verse ejemplos de prestación de múltiples servicios de conservación y retención del carbono.

La experiencia revela que, como los pagos se realizan únicamente si se presta un servicio, los planes financiados por los usuarios suelen estar mejor adaptados a las necesidades locales, y se supervisan y aplican mejor que programas similares financiados por los gobiernos<sup>30</sup>.

Una oportunidad significativa de aumentar los pagos en concepto de conservación y de mejorar la ordenación de las tierras puede ser la Reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal (REDD) que está examinando la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Dicho plan trata de reducir las emisiones mediante pagos a los países que frenan la deforestación y la degradación. Esos pagos podrían formar parte de un mecanismo de mercado dentro de un proceso reforzado del Mecanismo para un desarrollo limpio, o podrían ser pagos al margen del mercado realizados por un nuevo mecanismo financiero que no interfiera con los mecanismos de observancia de los compromisos de emisión. El desafío que se le plantea a la REDD es su puesta en práctica, que se examina con mayor detalle en el capítulo 6.

La REDD podría contribuir en forma significativa tanto a la conservación de la biodiversidad como a la mitigación del cambio climático, si protegiera zonas biológicamente diversas que tienen considerables reservas de carbono y corren graves riesgos de deforestación. Las técnicas para identificar esas zonas ya se conocen y podrían utilizarse para orientar la asignación de los recursos financieros (mapa TEB.2)<sup>31</sup>.

Para hacer frente con eficacia a nuevos efectos y usos incompatibles de los ecosistemas en un contexto de cambio climático, los gobiernos deberán introdu-

cir políticas, medidas e incentivos sólidos y localmente adecuados para modificar comportamientos arraigados, algunos de los cuales son ya ilegales. Estas medidas están en contradicción con algunas preferencias comunitarias, por lo que es fundamental lograr un equilibrio entre reglamentación adecuada e incentivos. La REDD puede aportar beneficios a las comunidades locales e indígenas que habitan en los bosques, pero para que esos beneficios se hagan realidad deberán cumplirse varias condiciones. Por ejemplo, no es probable que los pueblos indígenas se beneficien de la REDD si no se reconocen sus identidades y derechos y si no se les garantiza el derecho a sus tierras, territorios y recursos (recuadro TEB.3). La experiencia de las iniciativas de ordenación de los recursos naturales basadas en la comunidad ha demostrado que la participación de la población local, incluidos los pueblos indígenas, en la supervisión participativa de los recursos naturales puede ofrecer información precisa, eficaz en función de los costos y de base local sobre las tendencias de la biomasa y los recursos naturales.

### Adaptación basada en el ecosistema

Las medidas de adaptación basadas en componentes "físicos", como los malecones, los diques fluviales y las presas para controlar el caudal de los ríos, pueden ser una amenaza para la biodiversidad<sup>32</sup>. Los objetivos de la adaptación pueden conseguirse muchas veces con una ordenación más adecuada de los ecosistemas, más que con obras materiales y de ingeniería; por ejemplo, los ecosistemas costeros pueden ser una protección más eficaz frente a las mareas de tormenta que los malecones. Otras opciones son la ordenación de las zonas de captación y las llanuras de inundación para ajustar el caudal aguas abajo y la introducción de agroecosistemas resistentes al cambio climático y sistemas de pastoreo en tierras secas para consolidar los medios de subsistencia.

La adaptación basada en el ecosistema trata de incrementar la capacidad de resistencia y reducir la vulnerabilidad de las personas al cambio climático mediante la conservación, la restauración y la ordenación de los ecosistemas. Cuando se integra en una estrategia general de adap-

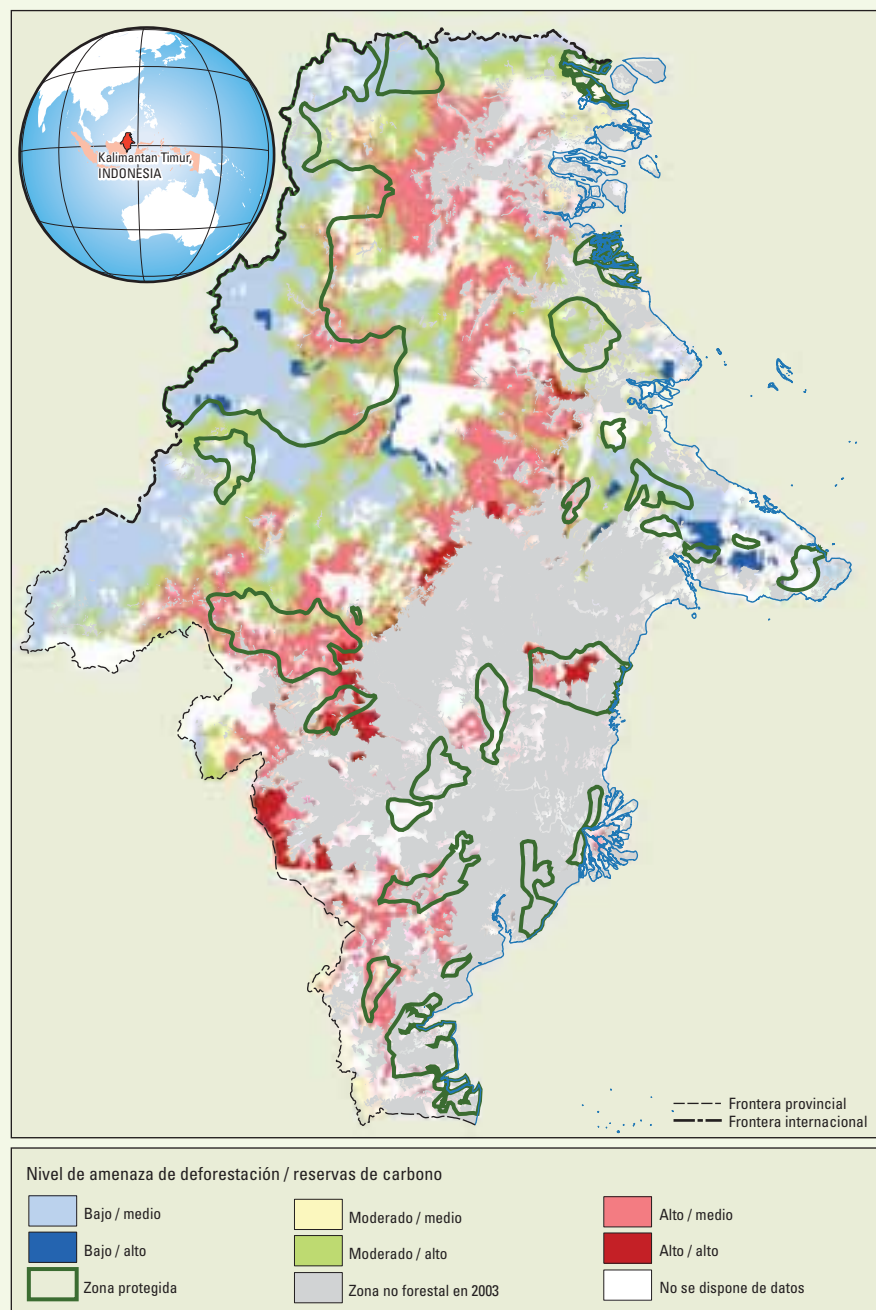
#### RECUADRO TEB.2 Pago por los servicios del ecosistema y de mitigación

Dos programas de pago eficientes son el proyecto de conservación de suelos de Moldavia y el programa de conservación de aves y protección de las cuencas hidrográficas en el Valle los Negros de Bolivia, ambos financiados a través del Fondo del Biocarbono del Banco Mundial. En Moldavia, 20 000 hectáreas de tierras agrícolas comunales y de propiedad estatal degradadas y erosionadas están siendo objeto de actividades de repoblación forestal que permiten reducir la erosión y suministrar productos forestales a las comunidades locales. Se prevé que el proyecto retenga

unos 2,5 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente para 2007. En Bolivia se remunera a los agricultores de las zonas próximas al Parque Nacional Amorbó para que protejan una cuenca hidrográfica que contiene un hábitat forestal de zonas nubosas actualmente amenazado en el que se encuentran 11 especies de aves migratorias, con beneficios tanto para la biodiversidad local como para los suministros de agua en la estación seca.

Fuente: Unidad de Financiamento del Carbono del Banco Mundial.

**Mapa TEB.2** Las zonas no protegidas con alto riesgo de deforestación y abundantes reservas de carbono deben beneficiarse con carácter prioritario del mecanismo REDD



Fuentes: Brown y otros, 1993; Harris y otros, 2009.

Nota: un estudio reciente de la región de Kalimantan oriental en Indonesia utilizó GEOMOD y una base de datos de reservas de carbono en los bosques tropicales de Indonesia para identificar las zonas más adecuadas para las actividades de REDD. El mapa resultante identifica los lugares con una elevada amenaza de deforestación que tienen también importantes reservas de carbono. La superposición de las zonas protegidas existentes o propuestas permite a las autoridades determinar dónde orientar los recursos financieros y concentrar los esfuerzos de protección para obtener los máximos beneficios con un mecanismo de REDD (es decir, las zonas en rojo oscuro –nivel alto de amenaza y de reservas de carbono– no incluidas dentro de las fronteras de las zonas protegidas ya existentes).

tación, puede ser un instrumento eficaz en función de los costos y generar beneficios para la sociedad.

Además de los beneficios directos para la adaptación, las actividades de adaptación basada en el ecosistema pueden

también tener beneficios indirectos para las personas, la biodiversidad y la mitigación. Por ejemplo, la restauración de los sistemas de manglares como medio de protección del litoral frente a las mareas de tormenta puede aumentar también las oportunidades pesqueras y retener el carbono. Las opciones de adaptación basadas en el ecosistema muchas veces son más accesibles para la población rural pobre, las mujeres y otros grupos vulnerables que las basadas en la infraestructura o la ingeniería. Lo mismo que los planteamientos de la adaptación basados en la comunidad, la adaptación basada en el ecosistema tiene muy en cuenta los conocimientos y las necesidades locales.

La adaptación basada en el ecosistema puede obligar a dar prioridad a algunos servicios del ecosistema a expensas de otros. La utilización de los humedales para la protección de la costa puede exigir una mayor atención a la acumulación y estabilización de los lodos, por ejemplo, quizá a expensas de la flora y fauna silvestres y de las actividades recreativas. La estabilización de las pendientes con una densa población de arbustos es un sistema eficaz de adaptación basado en el ecosistema ante el posible aumento de la intensidad de las precipitaciones como consecuencia del cambio climático. No obstante, en los períodos secos asociados muchas veces con las pautas cada vez más variables de las precipitaciones a raíz del cambio climático, las pendientes pueden estar expuestas a incendios que destruyan los arbustos y provoquen retrocesos catastróficos en los objetivos de adaptación. Por esto, la adaptación basada en el ecosistema debe evaluarse desde el punto de vista del riesgo y la eficacia en función de los costos.

## Notas

1. McGinley, 2007.
2. Vitousek y otros, 1999.
3. Fitzgerald, McCouch y Hall, 2009.
4. Brown, 2002.
5. Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2009.
6. Haberl, 1997.
7. Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005.
8. Lawton y May, 1995.
9. England y otros (2004) estimaron la tasa media de retroceso de los glaciares en 0,1 kiló-

### RECUADRO TEB.3 Extractos de la Declaración de los Derechos de los Pueblos Indígenas

“Todas las iniciativas bajo el plan de Reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal (REDD) deben reconocer e implementar los derechos humanos de los pueblos indígenas, y tomar en cuenta la seguridad de la tenencia de la tierra, su propiedad, el reconocimiento de la titularidad según usos, costumbres y leyes tradicionales, así como los múltiples beneficios del bosque para el clima, los ecosistemas y los pueblos antes de tomar acción alguna” (artículo 5).

“Pedimos financiamiento adecuado y directo dentro de los Estados desarrollados

y en desarrollo para la participación plena y efectiva de los pueblos indígenas en todos los procesos del cambio climático, incluyendo adaptación, mitigación, monitoreo y transferencia de tecnologías adecuadas para fomentar nuestro empoderamiento, capacitación y educación. Recomendamos enfáticamente a todos los órganos relevantes de las Naciones Unidas facilitar y financiar la participación, educación y capacitación de los jóvenes hombres y mujeres indígenas para asegurar la incidencia en todos los procesos nacionales e internacionales relativos al cambio climático” (artículo 7).

“Ofrecemos compartir con la humanidad nuestro conocimiento tradicional, nuestras innovaciones y nuestras prácticas, siempre y cuando nuestros derechos fundamentales como guardianes transgeneracionales de este conocimiento sean plenamente reconocidos y respetados. Reiteramos la necesidad de acciones colectivas urgentes” (párrafo final).

La declaración se presentó durante la Cumbre Mundial de Pueblos Indígenas sobre Cambio Climático celebrada en Anchorage el 24 de abril de 2009.

metros al año hace unos 8.000 años, durante la era glacial, lo que en definitiva limitó la rapidez con que las especies podían migrar hacia los polos.

10. Convención sobre la Diversidad Biológica, 2009; Fischlin y otros, 2007.

11. Foden y otros, 2008.

12. Bode y otros, 2008; Joseph, Maloney y Possingham, 2008; McCarthy y Possingham, 2007.

13. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-World Conservation Monitoring Center (PNUMA-WCMC), 2008.

14. Esta es una forma de intercambio de tierras con un elevado valor para la conservación. Algunos propietarios deciden crear un banco de tierras de ese tipo. Si resulta necesario provocar daños en tierras semejantes de otros lugares, como en las servidumbres de carreteras, los promotores del proyecto deben comprar al banco derechos a la tierra con un valor de conservación equivalente.

15. Heller y Zavaleta, 2009.

16. Welch, 2005.

17. Hannah y otros, 2002; Hannah, Midgley y Miller, 2002.

18. Dudley y Stolton, 1999.

19. Campbell, Haalboom y Trow, 2007.

20. Bandyopadhyay y Tembo, 2009.

21. Smith, Gilmour y Heyward, 2008.

22. Gordon, 2007.

23. FAO, 2003; FAO, 2005; Stiansen y otros, 2005.

24. Halpern, 2003; Harmelin-Vivien y otros, 2008.

25. Lodge y otros, 2007.

26. Cunningham y Bostock, 2005.

27. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2008; Banco Mundial, 2008.

28. Beddington, Agnew y Clark, 2007.

29. FAO, 2003; FAO, 2005; Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES), 2008a; ICES, 2008b.

30. Wunder, Engel y Pagiola, 2008.

31. Brown y otros, 1993; Harris y otros, 2009.

32. Esta sección está basada en material preparado por el Grupo técnico especial de expertos en biodiversidad y cambio climático (2009) para el Convenio sobre la Diversidad Biológica y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

### Referencias

Banco Mundial. 2009. *Los miles de millones hundidos. Justificación económica de la reforma de la pesca*. Bogotá: Banco Mundial, FAO y Mayol Ediciones.

Bandyopadhyay, S. y G. Tembo. 2009. “Household Welfare and Natural Resource Management around National Parks in Zambia”. Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4932, Banco Mundial, Washington, DC.

Beddington, J. R., D. J. Agnew y C. W. Clark. 2007. “Current Problems in the Management of Marine Fisheries”. *Science* 316 (5832): 1713-16.

Bode, M., K. A. Wilson, T. M. Brooks, W. R. Turner, R. A. Mittermeier, M. F. McBride, E. C. Underwood y H. P. Possingham. 2008. “Cost-Effective Global Conservation Spending Is Robust to Taxonomic Group”. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (17): 6498-501.

Brown, S., L. R. Iverson, A. Prasad y L. Dawning. 1993. “Geographical Distribution of Carbon in Biomass and Soils of Tropical Asian Forests”. *Geocarto International* 4: 45-59.

Brown, T. A. 2002. *Genomes*. Oxford: John Wiley & Sons.

Campbell, L. M., B. J. Haalboom y J. Trow. 2007. “Sustainability of Community-Based Conservation: Sea Turtle Egg Harvesting in Ostional (Costa Rica) Ten Years Later”. *Environmental Conservation* 34 (2): 122-31.

Convención sobre la Diversidad Biológica.

2009. *Draft Findings of the Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. Montreal: Convención sobre la Diversidad Biológica.

Cunningham, S. y T. Bostock. 2005. *Successful Fisheries Management. Issues, Case Studies and Perspectives*. Delf, Países Bajos: Eburon Academic Publishers.

Dudley, N. y S. Stolton. 1999. “Conversion of Paper Parks to Effective Management: Developing a Target”. Documento presentado en el taller de trabajo conjunto de la UICN/WWF Forest Innovation Project and the World Commission on Protected Areas en asociación con la Alianza WWF-Banco Mundial y la Campaña de Bosques para la Vida. 14 de junio. Turrialba, Costa Rica.

England, J. H., N. Atkinson, A. S. Dyke, D. J. A. Evans y M. Zreda. 2004. “Late Wisconsinian Buildup and Wastage of the Innuitian Ice Sheet across Southern Ellesmere Island, Nunavut”. *Canadian Journal of Earth Sciences* 41 (1): 39-61.

Evaluación de Ecosistemas del Milenio. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis Report*. Washington, DC: Instituto de Recursos Mundiales.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2003. “The Ecosystem Approach to Fisheries: Issues, Terminology, Principles, Institutional Foundations, Implementation and Outlook”. Documento técnico sobre la industria pesquera 443, FAO, Roma.

———. 2005. *Putting into Practice the Ecosystem Approach to Fisheries*. Roma: FAO.

Fischlin, A., G. F. Midgley, J. T. Price, R. Leemans, B. Gopal, C. Turley, M. D. A. Rounsevell, O. P. Dube, J. Tarazona y A. A. Velichko. 2007. “Ecosystems, Their Properties, Goods and Services”. En *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vul-*

- nerability. *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. M. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Fitzgerald, M. A., S. R. McCouch y R. D. Hall. 2009. "Not Just a Grain of Rice: The Quest for Quality". *Trends in Plant Science* 14 (3): 133-39.
- Foden, W., G. Mace, J.-C. Vie, A. Angulo, S. Butchart, L. DeVantier, H. Dublin, A. Gutsche, S. Stuart y E. Turak. 2008. "Species Susceptibility to Climate Change Impacts". En *The 2008 Review of the IUCN Red List of Threatened Species*, ed. J.-C. Vie, C. Hilton-Taylor y S. N. Stuart. Gland, Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Gitay, H., A. Suárez, R. T. Watson y D. J. Dokken, eds. 2002. *Climate Change and Biodiversity*. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra.
- Gordon, I. J. 2007. "Linking Land to Ocean: Feedbacks in the Management of Socio-Ecological Systems in the Great Barrier Reef Catchments". *Hydrobiologia* 591 (1): 25-33.
- Haberl, H. 1997. "Human Appropriation of Net Primary Production as an Environmental Indicator: Implications for Sustainable Development". *Ambio* 26 (3): 143-46.
- Halpern, B. S. 2003. "The Impact of Marine Reserves: Do Reserves Work and Does Reserve Size Matter?". *Ecological Applications* 13 (1): S117-37.
- Hannah, L., T. Lovejoy, G. Midgley, W. Bond, M. Bush, J. Lovett, D. Scott y F. I. Woodward. 2002. "Conservation of Biodiversity in a Changing Climate". *Conservation Biology* 16 (1): 264-68.
- Hannah, L., G. Midgley y D. Miller. 2002. "Climate Change-Integrated Conservation Strategies". *Global Ecology and Biogeography* 11 (6): 485-95.
- Harmelin-Vivien, M., L. Le Direach, J. Bayle-Sempere, E. Charbonnel, J. A. García-Charton, D. Ody, A. Pérez-Ruzafa, O. Renones, P. Sánchez-Jerez y C. Valle. 2008. "Gradients of Abundance and Biomass across Reserve Boundaries in Six Mediterranean Marine Protected Areas: Evidence of Fish Spillover?". *Biological Conservation* 141 (7): 1829-39.
- Harris, N. L., S. Petrova, F. Stolle y S. Brown. 2009. "Identifying Optimal Areas for REDD Intervention: East Kalimantan, Indonesia, as a Case Study". *Environmental Research Letters* 3:035006, doi:10.1088/1748-9326/3/3/035006.
- Heller, N. E. y E. S. Zavaleta. 2009. "Biodiversity Management in the Face of Climate Change: A Review of 22 Years of Recommendations". *Biological Conservation* 142 (1): 14-32.
- ICES (Consejo Internacional para la Exploración del Mar). 2008a. *ICES Advice Book 9: Widely Distributed and Migratory Stocks*. Copenhagen. Comité asesor del ICES.
- . 2008b. *ICES Insight Issue No. 45*. Copenhagen: ICES.
- Joseph, L. N., R. F. Maloney y H. P. Possingham. 2008. "Optimal Allocation of Resources among Threatened Species: A Project Prioritization Protocol". *Conservation Biology* 23 (2): 328-38.
- Kraft, N. J. B., R. Valencia y D. D. Ackerly. 2008. "Functional Traits and Niche-Based Tree Community Assembly in an Amazonian Forest". *Science* 322 (5901): 580-82.
- Lawton, J. H. y R. M. May. 1995. *Extinction Rates*. Oxford, RU: Oxford University Press.
- Lodge, M. W., D. Anderson, T. Lobach, G. Munro, K. Sainsbury y A. Willock. 2007. *Recommended Best Practices for Regional Fisheries Management Organizations*. Londres: Chatham House for the Royal Institute of International Affairs.
- McCarthy, M. A. y H. P. Possingham. 2007. "Active Adaptive Management for Conservation". *Conservation Biology* 21 (4): 956-63.
- McGinley, M. 2007. *Species Richness*. Washington, DC: Encyclopedia of Earth—Environmental Information Coalition, National Council for Science and Environment.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca y J. Kent. 2000. "Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities". *Nature* 403: 853-58.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2008. *Recommendation of the Council on the Design and Implementation of Decommissioning Schemes in the Fishing Sector*. París: OCDE.
- OMS y FAO (Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2009. "Global and Regional Food Consumption Patterns and Trends". En *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. Ginebra y Roma: OMS y FAO.
- PNUMA-WCMC (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación). 2008. *State of the World's Protected Areas 2007: An Annual Review of Global Conservation Progress*. Cambridge, RU: PNUMA-WCMC.
- Smith, L. D., J. P. Gilmour y A. J. Heyward. 2008. "Resilience of Coral Communities on an Isolated System of Reefs following Catastrophic Mass-Bleaching". *Coral Reefs* 27 (1): 197-205.
- Stiansen, J. E., B. Bogstad, P. Budgell, P. Dalpadado, H. Gjosaeter, K. Hiis Hauge, R. Ingvaldsen, H. Loeng, M. Mauritzen, S. Mehl, G. Ottersen, M. Skogen y E. K. Stenevik. 2005. *Status Report on the Barents Sea Ecosystem 2004-2005*. Bergen, Noruega: Institute of Marine Research (IMR).
- Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco y J. M. Melillo. 1999. "Human Domination of Earth's Ecosystems". *Science* 277 (5325): 494-99.
- Welch, D. 2005. "What Should Protected Area Managers Do in the Face of Climate Change?". *The George Wright Forum* 22 (1): 75-93.
- Wunder, S., S. Engel y S. Pagiola. 2008. "Taking Stock: A Comparative Analysis of Payments for Environmental Services Programs in Developed and Developing Countries". *Ecological Economics* 65 (4): 834-52.



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

**E**l cambio climático afecta ya tanto a los sistemas naturales como a los ordenados por el hombre –bosques, humedales, arrecifes de coral, agricultura, pesca–, que las sociedades necesitan como fuente de alimentos, combustible y fibra y para muchos otros servicios. Reducirá los rendimientos agrícolas en muchas regiones, lo que dificultará todavía más la posibilidad de atender a las crecientes necesidades alimentarias mundiales. El cambio se está produciendo en un momento en que el mundo debe hacer frente a una competencia cada vez mayor por la tierra, el agua, la biodiversidad, la pesca y otros recursos naturales. Al mismo tiempo, las sociedades se verán obligadas a reducir el 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la agricultura, la deforestación,

el cambio del uso de la tierra y la degradación forestal.

Para atender las exigencias contradictorias y reducir la vulnerabilidad al cambio climático, las sociedades deberán compaginar un aumento de la producción de sus recursos naturales con la protección de los mismos. Esto significa una ordenación más eficiente del agua, la tierra, los bosques, las pesquerías y la biodiversidad, a fin de obtener los servicios y los productos que las sociedades necesitan sin provocar nuevos daños mediante una utilización excesiva, la contaminación o la invasión de esos recursos.

El agua tendrá que utilizarse con mayor eficiencia. Para eso, los responsables deben adoptar planteamientos que tengan en cuenta la totalidad de las cuencas hidrográficas y utilizar medios eficientes y flexibles para distribuir el agua teniendo en cuenta las exigencias contradictorias de la cantidad y la calidad para uso humano (energía, agricultura, pesca y consumo urbano) y para contar con unos ecosistemas sanos (bosques, humedales y océanos).

Los países deben conseguir también mejores resultados agrícolas. Los rendimientos de los productos agrícolas clave crecen a un ritmo cada vez más lento desde el decenio de 1960. Los países deberán invertir esa tendencia para que el mundo pueda atender sus necesidades alimentarias a pesar del cambio climático. Los modelos presentan divergencias, pero todos revelan la necesidad de un considerable aumento de la productividad<sup>1</sup>. Dicho aumento no puede conseguirse a expensas del suelo, el agua o la biodiversidad, como se ha hecho con frecuencia en el pasado.

### Mensajes clave

El cambio climático dificultará la producción de alimentos suficientes para una población mundial en crecimiento y modificará los tiempos, la disponibilidad y la calidad de los recursos hídricos. Para evitar la intromisión en ecosistemas ya sometidos a estrés, las sociedades deberán prácticamente duplicar el ritmo actual de crecimiento de la productividad agrícola al mismo tiempo que reducen el daño ambiental correspondiente. Para esto se necesitarán esfuerzos encaminados expresamente a implementar prácticas conocidas pero desatendidas, a identificar las variedades de cultivos capaces de soportar las crisis climáticas, a diversificar los medios de subsistencia rurales, a mejorar la ordenación forestal y a invertir en sistemas de información. Los países deberán cooperar con el fin de ordenar los recursos hídricos y pesqueros compartidos y mejorar el comercio de alimentos. Es importante contar con políticas básicas acertadas, pero también están apareciendo nuevas tecnologías y prácticas. Además, será útil contar con incentivos financieros. Algunos países están reorientando sus subvenciones agrícolas con el fin de respaldar medidas ambientales, y los futuros créditos por el carbono almacenado en árboles y suelos podrían contribuir a los objetivos de reducción de las emisiones y de conservación.

Por esto, los países deberán acelerar las actividades de investigación, reforzar los servicios de extensión y mejorar la infraestructura para que los cultivos puedan llegar al mercado. Pero deben ofrecer también a los agricultores incentivos para reducir las emisiones de carbono procedentes del suelo y la deforestación. Y deben ayudar a los agricultores a protegerse frente a las incertidumbres del clima diversificando las fuentes de ingreso y las características genéticas de los cultivos, e integrar mejor la biodiversidad en el paisaje agrícola.

Para introducir prácticas acertadas en el contexto del cambio climático se necesitará una mejor gestión de la biodiversidad: integración de los hábitats naturales en los paisajes rurales, protección de los humedales y mantenimiento de los servicios de almacenamiento de agua ofrecidos por los acuíferos. Cada vez más, los países están utilizando técnicas que mejoran la productividad del suelo y el agua. Pero estas innovaciones sólo darán frutos si las decisiones están basadas en un análisis intersectorial sólido y únicamente si los usuarios tienen los incentivos adecuados, resultantes de las políticas, las instituciones y la situación del mercado.

Muchos recursos naturales son transfronterizos. A medida que el cambio climático obstaculice la gestión de los recursos y que el crecimiento demográfico aumente la demanda, los países deberán cooperar más intensamente en la ordenación de las aguas, bosques y pesquerías internacionales. Todos los países recurrirán con mayor frecuencia al mercado agrícola internacional y, en consecuencia, se beneficiarán de las medidas –desde la gestión de existencias hasta las técnicas de adquisición más competitivas y la logística aduanera y portuaria– que hacen que el comercio de alimentos sea más fiable y eficiente.

El cambio climático eleva el valor de la información sobre los recursos naturales. La información –tradicional y nueva, internacional y local– pagará mayores dividendos en un contexto de clima variable y más incierto, que supone mayores riesgos y una mayor complejidad de las decisiones. La información es un instrumento valioso para la ordenación de los recursos, la producción de alimentos y el comercio. Si las sociedades generan información fiable sobre sus recursos y consiguen transmitirla a quienes pueden utilizarla, desde los organismos encargados de las cuencas fluviales internacionales hasta los agricultores en sus tierras, todos ellos podrán

adoptar decisiones con mejor conocimiento de causa.

Muchas de esas soluciones, propuestas desde hace tiempo en las publicaciones sobre los recursos naturales, han avanzado con lentitud exasperante hasta su aprovechamiento real. Pero tres nuevos factores, todos relacionados con el cambio climático, podrían ofrecer nuevos incentivos. En primer lugar, se prevé que los precios de los alimentos suban como consecuencia de un mayor número de crisis relacionadas con el clima y de una demanda creciente. La subida de los precios de los alimentos debería estimular la innovación como medio de aumentar la productividad. En segundo lugar, quizá sea posible ampliar los mercados del carbono para pagar a los agricultores a fin de que almacenen carbono en el suelo. Esta medida incentivaría la conservación de los bosques y la adopción de técnicas agrícolas más sostenibles. Las técnicas no se han comprobado todavía en la escala necesaria, pero el potencial es enorme, y los beneficios adicionales para la productividad agrícola y la lucha contra la pobreza son considerables. Con un precio del carbono lo bastante elevado, las reducciones de las emisiones en el sector agrícola podrían equipararse a las reducciones en el sector energético (véase el “Panorama general”, recuadro 8)<sup>2</sup>. En tercer lugar, los países podrían adoptar nuevas formas de apoyo a la agricultura. Los países ricos asignan a ese fin US\$258.000 millones anuales<sup>3</sup>, más de la mitad de los cuales dependen únicamente del volumen de los cultivos producidos o de los insumos utilizados. A pesar de las dificultades políticas existentes, los países están comenzando a modificar las condiciones de esas subvenciones para alentar la aplicación en gran escala de prácticas con un enfoque climático inteligente.

En este capítulo se examina en primer lugar qué se puede hacer en el plano nacional para aumentar la productividad de la agricultura y la pesca al mismo tiempo que se protegen de manera más eficaz los recursos naturales. Luego se considera qué se puede hacer para respaldar los esfuerzos nacionales, con especial insistencia en la cooperación internacional y el papel fundamental de la información en el plano tanto mundial como local. Más adelante se analiza la forma de cambiar los incentivos a fin de acelerar la aplicación de prácticas beneficiosas y ayudar a los países a compaginar la necesidad de mayor producción con una mejor protección de los recursos naturales.



## Sentar las bases para la ordenación de los recursos naturales

Son muchas las publicaciones que recomiendan el fortalecimiento de las condiciones normativas institucionales que influyen en la gestión de la agricultura, la acuicultura y otros ecosistemas sanos. Varias medidas pueden aumentar la productividad en todos los sectores, al mismo tiempo que protegen la salud ecológica a largo plazo. Ninguno de esos planteamientos funciona por sí solo. Todos requieren el apoyo mutuo para poder funcionar con eficacia, y el cambio en uno de ellos puede modificar todo el sistema.

Hay varios temas que se repiten en los distintos sectores, climas y grupos de ingreso.

- Los *instrumentos innovadores de toma de decisiones* permiten a los usuarios determinar los efectos de diferentes medidas en los recursos naturales.
- *La investigación y el desarrollo* que producen nuevas tecnologías y las adaptan a las condiciones locales pueden mejorar la gestión de los recursos, lo mismo que los servicios de asesoramiento pueden ayudar a los usuarios a aprender acerca de las opciones disponibles para ellas.
- Los *derechos de propiedad* incentivan a los usuarios a proteger sus recursos o invertir en ellos.
- La *fijación de precios de los recursos* de tal manera que refleje plenamente su valor incentiva su utilización eficiente.
- Los *mercados bien regulados* son importantes para muchas funciones relacionadas con la agricultura y los recursos naturales; la infraestructura es también fundamental para que los productores puedan tener acceso eficaz a esos mercados.
- Las *instituciones sólidas* son importantes para fijar y aplicar las normas.
- La *información*, en todos los niveles, permite a los usuarios y administradores tomar decisiones más acertadas.

Estos principios básicos se aplican al agua, la agricultura y la pesca, como se examina en el presente capítulo.

Para comprender cómo repercuten estos factores en los incentivos de una comunidad concreta, es ilustrativo el ejemplo de los agricultores de las llanuras de la cuenca fluvial del río Oum Er Rbia, en Marruecos. Los ingenieros han diseñado un sistema viable de riego por goteo que permitiría a estos agricultores

generar mayores ingresos con el agua que reciben (aumentado los rendimientos o introduciendo cultivos de mayor valor). Los economistas consideran que será rentable. Los hidrólogos han calculado cuánta agua pueden asignar a esos agricultores sin descuidar las necesidades ambientales. Los sociólogos han hablado con los agricultores y comprobado que el 80% de ellos desean invertir en esta tecnología. Los especialistas en comercialización han conversado con los elaboradores de productos agrícolas que desean comprar los nuevos cultivos. Y el gobierno está dispuesto a pagar una parte considerable. Pero, incluso en este caso, resulta increíblemente difícil poner las cosas en marcha.

No vale la pena invertir en nuevas tuberías mejoradas entre la represa y las explotaciones hasta que la mayoría de los agricultores instalen en sus fincas el sistema de riego por goteo. Por su parte, los agricultores no efectuarán un depósito para la adquisición de los sistemas de goteo a no ser que estén convencidos de que las nuevas tuberías se van a instalar realmente y va a llegar el agua. Necesitan también información sobre la manera de utilizar los nuevos sistemas. El organismo de riego, utilizado para ofrecer asesoramiento a los agricultores, ha comenzado a subcontratar los servicios de asesoramiento a empresas privadas. Deberá encontrar, contratar y supervisar a esas empresas, tareas que requieren aptitudes muy diferentes. Y los agricultores deberán tener confianza también en estos nuevos asesores.

Los cultivos que los agricultores elijan están determinados en parte por las medidas gubernamentales de sostenimiento de los precios del azúcar y el trigo, que reducen los incentivos a adoptar otros cultivos, como las frutas y hortalizas de valor más elevado. Si los acuerdos comerciales internacionales facilitan el acceso a un mercado fiable para los nuevos cultivos, los agricultores quizá opten por el cambio. Por otro lado, si no hay carreteras de calidad, sistemas de transporte refrigerado e instalaciones de envasado de tecnología avanzada, las frutas y hortalizas se estropearán antes de llegar a su destino.

Si los nuevos servicios de asesoramiento son de buena calidad, los agricultores aprenderán a conseguir mayores ingresos optando por la producción de frutas y hortalizas para la exportación. Los servicios de extensión les ayudarán también a organizarse y a mantener relaciones con los compradores europeos. La nueva infraestructura (básculas fiables, instalaciones de almacenamiento en frío)

permitirán asumir el riesgo que implica un cambio de cultivo. Si los agricultores pueden recibir información de calidad sobre los efectos de sus acciones en su acuífero, quizá decidan colectivamente utilizar el agua en forma más responsable. Si el organismo encargado de la cuenca fluvial tiene nuevos instrumentos de planificación, puede asignar el agua con mayor eficacia en función de las prioridades de los diferentes usuarios, con inclusión del medio ambiente. A largo plazo, las nuevas iniciativas que fijan el precio del carbono del suelo o modifican la asignación del agua pueden ser un incentivo para que los agricultores utilicen diferentes técnicas de gestión de los suelos. Cada paso del proceso es viable y, a la larga, redundará en beneficio de todos. El problema está en coordinar los esfuerzos de un gran número de instituciones y en seguir manteniendo una perspectiva de largo plazo.

Los recursos naturales no pueden gestionarse por separado, sobre todo en el contexto del cambio climático. Se necesitan nuevos procedimientos para situar el agua, la agricultura, los bosques y las pesquerías en un contexto más amplio, con una red de resultados conexos. En algunas comunidades, los agricultores han comenzado a moderar el uso de los fertilizantes para proteger los ecosistemas acuáticos, y los responsables de las pesquerías están examinando los efectos que la limitación de las capturas de una especie puede tener en otras. Estos instrumentos de ordenación reciben nombres muy diversos: gestión basada en el ecosistema, gestión integrada de la fertilidad de los suelos, gestión adaptativa, etc. En cualquier caso, todos ellos tienen características comunes: coordinan un número mayor de variables (paisajes más amplios, marcos temporales más prolongados y aprendizaje mediante la experiencia) que los enfoques tradicionales. Asimismo, insisten en la necesidad de información fiable acerca de los recursos gestionados a fin de tener la certeza de que las recomendaciones son precisas, válidas para un lugar específico y adaptables a nuevas condiciones. El cambio climático, al aumentar la viabilidad del clima, hará que las respuestas de los ecosistemas sean menos previsibles; los administradores de los recursos deberán responder a esa incertidumbre con planes sólidos que consideren los posibles resultados de múltiples medidas en condiciones muy diversas.

La gestión adaptativa (véase el capítulo 2) deberá aplicarse en todos los niveles de la gestión de los recursos. Cada uno de los

agricultores puede supervisar su suelo a fin de acomodar el uso de fertilizantes a las condiciones locales del suelo, el agua, el clima y los cultivos, sin provocar daños en los ecosistemas. Las comunidades rurales pueden adaptar su selección de cultivos al volumen disponible de agua que puede extraerse sin peligro del subsuelo año tras año, y recurrir al acuífero únicamente como seguro frente a la sequía. Las autoridades pueden utilizar instrumentos de toma de decisiones robustas para concertar acuerdos internacionales más sólidos para el intercambio de recursos. En este capítulo se presenta información detallada sobre la aplicación de los nuevos instrumentos y tecnologías para la ordenación del agua, la agricultura y la pesca y se propone un planteamiento sistémico para hacer frente al cambio climático en esos tres sectores.

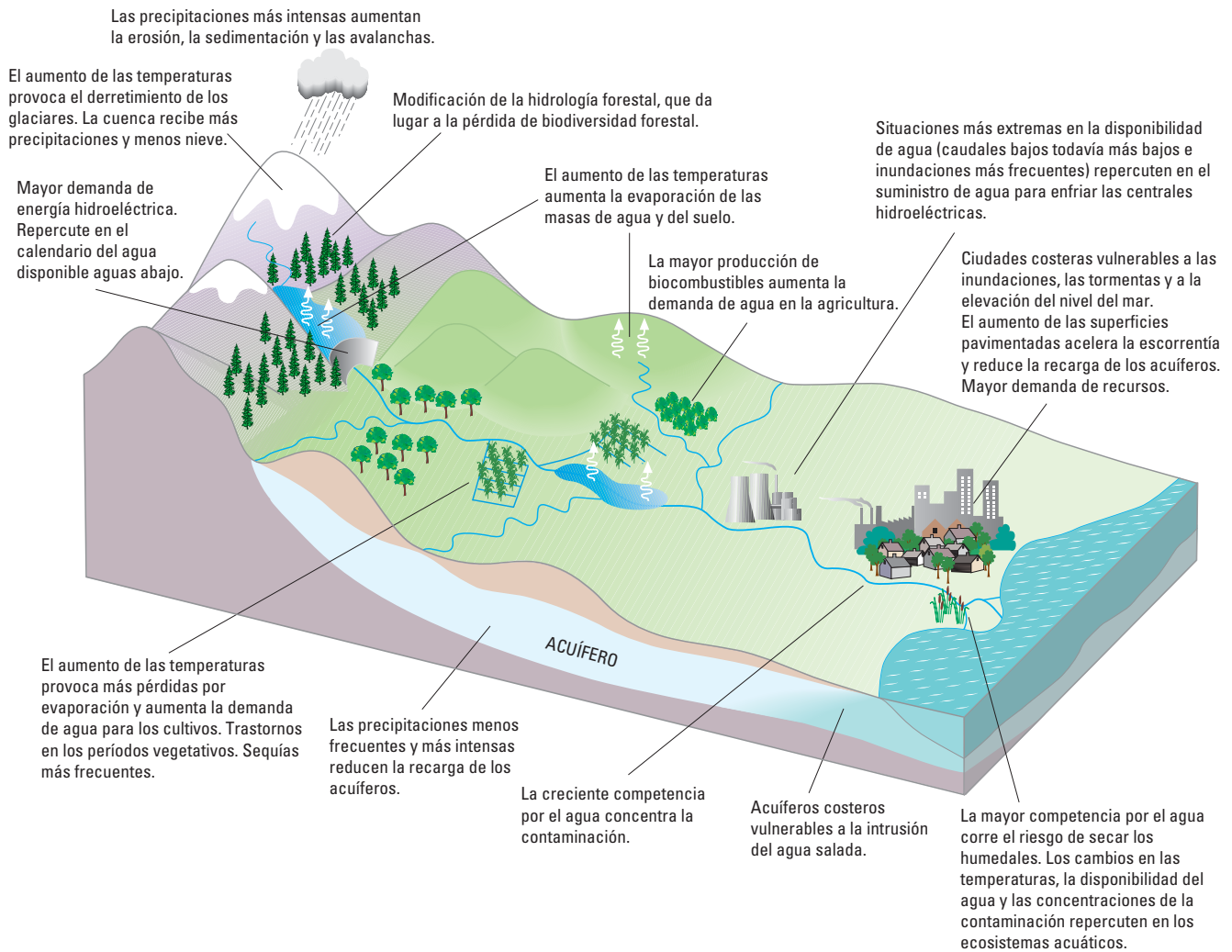
### **Sacar más partido del agua y protegerla mejor**

#### *El cambio climático dificultará la ordenación del agua en el mundo*

*Muchas personas experimentarán los efectos del cambio climático a través del agua, cuyo ciclo se verá afectado en su totalidad (gráfico 3.1). Si bien el conjunto del mundo será más húmedo a medida que el calentamiento acelere el ciclo hidrológico, la creciente evaporación aumentará la prevalencia de la sequía (mapa 3.1). La mayoría de los lugares tendrán precipitaciones más intensas y variables, muchas veces entremezcladas con períodos secos más largos (mapa 3.2)<sup>4</sup>. Los efectos en la actividad humana y los sistemas naturales serán de gran alcance. Zonas que ahora dependen de los glaciares y del derretimiento de la nieve tendrán inicialmente más agua dulce, pero el suministro disminuirá luego con el paso del tiempo<sup>5</sup>. Los cambios pueden ser tan rápidos e imprevisibles que las prácticas tradicionales de explotación agrícola y gestión de los recursos hídricos quizá hayan perdido validez. Así ocurre ya con las comunidades indígenas de la Cordillera Blanca en Perú, donde los agricultores están experimentando cambios tan rápidos que sus prácticas tradicionales ya no les sirven. El gobierno y los científicos están comenzando a colaborar con ellos para tratar de encontrar nuevas soluciones<sup>6</sup>.*

*El mayor conocimiento del agua en todo el mundo mejorará la ordenación. Para una*

**Gráfico 3.1 El cambio climático en una cuenca fluvial típica se acusará en todo el ciclo hidrológico**



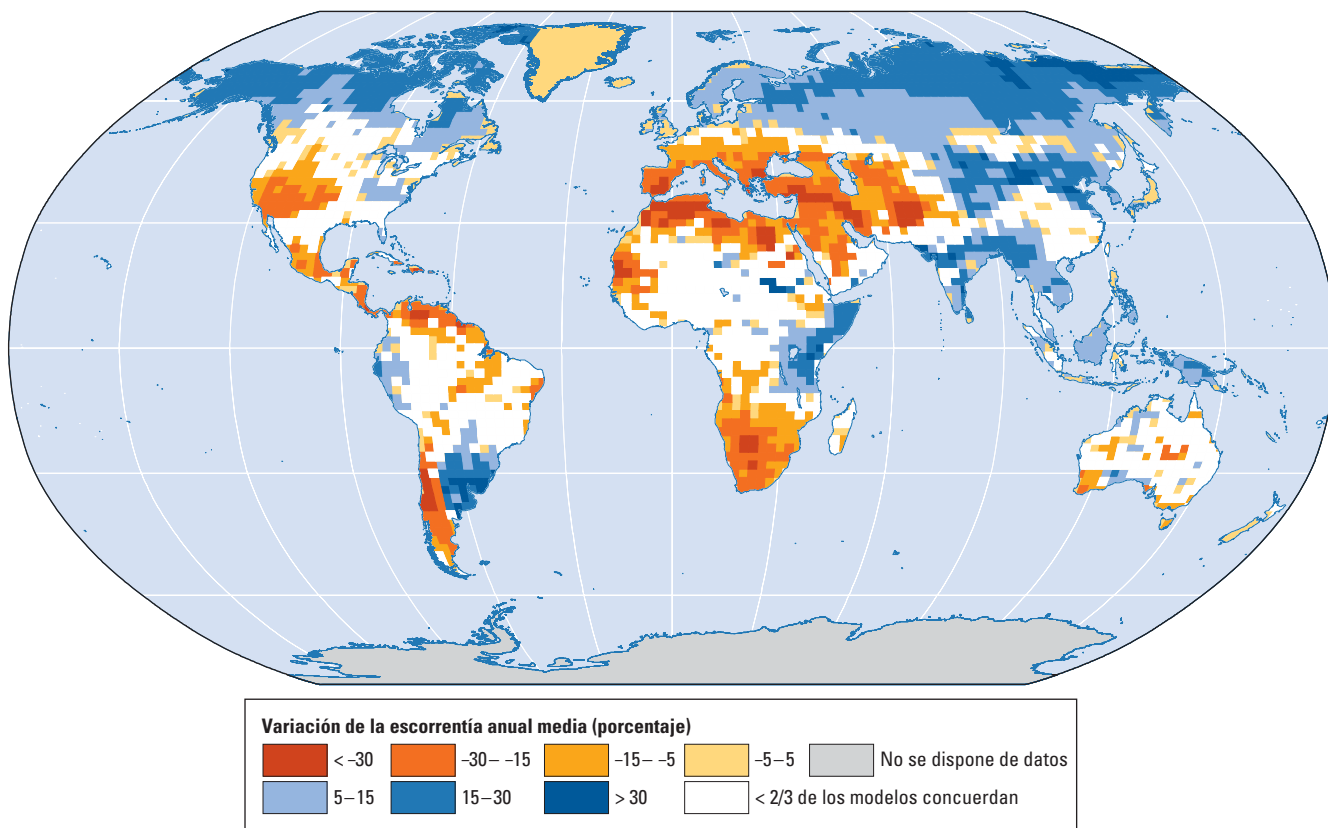
Fuentes: equipo del IDM, basado en Banco Mundial, de próxima aparición; Bates y otros, 2008.

ordenación adecuada del agua es fundamental saber de cuánta se dispone en una cuenca determinada y para qué se utiliza. Parece una propuesta sencilla, pero no lo es. En el *Informe mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos* de las Naciones Unidas se afirma lo siguiente: “Pocos países saben realmente cuánta agua se está utilizando y con qué fin, cuál es el volumen y calidad del agua disponible y qué puede retirarse sin graves consecuencias ambientales ni cuánto se está invirtiendo en la infraestructura del agua”<sup>7</sup>. La contabilidad del agua es compleja. Las definiciones y los métodos varían, y hay confusión general. Por ejemplo, el Instituto del Pacífico consideraba que los recursos hídricos renovables anuales de la República Árabe de Egipto en 2007 eran de 86,8 kilómetros cúbicos,

mientras que según Earthtrends serían 58 kilómetros cúbicos. Ambos informes citan la misma fuente de información. La confusión procede de las diferentes interpretaciones del término uso (en la cifra más elevada se incluye el reaprovechamiento del agua dentro de Egipto, que no se considera en la cifra más baja)<sup>8</sup>.

El planeta contiene un volumen fijo de agua, cuya forma y ubicación varía en el espacio y en el tiempo<sup>9</sup>. El hombre tiene poco control sobre la mayoría de esos recursos: agua salada en los océanos, agua dulce en los glaciares, agua en la atmósfera. La mayor parte de la inversión se concentra en el agua de los ríos y lagos, pero la humedad del suelo y el agua subterránea representan más del 98% del agua dulce disponible en el mundo (gráfico

Mapa 3.1 Según las proyecciones, la disponibilidad de agua cambiará dramáticamente para mediados del siglo XXI en muchos lugares del mundo



Fuente: Milly y otros, 2008; Milly, Dunne y Vecchia, 2005.

Nota: los colores indican los cambios porcentuales de los valores anuales de la escorrentía (basados en la mediana de 12 modelos climáticos mundiales que utilizan la situación hipotética SRES A1B del IPCC) entre 2041 y 2060, en comparación con 1900-1970. El color blanco indica las áreas donde menos de dos tercios de los modelos están de acuerdo en que la escorrentía aumentará o disminuirá. La escorrentía es igual a la precipitación menos la evaporación, pero los valores indicados en este caso son promedios anuales, lo que podría enmascarar la variabilidad estacional de las precipitaciones, por ejemplo, un aumento tanto de las inundaciones como de las sequías.

3.2)<sup>10</sup>. Muchos se preocupan por el volumen de agua potable disponible, sin caer en la cuenta de que el mayor consumo humano de agua corresponde claramente a la agricultura. Cada día, una persona bebe entre 2 y 4 litros de agua pero consume alimentos para cuya producción se necesitan entre 2.000 y 5.000 litros de agua<sup>11</sup>. Estos promedios enmascaran una heterogeneidad considerable. En algunas cuencas hidrográficas, predomina el uso industrial y urbano, y cada vez será mayor el número de cuencas que se encuentran en esa situación, dado el ritmo del crecimiento urbano<sup>12</sup>.

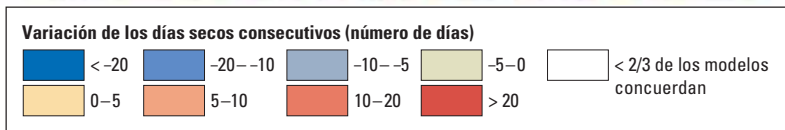
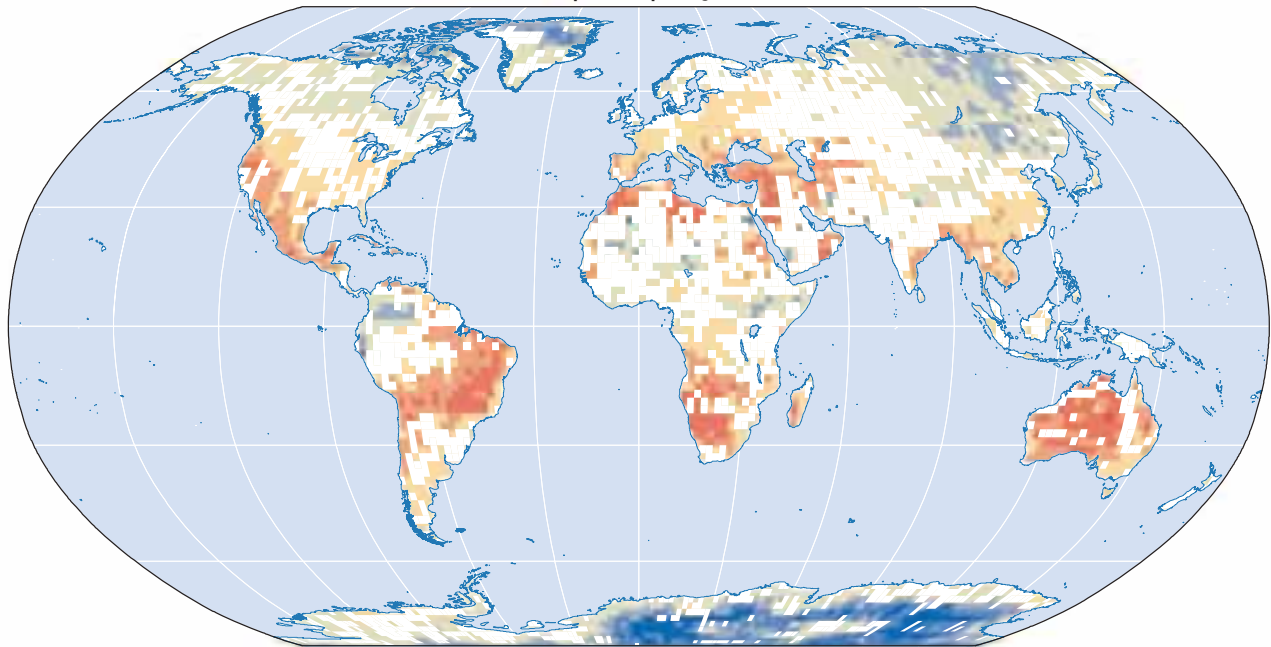
El cambio climático reducirá el almacenamiento natural de agua procedente de la nieve y los glaciares, lo que a su vez repercutirá en el almacenamiento de los acuíferos y obligará a los responsables del agua a diseñar y organizar los embalses de diferente manera. Además, deberán gestionar el ciclo completo del agua. No pueden ya limitarse a la pequeña

parte del agua de los ríos y lagos y dejar que los propietarios de tierras gestionen el agua subterránea y la humedad del suelo. En muchas cuencas se registrará simultáneamente un aumento de la demanda, una merma de la disponibilidad y una mayor variabilidad. Los responsables del agua de esos lugares tendrán menos margen de maniobra si sus decisiones no pueden aplicarse a resultados diversos. Existen instrumentos para ayudar a las sociedades a hacer frente a esos cambios. Van desde la reforma normativa a los protocolos de toma de decisiones, y desde las tecnologías de recopilación de datos hasta el diseño de nuevas infraestructuras.

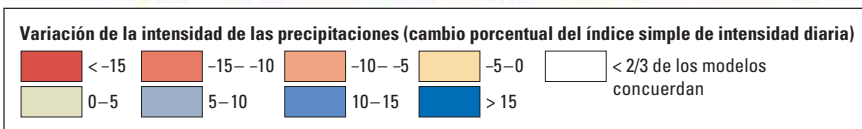
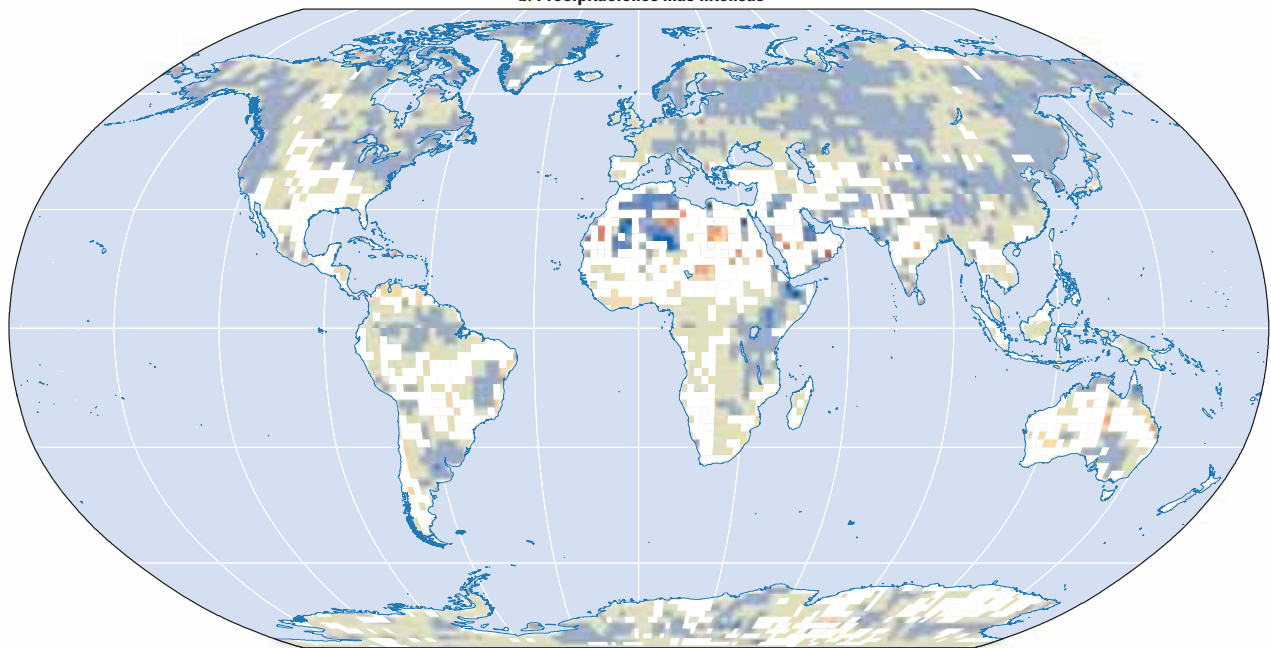
Debido a los efectos del cambio climático en las pautas hidrológicas, el pasado no puede utilizarse ya como guía para las futuras condiciones hidrológicas. Por esto, como otros administradores de los recursos naturales, los ingenieros hidrólogos están elaborando nuevos instrumentos que tienen en cuenta los

**Mapa 3.2 El mundo conocerá períodos de sequía más prolongados y precipitaciones más intensas**

**a. Sequías más prolongadas**



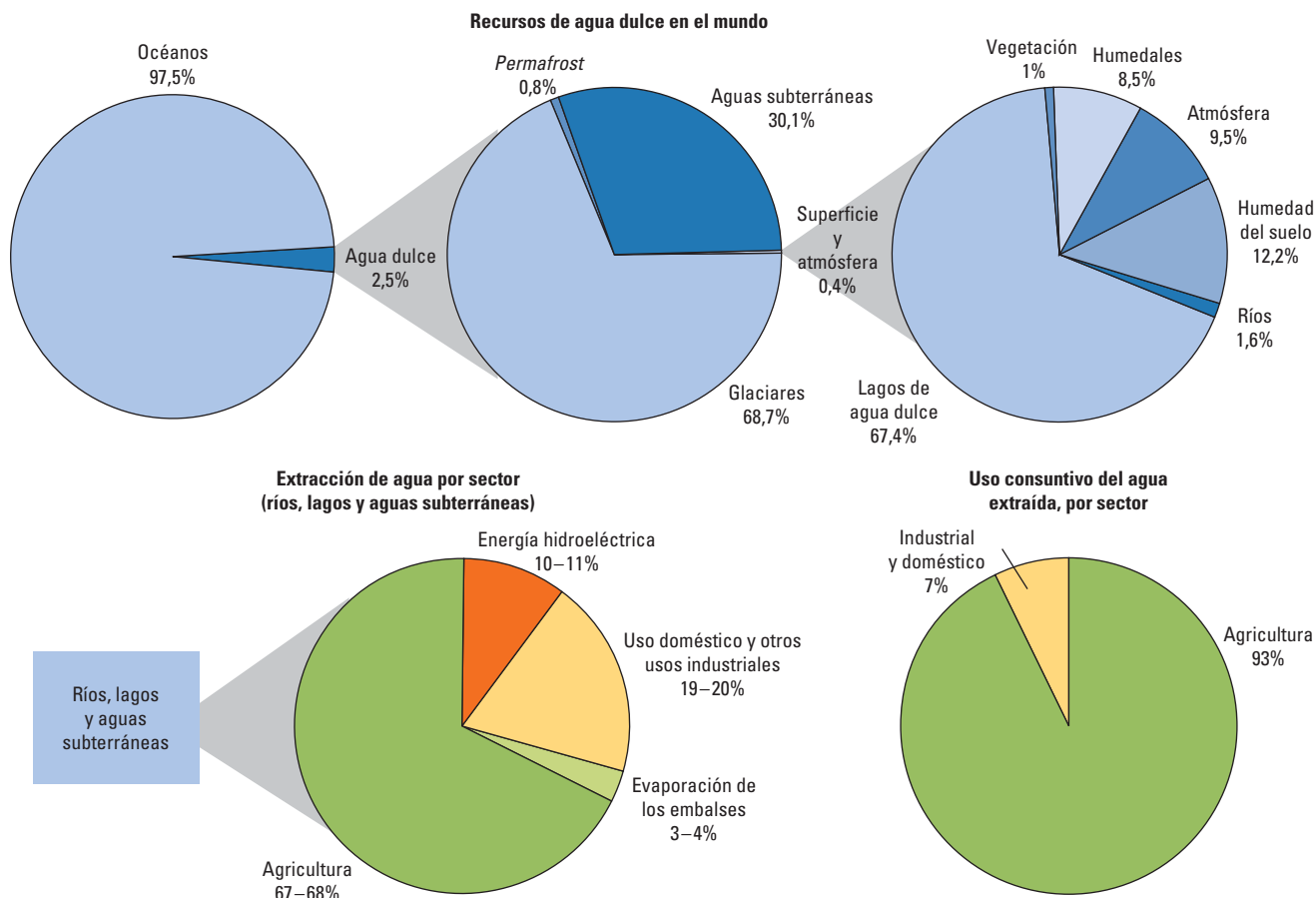
**b. Precipitaciones más intensas**



Fuente: The World Climate Research Program CMIP3 Multi-model Database ([http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/about\\_ipcc.php](http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/about_ipcc.php)). Análisis del Banco Mundial.

Nota: los mapas indican la variación mediana (basada en ocho modelos climáticos que utilizan la situación hipotética SRES A1B) de los valores anuales en 2030-2049, en comparación con 1980-1999. Se entiende por día "seco" un día con menos de 1 milímetro de precipitaciones, mientras que un día "lluvioso" es el que registra más de 1 milímetro de precipitación. La intensidad de las precipitaciones (o índice simple de intensidad diaria) es el total de las precipitaciones anuales proyectadas dividido por el número de días "lluviosos". Los espacios en blanco corresponden a las zonas de fuerte discrepancia del modelo (menos de dos tercios de los modelos concuerdan en el signo del cambio).

**Gráfico 3.2 El agua dulce de los ríos representa una parte muy pequeña del total de agua disponible en el planeta, cuyo uso está dominado por la agricultura**



Fuente: Shiklomanov, 1999; Shiklomanov y Rodda, 2003; Vassolo y Döll, 2005.

Nota: cuando las personas usan el agua, influyen en el volumen, calendario o calidad de ésta disponible para otros usos. El agua para uso humano normalmente significa una actividad de extracción de la de lagos, ríos o subterráneas y su consumo de tal manera que se reincorpore luego a la parte atmosférica del ciclo hidrológico o regrese a la cuenca hidrológica. Cuando los cultivos de regadío utilizan el agua, se trata de un uso consuntivo: no puede utilizarse en otros lugares de la cuenca. Por el contrario, la liberación de agua de una cuenca para mover turbinas hidroeléctricas es un uso no consuntivo, ya que el agua puede ser utilizada aguas abajo, aunque no necesariamente en el momento oportuno. Las extracciones realizadas para los suministros municipales son fundamentalmente de tipo no consuntivo, pero si el agua que regresa no está debidamente tratada se ve afectada su calidad aguas abajo.

efectos en diversas escalas y marcos temporales para ayudar a evaluar las soluciones de compromiso y tomar decisiones que sean aplicables en un futuro incierto (recuadro 3.1)<sup>13</sup>.

**El cambio climático aumentará la importancia de la aplicación y observancia de políticas acertadas sobre el agua**

*La asignación eficiente del agua y la limitación del consumo de ésta a niveles sin riesgo serán cada vez más importantes en el contexto del cambio climático.* Cuando el agua escasea, los usuarios individuales pueden consumir demasiada, lo que significa que algunos se quedarían sin agua o se perjudicaría a los ecosistemas y a los servicios que ofrecen.

Cuando el consumo en una cuenca hidrográfica supera el volumen de agua disponible, los usuarios deben consumir menos, y el agua debe compartirse de acuerdo con determinados procesos o principios. Las autoridades tienen dos opciones: pueden establecer normas sobre cantidades fijas para determinados usuarios y exigir su cumplimiento, o pueden utilizar los precios para alentar a los usuarios a recortar el consumo e incluso a realizar intercambios entre ellos. En cualquier caso, el diseño y aplicación de políticas acertadas requieren una información precisa e instituciones sólidas.

Las asignaciones cuantitativas son las más frecuentes, y es difícil acertar con ellas. Sudáfrica tiene uno de los planes más sofisticados, aunque se trata de un proyecto todavía

### RECUADRO 3.1 *Toma de decisiones robustas: una nueva manera de gestionar los recursos hídricos*

El proceso tradicional de toma de decisiones en situaciones de incertidumbre utiliza las distribuciones de probabilidad para clasificar las diferentes opciones, teniendo en cuenta las condiciones de riesgo del pasado. Pero este planteamiento es insuficiente cuando quienes deben tomar la decisión no saben o no pueden llegar a un acuerdo sobre qué relación hay entre las medidas y sus consecuencias, cuál es la probabilidad de que se produzcan los distintos eventos o cómo deben evaluarse los resultados diferentes. Como se observa en el capítulo 2, una alternativa es la toma de decisiones robustas. Se entiende por estrategias robustas las que funcionan mejor que las alternativas en una amplia serie de circunstancias futuras plausibles. Están tomadas de los modelos de simulación con computadora que no prevén el futuro sino que crean grandes conjuntos de futuros plausibles para identificar posibles estrategias robustas y evaluar sistemáticamente su desempeño. El proceso no elige una solución óptima; encuentra más bien la estrategia

que reduce la vulnerabilidad a una serie de posibles riesgos.

La Inland Empire Utilities Agency de California meridional ha utilizado esta técnica para responder a los efectos del cambio climático en su plan a largo plazo de ordenación de los recursos hídricos urbanos. En primer lugar, el organismo obtuvo proyecciones probables sobre el clima regional combinando los resultados de 21 modelos climáticos. Junto con un modelo de simulación de gestión de los recursos hídricos, centenares de situaciones hipotéticas exploraron diversos supuestos sobre el futuro cambio climático, la cantidad y disponibilidad de agua subterránea, el desarrollo urbano, los costos de los programas y el costo de la importación de agua. Luego, el organismo calculó el valor actualizado de los costos de las diferentes maneras de suministro de agua en las 200 situaciones. Rechazaron toda estrategia con costos superiores a US\$3.750 millones a lo largo de 35 años. El análisis del descubrimiento de situaciones hipotéticas llegó a la conclusión

de que los costos serían inaceptables si se daban tres circunstancias al mismo tiempo: considerables descensos de las precipitaciones, grandes cambios en el precio de las importaciones de agua y reducciones de la infiltración natural en la cuenca de aguas subterráneas.

El objetivo del proceso es reducir la vulnerabilidad del organismo si esas tres circunstancias se producen al mismo tiempo. El organismo identificó nuevas respuestas de gestión, en particular el aumento de la eficiencia en el uso del agua, la captación de más agua pluvial para la reposición de las subterráneas, el reciclado y la importación de más agua en los años lluviosos de manera que en los años secos pudiera extraerse más agua subterránea. Observó que, si se emprendían todas esas medidas, los costos no superarían casi nunca el umbral de los US\$3.750 millones.

*Fuente:* Groves y otros, 2008; Groves y Lempert, 2007; Groves, Yates y Tebaldi, 2008.

en preparación. Su Ley nacional del agua de 1998 estipula que ésta es un bien público y no puede ser de propiedad privada<sup>14</sup>. Todos los usuarios deben registrar y pagar el uso del agua, y obtener una licencia pertinente, incluso cuando se trata de aguas de ríos o subterráneas extraídas por cuenta propia. La *reducción del caudal de un curso de agua* es una categoría de su uso, lo que significa que los propietarios de plantaciones forestales deben solicitar una licencia lo mismo que quienes utilizan el agua para actividades de riego o para el abastecimiento de una ciudad. Hasta ahora sólo se han incluido en esa categoría las plantaciones forestales, pero podrían llegar a incluirse también la agricultura de secano o las técnicas de captación del agua. La consideración de la silvicultura como una forma de uso del agua hace que el uso de la tierra compita directamente con otros usuarios del agua. El derecho al agua sólo está garantizado para las reservas ecológicas o para hacer posible que cada persona tenga al menos 25 litros diarios para atender las necesidades humanas básicas<sup>15</sup>.

El precio del agua se fija casi por debajo de su valor, lo que hace que los usuarios tengan poco incentivo para utilizarla con eficiencia<sup>16</sup>. Casi todos los estudios coinciden

en proponer instrumentos económicos para reducir la demanda<sup>17</sup>. El cobro de los servicios relacionados con el agua (riego, agua potable, recogida y tratamiento de las de desecho) puede recuperar también el costo de la prestación de servicios y el mantenimiento de la infraestructura<sup>18</sup>.

La influencia de los precios en la demanda varía en los diferentes tipos de uso del agua. En el caso del agua municipal, los precios suelen ser un medio eficaz de reducir la demanda, sobre todo cuando se combinan con la comunicación con los usuarios. Cuando el precio es elevado, muchos servicios y usuarios arreglan las fugas y utilizan sólo el agua que necesitan<sup>19</sup>. Pero, dado que el consumo urbano representa sólo por término medio el 20% de las extracciones de agua, los efectos en el uso total son limitados (gráfico 3.2). Además, dado que el uso municipal es fundamentalmente no consuntivo, el impacto de la reducción del uso de agua en las ciudades no contribuye demasiado a aumentar su disponibilidad en otros lugares de la cuenca.

En cuanto al riego –uso consuntivo–, la práctica de fijación de precios resulta más compleja. En primer lugar, el volumen de agua realmente consumido es difícil de cuantificar. En segundo lugar, la experiencia demuestra

que los agricultores no reducen el consumo hasta que el precio es varias veces superior al costo de prestación del servicio. No obstante, la mayoría de los países consideran políticamente inaceptable cobrar mucho más de lo necesario para recuperar los costos de explotación. En tercer lugar, una subida demasiado pronunciada del precio del agua superficial alentará a todo agricultor que pueda perforar para llegar a un acuífero a utilizar el agua subterránea, con lo que el problema del uso excesivo se modificaría pero no se eliminaría<sup>20</sup>.

En la mayoría de los países el Estado u otro propietario del agua cobra al organismo encargado del riego o de los servicios públicos de la ciudad el agua extraída del río o el acuífero. Es lo que se conoce con el nombre de agua a granel. Por diversas razones técnicas y políticas son pocos los países donde su precio es lo bastante elevado como para influir en la asignación de los recursos entre los diferentes usos posibles<sup>21</sup>. De hecho, ningún país asigna el agua superficial en función del precio<sup>22</sup>, pero Australia está avanzando en esa dirección<sup>23</sup>. Aunque distan mucho de ser claras, las cuotas fijas de la cantidad combinada de agua superficial y subterránea asignada al riego o, mejor, el volumen de agua efectivamente consumido (evapotranspiración) parecen ser política y administrativamente más realistas que la fijación de precios para limitar el uso consuntivo total<sup>24</sup>.

*Los derechos de aguas negociables podrían mejorar la gestión del agua a largo plazo pero no son opciones realistas a corto plazo en la mayoría de los países en desarrollo.* Esos derechos pueden conseguir que la asignación del agua sea más eficiente y compensar a las personas que renuncian a su consumo de agua<sup>25</sup>. Hay planes oficiales de derechos de agua negociables en Australia, Chile y Sudáfrica y en el oeste de los Estados Unidos. En Australia, las evaluaciones indican que la negociación de esos derechos ha ayudado a los agricultores a resistir las sequías y ha estimulado la innovación y la inversión sin intervención gubernamental.

Por otro lado, los detalles del diseño repercuten enormemente en el éxito de la empresa, y el establecimiento de las instituciones necesarias es un proceso prolongado. Hicieron falta decenios para desarrollar esta capacidad en Australia, país con una larga historia de buen gobierno, donde se educó y acostumbró a los clientes a seguir las normas, y donde en general las normas de asignación estaban

vigentes y se aplicaban antes de que se estableciera el sistema de derechos<sup>26</sup>. Los países que permiten el comercio del agua cuando no tienen capacidad institucional para imponer las cuotas asignadas a cada usuario suelen aumentar considerablemente el exceso de extracción (recuadro 3.2).

El cambio climático, que hace menos previsibles los recursos futuros de agua, complica la tarea ya ardua de establecer derechos de agua negociables<sup>27</sup>. Incluso con un clima estable, los organismos sofisticados tienen dificultades para determinar por adelantado cuánta agua se puede asignar sin peligro a los diferentes usuarios, y cuánta debería reservarse con fines ambientales<sup>28</sup>. Por no tener debidamente en cuenta algunos usos (como la silvicultura de plantación y la vegetación natural) o algunos cambios en el comportamiento de los usuarios, los planes de Australia y Chile asignaron derechos sobre más agua de la realmente disponible. Tuvieron que iniciar un doloroso proceso de reasignación o reducción de las asignaciones<sup>29</sup>. Los mercados debidamente regulados de cantidades fijas de agua son un buen objetivo a largo plazo, pero la mayoría de los países en desarrollo deben adoptar una serie de medidas intermedias fundamentales antes de introducir dicho sistema<sup>30</sup>.

### *El cambio climático obligará a invertir en nuevas tecnologías y a mejorar la aplicación de las ya existentes*

*El almacenamiento de agua puede ser un recurso frente a una variabilidad cada vez mayor.* El almacenamiento en ríos, lagos, suelos y acuíferos es un aspecto clave de toda estrategia para gestionar la variabilidad, tanto por lo que respecta a las sequías (almacenamiento de agua para su uso en períodos secos) como a las inundaciones (mantener cierta capacidad de almacenamiento del agua excedente). Dado que el cambio climático reducirá el almacenamiento natural en forma de hielo y nieve y en los acuíferos (ya que disminuirá su recarga), muchos países necesitarán aumentar el almacenamiento artificial.

Los planificadores del agua deberán considerar todas las opciones de almacenamiento. El agua almacenada puede utilizarse más eficientemente gestionando la cobertura terrestre, en particular mediante una mejor productividad de la agricultura de secano. La ardua tarea de gestión del agua subterránea será más importante a medida que el agua superficial sea menos fiable. El agua



### RECUADRO 3.2 Peligros de establecer un mercado para los derechos del agua antes de la puesta en marcha de estructuras institucionales

Un examen basado en la experiencia australiana concluye que “considerando el pasado y las experiencias más recientes, cada vez es más clara [...] la necesidad de tener en cuenta muchas cuestiones relacionadas con el diseño. Es probable que el comercio del agua prospere únicamente si los regímenes de gestión del uso y la asignación se conciben de tal manera que el comercio y los correspondientes mecanismos de gestión impidan la asignación excesiva. Está justificada la oposición a un desarrollo de los mercados que no tenga debidamente en cuenta los detalles de diseño”.

Entre las cuestiones relacionadas con el diseño se incluyen la contabilidad (evaluación adecuada de las aguas superficiales y subterráneas interconectadas, planificación para la evolución hacia un clima más seco, y ampliación del consumo por las plantaciones forestales debido a las subvenciones públicas) y algunos aspectos institucionales (establecimiento de normas y organismos

independientes para determinar los derechos, gestionar las asignaciones y controlar el uso del agua; elaboración de registros precisos desde las primeras fases del proceso; asignación del agua no utilizada que se arrastrará de un año al siguiente; creación de un sector privado de intermediación, y transmisión de información oportuna a todas las partes interesadas).

Algunos países tienen desde hace tiempo mecanismos informales de comercio del agua. Los que funcionan están muchas veces basados en prácticas consuetudinarias. Los agricultores de Bitit (Marruecos), por ejemplo, han comerciado con el agua durante decenios, de acuerdo con normas establecidas por prácticas tradicionales. El sistema funciona a partir de una lista detallada a disposición de toda la comunidad, en la que consta cada miembro y el volumen de agua a que tiene derecho, expresado en forma de horas de caudal.

Los planes que permiten el comercio en ausencia de derechos de agua establecidos y observados pueden agravar la sobreexplotación. Los agricultores de las proximidades de la ciudad de Ta'iz, en la República del Yemen, venden sus aguas subterráneas a propietarios de buques cisterna para abastecer a la ciudad. Antes de que existiera este mercado, los agricultores extraían del acuífero solamente el agua que necesitaban para sus cultivos. El comercio del agua hace subir el precio unitario de ésta; en consecuencia, aumenta los beneficios resultantes del aprovechamiento del agua subterránea. Dado que no hay un control del agua que cada agricultor saca de su pozo, tampoco está limitado el volumen que puede extraer. En consecuencia, el mercado no regulado acelera el agotamiento del acuífero.

Fuentes: Centro para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la región Árabe y Europa (CEDARE), 2006; Banco Mundial, 2007b; Young y McColl, de próxima aparición.

subterránea puede servir de amortiguador de los suministros públicos y las precipitaciones, poco fiables. Por ejemplo, representa el 60% de la agricultura de regadío y el 85% del agua potable rural en la India, así como la mitad del agua potable recibida por los hogares en Delhi. Las aguas subterráneas, si se gestionan debidamente, pueden continuar actuando como amortiguador natural. Pero su gestión deja mucho que desear. En las regiones áridas de todo el mundo, los acuíferos están sobreexplotados. Según las estimaciones, hasta una cuarta parte de las cosechas agrícolas anuales de la India están en situación de riesgo debido al agotamiento de las aguas subterráneas<sup>31</sup>.

Para mejorar la gestión del agua subterránea se necesitan medidas que refuercen tanto la oferta (recarga artificial, recarga natural acelerada, barreras dentro de los acuíferos para frenar los flujos subterráneos) como la demanda. Por otro lado, la gestión del agua subterránea no puede hacerse en forma aislada: debe integrarse con la regulación del agua superficial<sup>32</sup>. Las técnicas que permiten aumentar la oferta no son sencillas. Por ejemplo, la recarga artificial sirve de poco cuando el agua y los depósitos del acuífero no están en los mismos lugares que los acuíferos sobreexplotados; es probable que el 43%

de los US\$6.000 millones asignados para el programa de recarga artificial de la India se destinen a la recarga de acuíferos que no están sobreexplotados<sup>33</sup>.

Las represas serán una parte importante de la historia del cambio climático y el agua. Deberán diseñarse de manera que puedan responder con flexibilidad a los posibles cambios de las precipitaciones y la escorrentía en sus cuencas. Muchos de los mejores emplazamientos para las represas están ya ocupados, pero quedan todavía algunas buenas oportunidades, sobre todo en África. Si se gestionan satisfactoriamente, las represas pueden suministrar energía hidroeléctrica y ser una defensa frente a las sequías y las inundaciones. Son pocos los análisis completos sobre los efectos económicos de las represas, pero cuatro estudios de casos revelan algunos efectos económicos directos y considerables efectos indirectos, y sus beneficios favorecen desproporcionadamente a los pobres<sup>34</sup>. Por ejemplo, la Represa Alta de Asuán, en Egipto, ha generado beneficios económicos anuales netos equivalentes al 2% del producto interno bruto nacional<sup>35</sup>. Ha producido 8.000 millones de kilovatios-hora de energía, cantidad suficiente para electrificar todas las ciudades y aldeas del país. Ha permitido la expansión

de la agricultura y la navegación a lo largo de todo el año (lo que ha estimulado las inversiones en los cruceros del Nilo) y ha protegido los cultivos y la infraestructura del país frente a las sequías y las inundaciones. Pero las represas tienen también efectos negativos bien conocidos<sup>36</sup>, por lo que es necesario buscar atentamente una solución de compromiso. El cambio climático refuerza las ventajas de los diseños robustos: cuando los países no tienen la certeza de que sus precipitaciones vayan a aumentar o disminuir, puede ser rentable construir estructuras diseñadas expresamente de tal manera que puedan modificarse en el futuro. A medida que aumenta la complejidad de los sistemas hidráulicos, aumenta también la necesidad de sólidos análisis hidrológicos, operacionales, económicos y financieros, y de instituciones capaces en los países (recuadro 3.3).

*Las tecnologías no convencionales pueden aumentar la disponibilidad de agua en algunas regiones donde ésta escasea.* Los suministros de agua pueden incrementarse desalinizando el agua marina o el agua salobre y reaprovechando las aguas de desecho tratadas. La desalinización, que representó menos del 0,5% de toda el agua utilizada en 2004<sup>37</sup>, está llamada a un uso mucho más amplio.

Los progresos técnicos, incluidos los filtros con bajo consumo de energía, están haciendo caer los precios de la desalinización, y algunos proyectos piloto están comenzando a utilizar energía renovable en las plantas de desalinización<sup>38</sup>. Según la escala de la planta y la tecnología, el agua desalinizada puede producirse y suministrarse con un costo de sólo US\$0,50 por metro cúbico. Sigue siendo un precio

más alto que el de las fuentes convencionales, cuando se dispone de agua dulce<sup>39</sup>. Por esto, normalmente el agua desalinizada sólo tiene sentido para los usos de valor más elevado, como el abastecimiento de agua en las ciudades o los centros turísticos<sup>40</sup>. Además, suele limitarse a las zonas costeras, ya que su distribución en el interior aumenta los costos<sup>41</sup>.

*La producción de más alimentos sin más agua no será fácil, pero algunos nuevos planteamientos pueden ser útiles.* La gestión del agua para atender las necesidades futuras supondrá también un uso más eficiente del agua, en particular en la agricultura, que representa el 70% de las extracciones de agua dulce de los ríos y aguas subterráneas (gráfico 3.2)<sup>42</sup>.

Parece que hay margen para aumentar la productividad del agua en la agricultura de secano, que ofrece medios de subsistencia para la mayoría de la población pobre del mundo, genera más de la mitad del valor bruto de los cultivos mundiales y constituye el 80% del uso mundial de agua para cultivos<sup>43</sup>. Entre las distintas opciones, que se describen en la próxima sección, se incluyen la protección del suelo con residuos orgánicos, la labranza de conservación y otras técnicas semejantes que retienen el agua en el suelo de manera que no se pierda tanta agua como consecuencia de la evaporación y haya más a disposición de las plantas. Otras opciones son el almacenamiento o recolección del agua de lluvia en pequeña escala.

Entre las distintas intervenciones para aumentar la producción de secano, algunas (cobertura del suelo con residuos orgánicos, labranza de conservación) desvían parte del agua que de lo contrario se evaporaría en

### RECUADRO 3.3 *Gestión de los recursos hídricos dentro del margen de error: Túnez*

Túnez es un buen ejemplo de las exigencias que se plantean a los responsables del agua en los países que están al límite de sus recursos. El país dispone de sólo 400 metros cúbicos de recursos renovables per cápita, que son además sumamente variables y se distribuyen irregularmente en el tiempo y en el espacio, por lo que tiene enormes problemas para gestionar sus recursos hídricos. No obstante, en contraste con sus vecinos del Magreb, ha resistido varias sequías consecutivas sin racionar el agua a los agricultores ni tener que utilizar barcazas para abastecer a las ciudades. Ha construido represas con conducciones que

permiten conectarlas y trasladar el agua entre diferentes lugares del país.

Al mismo tiempo que se elaboraban los planes más prometedores, el gobierno realizó obras adicionales de infraestructura en zonas más marginales. Se han construido represas en los ríos que desembocan en el mar, aun cuando la demanda de agua en esas cuencas no es intensa. El agua se almacena y se bombea, a través de las montañas, hasta la principal cuenca fluvial del país. Ésta incrementa la oferta y diluye la salinidad en la zona donde la demanda es más elevada. Además, Túnez trata un tercio de

las aguas de desecho de las ciudades y las vuelve a utilizar en la agricultura y los humedales, y recarga los acuíferos artificialmente. Las autoridades nacionales competentes deben hacer frente ahora a un conjunto complejo de decisiones: deben buscar la solución óptima ideal por lo que respecta al volumen de agua, calendario, calidad y costos de la energía, demostrando la importancia de la capacidad humana para gestionar los recursos en forma tan intensa.

Fuente: Louati, 2009.

forma improductiva. Otras (recolección de agua, bombas para el agua subterránea) desvían parte de ésta que de lo contrario estaría a disposición de los usuarios que se encuentran aguas abajo. Cuando el agua es abundante, los efectos sobre otros usuarios son imperceptibles, pero a medida que escasea, los efectos adquieren mayor importancia. Una vez más, una contabilidad completa del agua y una planificación integrada de la tierra y el agua en cada localidad, cuenca hidrográfica y región puede hacer que estas intervenciones sean productivas, ya que permitirían evaluar adecuadamente las soluciones de compromiso.

Según las previsiones, la agricultura de regadío producirá una proporción mayor de los alimentos mundiales en el futuro, ya que es más resistente al cambio climático en todas las cuencas hidrográficas, sobre todo en los casos más extremos de escasez de agua<sup>44</sup>. La productividad agrícola por hectárea debería aumentar, ya que hay muy poco margen para incrementar la superficie total regada. De hecho, la tierra regada crecerá sólo el 9% entre 2000 y 2050<sup>45</sup>. Además, la productividad del agua (en este caso, la producción agrícola por unidad de agua destinada a riego) deberá mejorar también, dada la creciente demanda de las ciudades, la industria y el sector hidroeléctrico. Las nuevas tecnologías pueden incrementar la productividad del agua cuando se compaginan con políticas e instituciones sólidas<sup>46</sup>.

Para aumentar la “producción agrícola por gota de agua” se necesita una compleja combinación de inversiones y cambios institucionales. Los países, desde Armenia hasta Zambia, están invirtiendo en nuevas obras de infraestructura que permitan trasladar el agua eficientemente desde el embalse hasta los cultivos, reduciendo las pérdidas de evaporación. No obstante, como se observa en el ejemplo de los agricultores marroquíes antes descrito, las inversiones sólo pueden funcionar si las instituciones locales distribuyen el agua en forma fiable y los agricultores intervienen en la toma de decisiones y pueden recibir el asesoramiento que necesitan sobre la mejor manera de aprovechar la nueva infraestructura o los progresos tecnológicos. La nueva infraestructura sólo ayudará a gestionar el agua satisfactoriamente si se acompaña con firmes límites cuantitativos de cada uno de los distintos consumos de agua, tanto subterránea como superficial. De lo contrario, la mayor rentabilidad del riego animará a los agricultores a ampliar sus tierras de cultivo o a tener dobles o triples cosechas

en sus explotaciones, con lo que tendrían que extraer más agua de sus pozos. Esto puede ser una buena solución para el agricultor en cuestión, obviamente, pero no para los usuarios de la cuenca<sup>47</sup>.

Una buena gestión de los cultivos puede aumentar la productividad del agua mediante la obtención de variedades resistentes al frío, para que los cultivos puedan crecer durante el invierno, que es la época en que menos agua se necesita<sup>48</sup>. La producción de cultivos en invernaderos o en zonas protegidas del sol puede reducir también la evaporación, aunque con mayores costos de producción<sup>49</sup>. Cuando los cultivos mueren prematuramente, el agua que han consumido se desaprovecha. Por esto, la utilización más generalizada de variedades resistentes a la sequía y al calor aumentará la productividad del agua, además de la productividad agrícola<sup>50</sup>.

También puede ser útil una programación oportuna de las actividades de riego. Si los agricultores no saben exactamente cuánta agua se necesita, muchas veces riegan en exceso, ya que, en ese contexto, es menos perjudicial pecar por exceso que por defecto. Supervisando el volumen de la toma de agua y el crecimiento a lo largo de todo el período vegetativo, los agricultores pueden aplicar la cantidad exacta de agua que sus cultivos necesitan y regar únicamente cuando sea de verdad necesario. Los sistemas de teledetección están comenzando a permitir a los agricultores observar las necesidades de agua de las plantas con mayor precisión, incluso antes de que éstas den señales de estrés<sup>51</sup>. Por otro lado, debido a los requisitos tecnológicos, la agricultura de precisión de este tipo se limita a un pequeño número de agricultores en todo el mundo<sup>52</sup>.

Incluso antes de que esta tecnología esté ampliamente disponible, existe la posibilidad de aplicar sistemas automatizados elementales para ayudar a los agricultores pobres a utilizar el agua de riego con mayor precisión. Los agricultores marroquíes que adoptan el sistema de riego por goteo en el contexto del plan gubernamental antes examinado podrán beneficiarse de una tecnología sencilla que utiliza una fórmula de riego estándar adaptada a las condiciones de cultivo locales. De acuerdo con las condiciones atmosféricas de la zona, el sistema envía un mensaje a los teléfonos celulares de los agricultores para indicarles cuántas horas deben regar ese día. Esta información les permitirá no regar en exceso<sup>53</sup>.

**Aumentar la producción agrícola al mismo tiempo que se protege el medio ambiente**

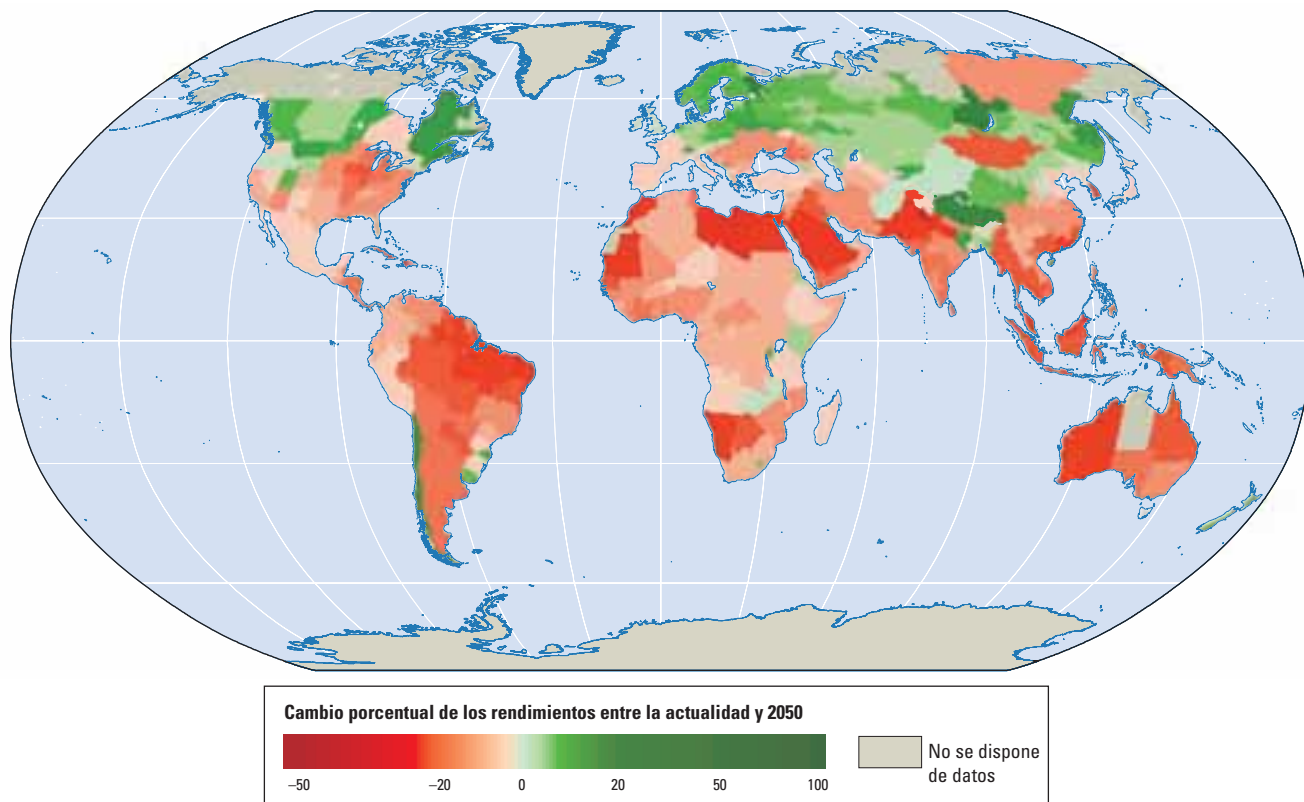
*El cambio climático obligará a las sociedades a acelerar el crecimiento de la productividad agrícola*

*El cambio climático reducirá los rendimientos agrícolas.* Someterá a mayor presión a la producción agrícola. Repercutirá en la agricultura directamente debido al aumento de las temperaturas, a la mayor demanda de agua para los cultivos, a la mayor variabilidad de las precipitaciones y a los episodios meteorológicos extremos, como las inundaciones y las sequías. Aumentará los rendimientos en algunos países pero los reducirá en la mayoría del mundo en desarrollo, con lo que disminuirán los rendimientos medios mundiales (mapa 3.3).

En las latitudes medias y altas, el aumento local de la temperatura de sólo 1 a 3°C, la consiguiente fertilización por carbono<sup>54</sup> y los

cambios en las precipitaciones pueden tener repercusiones beneficiosas en el rendimiento de los cultivos<sup>55</sup>. Kazajstán, la Federación de Rusia y Ucrania pueden beneficiarse, por su ubicación geográfica, de esos aumentos de las temperaturas, pero quizá no puedan aprovechar plenamente esas oportunidades. Desde el desmoronamiento de la Unión Soviética, esos países han retirado de la producción un total de 23 millones de hectáreas de tierra de cultivo, casi el 90% de las cuales se utilizaba para la producción de cereales<sup>56</sup>. Aunque los rendimientos mundiales de los cereales han aumentado por término medio aproximadamente el 1,5% al año desde 1991, en Kazajstán y Ucrania esos rendimientos han disminuido, y los de Rusia han aumentado sólo ligeramente. Para que estos países puedan aprovechar los posibles beneficios del aumento de las temperaturas e incrementar la producción agrícola, tendrán que crear instituciones más sólidas y mejorar la infraestructura<sup>57</sup>. Aun cuando lo consigan, los episodios meteorológicos

**Mapa 3.3 El cambio climático reducirá los rendimientos agrícolas en la mayoría de los países para 2050, habida cuenta de las actuales prácticas agrícolas y variedades de cultivos**



Fuente: Müller y otros, 2009.

Nota: en el gráfico se observa el cambio porcentual proyectado de los rendimientos de 11 cultivos importantes (trigo, arroz, maíz, mijo, guisantes, remolacha azucarera, soja, maní, girasol y colza) entre 2046 y 2055, en comparación con 1996-2005. Los valores son la media de tres situaciones hipotéticas de nivel de emisiones en cinco modelos climáticos mundiales, suponiendo que no se produce fertilización por CO<sub>2</sub> (véase la nota 54). Se prevén importantes efectos negativos en los rendimientos de muchas zonas que dependen en gran medida de la agricultura.

extremos pueden contrarrestar las mejoras conseguidas: si se tiene en cuenta la mayor probabilidad de episodios atmosféricos extremos en el caso de Rusia, se prevé que los años con escasez de producción de alimentos se triplicarán para el decenio de 2070<sup>58</sup>.

En la mayoría de los países en desarrollo el cambio climático tendrá efectos negativos en la agricultura actual. En las regiones de latitud baja incluso una subida moderada de las temperaturas de otro 1 a 2°C reducirá los rendimientos de los principales cereales<sup>59</sup>. Según muchos estudios, para el decenio de 2080 la productividad agrícola mundial disminuirá un 3% en un contexto hipotético de emisiones elevadas de carbono, si se incluye la fertilización por carbono, o un 16%, si no se lo incluye<sup>60</sup>. En cuanto al mundo en desarrollo, se prevé un descenso todavía mayor, que sería de un 9% con fertilización por carbono y del 21% sin ella.

Un análisis de 12 regiones con problemas de seguridad alimentaria, en que se utilizaron modelos de cultivos y los resultados de 20 modelos climáticos mundiales, indica que, sin un proceso de adaptación, Asia y África sufrirán pérdidas particularmente severas de los rendimientos para 2030. Esas pérdidas afectarán a algunos de los cultivos más importantes para la seguridad alimentaria regional, en particular el trigo en Asia meridional, el arroz en Asia sudoriental y el maíz en el África meridional<sup>61</sup>. Es probable que en estas proyecciones se infravalore la magnitud del impacto: los modelos que proyectan el efecto del cambio climático en la agricultura normalmente consideran los cambios medios y no tienen en cuenta los efectos de los episodios extremos, la variabilidad y las plagas agrícolas, cuya importancia aumentará probablemente. El cambio climático hará también que parte de estas tierras sea menos idónea para la agricultura, en particular en África<sup>62</sup>. Según las proyecciones de un estudio, para 2080 las tierras con grandes problemas relacionados con el cambio climático o el tipo de suelo en el África subsahariana registrarán un aumento de 26 a 61 millones de hectáreas<sup>63</sup>, es decir entre el 9 y el 20% de la tierra de cultivo de la región<sup>64</sup>.

**Los esfuerzos por mitigar el cambio climático aumentarán la presión sobre la tierra.** Además de reducir los rendimientos, el cambio climático obligará a los agricultores y a otros responsables de la tierra a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En 2004, aproximadamente el 14% de esas emisiones en todo el mundo procedía de las

prácticas agrícolas. Entre ellas se incluyen el óxido nitroso de los fertilizantes; el metano del ganado resultante de la producción de arroz y el almacenamiento de estiércol; y el CO<sub>2</sub> procedente de la quema de biomasa, pero con exclusión de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas con las prácticas de gestión de suelos, la quema de sabanas y la deforestación<sup>65</sup>. Las regiones en desarrollo producen la parte más considerable de esas emisiones de gases de efecto invernadero; Asia, África y América Latina representan el 80% del total.

La silvicultura, el uso de la tierra y el cambio de uso de la tierra aportan otro 17% de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero, tres cuartas partes de las cuales proceden de la deforestación tropical<sup>66</sup>. El resto se debe fundamentalmente al drenaje y la quema de las turberas tropicales. El carbono almacenado en las turberas de todo el mundo es aproximadamente el mismo que se almacena en los bosques pluviales del Amazonas. Ambos son el equivalente de unos nueve años de emisiones mundiales de combustibles fósiles. En Asia ecuatorial (Indonesia, Malasia, Papúa Nueva Guinea), las emisiones de los incendios asociados con el drenaje de las turberas y la deforestación son comparables a las de los combustibles fósiles en esos países<sup>67</sup>. Las emisiones relacionadas con la producción ganadera se contabilizan de acuerdo con varias categorías de emisiones (agricultura, silvicultura, desechos), y en conjunto se estima que representan el 18% del total mundial, sobre todo en forma de emisiones de metano procedentes de los animales, el estiércol y la tala de árboles para la introducción de pastos<sup>68</sup>.

El cultivo de biocombustibles para mitigar el cambio climático aumentará la competencia por la tierra. Según estimaciones actuales, la producción agrícola utilizada como fuente de energía ocupa únicamente el 1% de la tierra de cultivo de todo el mundo, pero la legislación sobre biocombustibles en los países desarrollados y en desarrollo permite que se amplíe esa producción. La producción mundial de etanol subió de 18.000 millones de litros al año en 2000 a 46.000 millones en 2007, mientras que la producción de biodiésel se multiplicó casi por ocho, y alcanzó los 8.000 millones de litros. La tierra asignada a biocombustible se multiplicará por cuatro para 2030; la mayoría del crecimiento tendrá lugar en Norteamérica (donde representará el 10% de la tierra de cultivo en 2030) y en Europa (15%)<sup>69</sup>. Según las proyecciones, sólo el 0,4% de la tierra de cultivo de África y aproximadamente el 3% de

la de Asia y América Latina se destinará a la producción de biocombustibles en 2030<sup>70</sup>. En algunas situaciones hipotéticas sobre la mitigación del cambio climático, las proyecciones posteriores a 2030 indican que la tierra destinada a la producción de biocombustibles para 2100 llegará a superar los 2.000 millones de hectáreas, cifra enorme dado que la tierra de cultivo cubre actualmente “sólo” 1.600 millones de hectáreas. Según proyecciones de estas hipótesis, la mayor parte de la tierra destinada a la producción de biocombustibles en tan gran escala será resultado de la conversión de bosques y tierras de pastos naturales<sup>71</sup>.

Si la demanda aumenta con rapidez, los biocombustibles serán un factor significativo en los mercados agrícolas y harán subir los precios de los productos básicos. Gran parte de la demanda actual de cultivos de biocombustibles será estimulada por los objetivos y subvenciones gubernamentales y los elevados precios del petróleo. Sin apoyo artificial, la competitividad de los biocombustibles es todavía baja, si se exceptúa el etanol del azúcar de caña de Brasil. Tampoco es claro en qué medida estos biocombustibles pueden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero debido a los combustibles fósiles utilizados durante la producción y a las emisiones resultantes del desbroce de las tierras. A pesar del potencial de los biocombustibles para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, no está claro cuáles son los ahorros netos efectivos de carbono de los biocombustibles de la generación actual, cuando en los cálculos se tienen en cuenta los procesos de producción y los cambios asociados del uso de la tierra. Además, la demanda de tierra para combustibles compite ya con la conservación de la biodiversidad. En consecuencia, es importante establecer orientaciones para la expansión de los biocombustibles de manera que no se excluyan otros objetivos ambientales (recuadro 3.4). La aplicación de la perspectiva del ciclo vital a los biocombustibles –que incluye su contribución a las reducciones de emisiones así como su uso de agua y fertilizantes– puede frenar el ritmo de la conversión.

Los biocombustibles de la segunda generación, actualmente en proceso de desarrollo, como algas, *jatropha*, sorgo dulce y sauces, podrían reducir la competencia con la tierra agrícola destinada a cultivos alimentarios, ya que utilizarían menos tierra o tierras marginales, aunque algunas de esas innovaciones podrían dar lugar a la pérdida de tierra de pastos y de ecosistemas de praderas. Los cultivos

perennes con sistemas de raíces más profundas, como el pasto varilla, pueden combatir mejor la erosión de los suelos y nutrientes, necesitan menos insumos de nutrientes y retienen tasas más elevadas de carbono que la actual materia prima para biocombustibles<sup>72</sup>. Por otro lado, sus necesidades de agua pueden impedir su producción sostenible en las regiones áridas. Se necesita más investigación para mejorar la productividad y el potencial de reducción de emisiones de las generaciones futuras de biocombustibles.

*El crecimiento demográfico, la mayor preferencia por la carne en la alimentación y el cambio climático requerirán un considerable aumento de la productividad agrícola.* La superficie de tierra necesaria para alimentar al mundo en 2050 dependerá significativamente del consumo de carne. La carne es una fuente de proteínas que requieren una gran intensidad de recursos, en particular tierra para pastos y piensos. Las repercusiones en los recursos varían de acuerdo con el tipo de carne y la forma en que se produce. Para obtener 1 kilogramo de carne de bovino pueden necesitarse hasta 15.000 litros de agua, si la producción tiene lugar en centros de engorde industriales de los Estados Unidos (gráfico 3.3)<sup>73,74</sup>. En cambio, en las condiciones de producción extensiva de vacuno en África se requieren sólo entre 146 y 300 litros por kilogramo, según cuáles sean las condiciones atmosféricas<sup>75</sup>. La producción de carne de bovino, por kilogramo, se caracteriza también por una gran concentración de gases de efecto invernadero, incluso si se compara con otras formas de producción de carne, ya que emite 16 kilogramos de CO<sub>2</sub>e por cada kilogramo de carne (gráfico 3.4)<sup>76</sup>.

A pesar de las repercusiones en los recursos, se prevé que la demanda de carne aumente a medida que crezcan la población y los ingresos. El mayor consumo de carne será beneficioso para los consumidores pobres, que necesitan proteína y micronutrientes<sup>77</sup>. Pero, para 2050, la producción de carne de bovino, aves de corral, ganado porcino y leche se duplicará con creces con respecto a los niveles de 2000 en respuesta a la demanda de una población más numerosa, más adinerada y más urbanizada<sup>78</sup>.

El mundo deberá atender la demanda creciente de alimentos, fibra y biocombustible en un clima cambiante que reduce los rendimientos, al mismo tiempo que se conservan los ecosistemas que almacenan carbono y prestan

**RECUADRO 3.4 Aceite de palma, reducción de las emisiones y prevención de la deforestación**

Las plantaciones de aceite de palma representan la convergencia de muchas cuestiones actuales relacionadas con el uso de la tierra. El aceite de palma es un cultivo de alto rendimiento aprovechable como alimento y como biocombustible, y su producción ofrece oportunidades a los pequeños propietarios. Por otro lado, es perjudicial para los bosques tropicales y merma sus numerosos beneficios, incluida la mitigación de los gases de efecto invernadero. El cultivo de aceite de palma se ha triplicado desde 1961 y ha alcanzado una superficie de 13 millones de hectáreas; la mayor parte de la expansión ha correspondido a Indonesia y Malasia y más de la mitad ha tenido lugar en tierras recientemente deforestadas. Anuncios recientes sobre nuevas concesiones de aceite de palma en el Amazonas brasileño, Papúa Nueva Guinea y Madagascar llevan a pensar que la tendencia va a continuar.

Los pequeños propietarios gestionan actualmente entre el 35% y el 40% de la

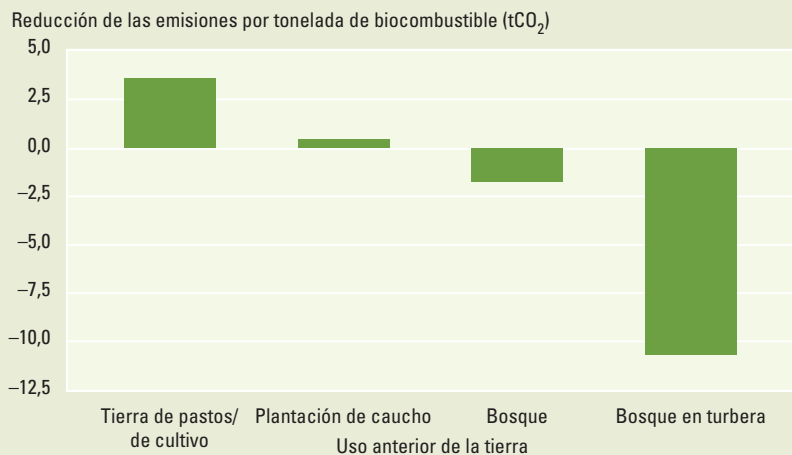
tierra dedicada al cultivo de aceite de palma en Indonesia y Malasia, que representa una diversificación rentable de los medios de subsistencia. No obstante, las nueces de palma recogidas deben entregarse a los centros de elaboración antes de transcurridas 24 horas de la recolección, lo que significa que las propiedades suelen agruparse en torno a esos centros. Así, pues, una proporción considerable de la superficie que rodea a éstos se destina a la producción de aceite de palma, en forma de grandes plantaciones comerciales o de pequeñas propiedades densamente agrupadas. Algunas prácticas de diseño de paisajes, como la creación de cinturones de agrosilvicultura para amortiguar la transición entre las plantaciones de aceite de palma y las zonas forestales, pueden contribuir a que el paisaje de las plantaciones sea menos nocivo para la biodiversidad al mismo tiempo que permiten una mayor diversificación a los pequeños propietarios.

El valor de mitigación del biocombustible obtenido del aceite de palma es también cuestionable. Un detallado análisis del ciclo de vida revela que la reducción neta de emisiones de carbono depende de la cobertura terrestre existente antes de la plantación de aceite de palma (gráfico). Se consiguen reducciones significativas de las emisiones si las plantaciones ocupan tierras de pasto y de cultivo, mientras que las emisiones netas aumentarán considerablemente si se talan bosques de palmeras para producir aceite de palma.

La expansión del mercado del carbono para incluir la REDD es un instrumento importante para equilibrar los valores relativos de la producción de aceite de palma y la deforestación, por un lado, y la protección forestal, por el otro. Este equilibrio es fundamental para conseguir la protección de la biodiversidad y la reducción de las emisiones.

Estudios recientes revelan que la conversión de la tierra para destinarla a la producción de aceite de palma puede ser entre 6 y 10 veces más rentable que mantener la tierra y recibir pagos en concepto de créditos de carbono a través de la REDD, en el supuesto de que este mecanismo se limite al mercado voluntario. Si los créditos de la REDD tienen el mismo precio que los créditos de carbono negociados en los mercados obligatorios, la rentabilidad de la conservación de la tierra aumentaría en forma espectacular, llegando quizá a superar los beneficios del aceite de palma, lo que haría menos atractiva la conversión de las tierras agrícolas. Por consiguiente, una REDD bien concebida podría ser un instrumento realista de reducción de la deforestación y, por tanto, contribuir al esfuerzo de mitigación mundial.

**Las reducciones de las emisiones procedentes del biodiésel derivado del aceite de palma difieren enormemente según el uso anterior de la tierra en la plantación de aceite de palma**



Fuente: Henson, 2008.

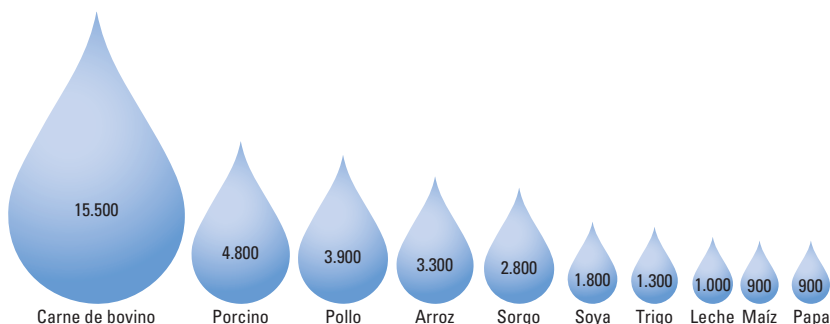
Fuentes: Butler, Koh y Ghazoul, de próxima aparición; Henson, 2008; Koh, Levang y Ghazoul, de próxima aparición; Koh y Wilcove, 2009; Venter y otros, 2009.

otros servicios esenciales. Es poco probable que se pueda obtener más tierra apta para la producción agrícola. Los estudios indican que la superficie de esta tierra disponible en todo el mundo será la misma en 2080 que en la actualidad<sup>79</sup>, ya que el aumento en las latitudes más altas se verá en gran parte contrarrestado por las pérdidas en las latitudes más bajas.

Por consiguiente, deberá aumentar la productividad agrícola (toneladas por hectárea).

Los modelos no coinciden, pero según un estudio se necesitarán aumentos anuales del 1,8% al año hasta 2055, casi el doble del 1% anual que se necesitaría si la situación se mantuviera sin cambios (gráfico 3.5)<sup>80</sup>. Esto significa que los rendimientos tendrán que duplicarse con creces en 50 años. Muchos de los graneros del mundo, por ejemplo Norteamérica, están aproximándose al nivel máximo viable de rendimiento de los

**Gráfico 3.3 La carne requiere una concentración de agua mucho mayor que los grandes cultivos**  
(litros de agua por kilogramo de producto)



Fuente: Waterfootprint (<https://www.waterfootprint.org>, consultado el 15 de mayo de 2009); Gleick, 2008.

Nota: en el gráfico pueden verse los litros de agua necesarios para producir un kilogramo de producto (o un litro en el caso de la leche). El uso del agua para la producción de carne de bovino sólo se refiere a los sistemas de producción intensiva.

principales cereales<sup>81</sup>, por lo que una parte considerable de este progreso del rendimiento tendrá que ocurrir en los países en desarrollo. Esto significa no sólo una aceleración del rendimiento sino una inversión de la desaceleración reciente: la tasa de crecimiento del rendimiento de todos los cereales en los países en desarrollo bajó del 3,9% al año entre 1961 y 1990 al 1,4% anual entre 1990 y 2007<sup>82</sup>.

***El cambio climático requerirá una elevada productividad y diversidad en las tierras agrícolas***

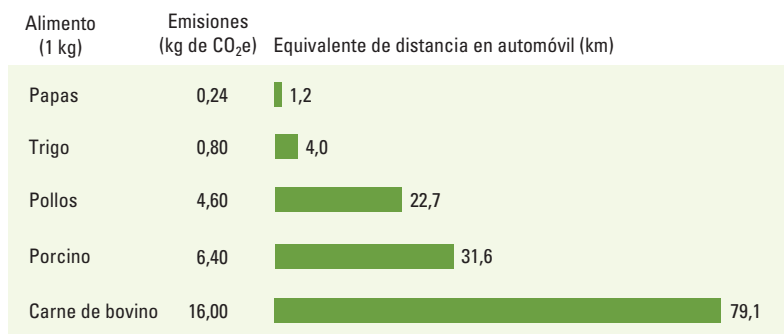
***El aumento de la productividad no debe hacerse a expensas del suelo, el agua y la biodiversidad.*** La agricultura intensiva muchas veces provoca daños en los sistemas naturales. Una agricultura muy productiva, como la que se practica en gran parte del mundo

desarrollado, normalmente está basada en explotaciones agrícolas que se especializan en un cultivo o animal determinado y en un uso intensivo de los productos agroquímicos. Este tipo de agricultura puede perjudicar la calidad y cantidad del agua. Desde el decenio de 1960 la escorrentía de fertilizantes ha incrementado exponencialmente el número de “zonas muertas” con bajo nivel de oxígeno en los océanos costeros: ahora abarcan una superficie aproximada de 245.000 kilómetros cuadrados, la mayoría en aguas costeras del mundo desarrollado (mapa 3.4)<sup>83</sup>. El riego intensivo hace que la sal se acumule con frecuencia en los suelos, lo que reduce la fertilidad y limita la producción de alimentos. La salinización afecta actualmente a unos 20-30 millones de los 260 millones de hectáreas de tierras de regadío de todo el mundo<sup>84</sup>.

Es imprescindible lograr una intensificación agrícola con efectos ambientales menos nocivos, sobre todo teniendo en cuenta los problemas ambientales asociados con una mayor extensión de la agricultura. Si no aumentan los rendimientos agrícolas y ganaderos por hectárea, la presión sobre los recursos de tierras se acelerará a medida que las zonas de cultivo y de pasto se amplíen en un régimen de producción extensiva. Desde mediados del siglo XX, se han degradado 680 millones de hectáreas, es decir, el 20% de los pastizales mundiales<sup>85</sup>. La conversión de la tierra con fines agrícolas ha reducido ya significativamente la superficie de numerosos ecosistemas (gráfico 3.6).

La Revolución Verde ilustra tanto los inmensos beneficios de la mayor productividad agrícola como los inconvenientes cuando la tecnología no cuenta con el apoyo de políticas e inversiones adecuadas para proteger los recursos naturales. La nueva tecnología, junto con inversiones en riego e infraestructura rural, hizo que la prohibición de cereales se duplicara en Asia entre 1970 y 1995. El crecimiento agrícola y el correspondiente descenso de los precios de los alimentos durante esa época hicieron que prácticamente se duplicaran los ingresos reales per cápita, y el número de personas pobres bajó de aproximadamente 60% de la población a 30%, aun cuando el número de habitantes creció un 60%<sup>86</sup>. América Latina experimentó también progresos significativos. En cambio, en África los problemas de infraestructura, el elevado costo del transporte, el bajo nivel de inversión en riego y las políticas de precios y comercialización que penalizaban a los agricultores impidieron la adopción de las nuevas tecnologías<sup>87</sup>. A pesar

**Gráfico 3.4 La producción intensiva de carne de bovino es un factor importante de emisión de gases de efectos invernadero**



Fuente: Williams, Audsley y Sandars, 2006.

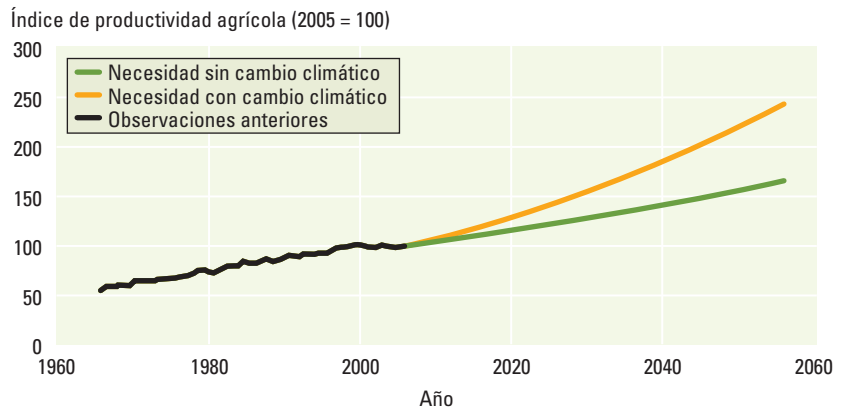
Nota: en el gráfico pueden verse las emisiones de CO<sub>2</sub>e en kilogramos resultantes de la producción (en un país industrial) de 1 kilogramo de un determinado producto. El equivalente de distancia indica el número de kilómetros que se deben conducir en un automóvil de gasolina con una media de 11,5 kilómetros por litro para producir la cantidad indicada de emisiones de CO<sub>2</sub>e. Por ejemplo, la producción de 1 kilogramo de carne de bovino y un recorrido del 79,1 kilómetros en automóvil dan lugar a 16 kilogramos de emisiones.



de su éxito general, la Revolución Verde se vio acompañada en muchos lugares de Asia por daños ambientales resultantes del uso excesivo de fertilizantes, plaguicidas y agua. Las nocivas subvenciones y políticas de precios y comercio que alentaron el monocultivo del arroz y el trigo y el fuerte uso de insumos contribuyeron a esos problemas ambientales<sup>88</sup>.

**La agricultura con capacidad de resistencia al cambio climático requiere fuentes de ingresos, opciones de producción y materiales genéticos diversificados.** El cambio climático creará un mundo menos previsible. Las pérdidas de cosechas serán más frecuentes. Una opción frente a la incertidumbre es la diversificación en todos los niveles (recuadro 3.5). El primer tipo de diversificación está relacionado con las fuentes de ingresos, inclusive fuera de la agricultura<sup>89</sup>. A medida que se reduce el tamaño de las explotaciones agrícolas y aumentan los precios de los insumos, los agricultores buscarán esta diversificación, de una u otra manera. De hecho, en gran parte de Asia los ingresos no agrícolas representan normalmente más de la mitad del total de los ingresos del hogar de los pequeños propietarios<sup>90</sup>.

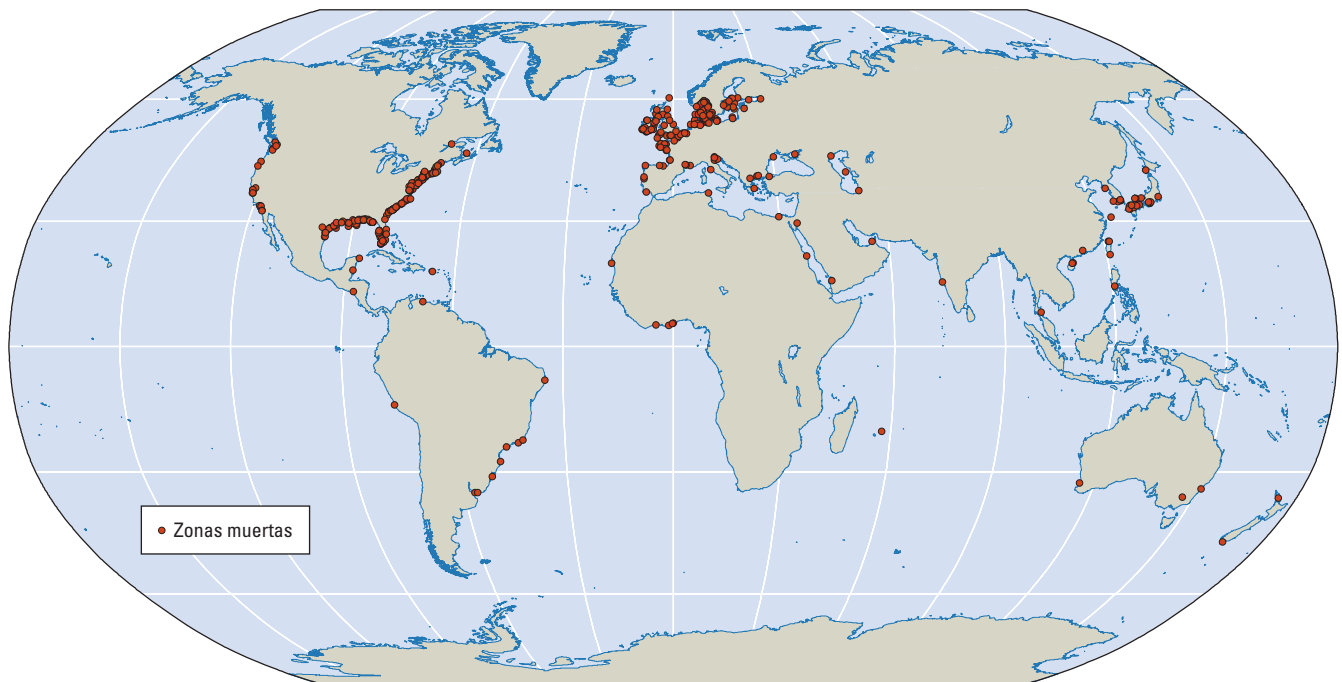
**Gráfico 3.5 La productividad agrícola deberá aumentar todavía más rápidamente debido al cambio climático**



Fuente: Lotze-Campen y otros, 2009.

*Nota:* en el gráfico puede verse el crecimiento anual necesario de un índice de productividad agrícola en dos situaciones hipotéticas distintas. En este índice, 100 indica la productividad en 2005. Las proyecciones incluyen todos los grandes cultivos para alimentos y piensos. La línea verde representa una situación sin cambio climático con un aumento de la población mundial hasta un total de 9.000 millones de habitantes en 2055; el consumo total de calorías per cápita y la parte alimentaria de las calorías animales que aumentan en proporción con el aumento de los ingresos per cápita como consecuencia del crecimiento económico; una ulterior liberalización del comercio (duplicación de la parte del comercio agrícola en el total de la producción en los próximos 50 años); continuidad del crecimiento de la tierra de cultivo de acuerdo con el ritmo histórico del 0,8% al año; y ausencia de impactos del cambio climático. La línea naranja representa una situación hipotética con impactos del cambio climático y de respuestas correspondientes de la sociedad (SRES A2 del IPCC): ausencia de fertilización por CO<sub>2</sub> y reducción del comercio agrícola a los niveles de 1995 (aproximadamente el 7% de la producción total), partiendo del supuesto de que la inestabilidad de los precios como consecuencia del cambio climático favorecerá el proteccionismo y la política de mitigación disminuirá la expansión de la tierra de cultivo (como consecuencia de las actividades de conservación forestal) y aumentará la demanda de bioenergía (que alcanzará los 100 exajulios [1.018 julios] a nivel mundial en 2055).

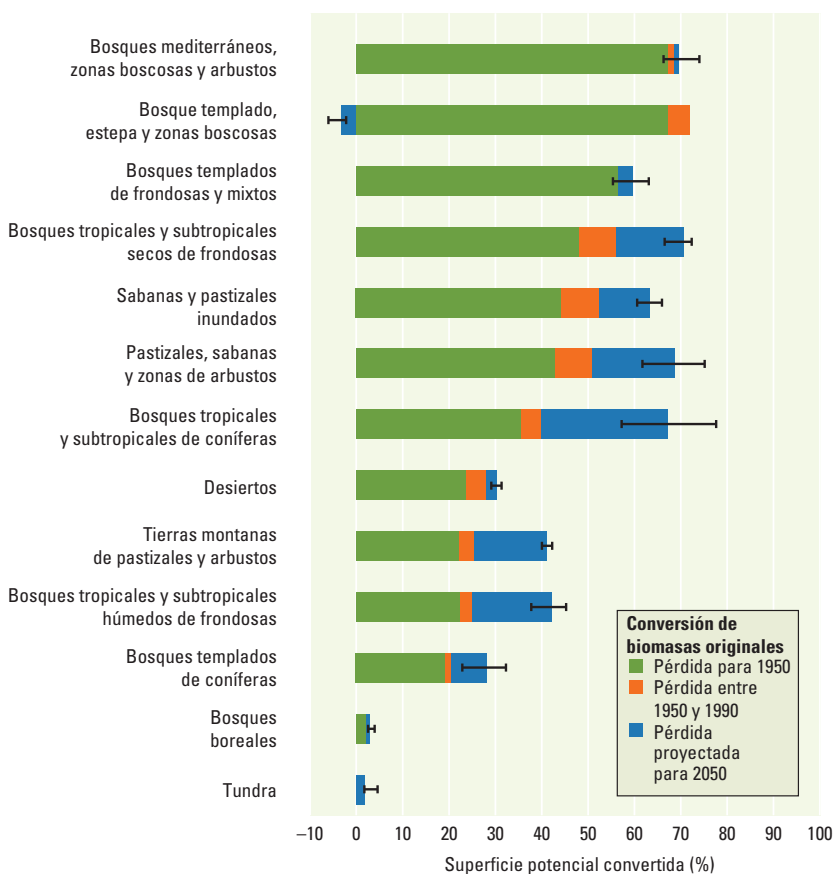
**Mapa 3.4 La agricultura intensiva del mundo desarrollado ha contribuido a la proliferación de zonas muertas**



Fuente: Díaz y Rosenberg, 2008.

*Nota:* en el mundo desarrollado la agricultura intensiva ha tenido muchas veces un elevado costo ambiental, en que se incluye la escorrentía de los fertilizantes excedentes que da lugar a zonas muertas en el litoral. Estas son zonas hipóxicas extremas, es decir, donde las concentraciones de oxígeno son inferiores a 0,5 mililitro de oxígeno por litro de agua. Estas condiciones provocan normalmente la mortalidad de organismos marinos, aunque en algunas de esas zonas se ha observado que los organismos pueden sobrevivir con niveles de oxígeno de 0,1 mililitro por litro de agua.

**Gráfico 3.6 Los ecosistemas han sido ya objeto de una amplia conversión con fines agrícolas**



Fuente: Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005.

Nota: las proyecciones están basadas en cuatro situaciones hipotéticas sobre la forma en que el mundo se planteará los servicios del ecosistema e incluyen supuestos acerca de la ordenación de los ecosistemas, la liberalización del comercio, la tecnología y el trato reservado a los bienes públicos.

Un segundo tipo de diversificación consiste en aumentar los sistemas de producción en la explotación agrícola. Las oportunidades de mercado para la diversificación de los cultivos están aumentando en muchas zonas de agricultura intensiva como consecuencia de una mayor apertura de los mercados de exportación y de una fuerte demanda nacional en las economías de rápido crecimiento, sobre todo en Asia y América Latina<sup>91</sup>. En estas regiones, los agricultores pueden diversificarse practicando la ganadería, la horticultura y la producción agrícola especializada<sup>92</sup>. Esas actividades normalmente tienen elevados rendimientos por unidad de tierra y requieren gran concentración de mano de obra, lo que las hace aptas para los pequeños agricultores.

El tercer tipo de diversificación implica una mayor variabilidad genética dentro de las distintas variedades de cultivos. La mayoría de las variedades de alto rendimiento utilizadas en las explotaciones de alta productividad

se obtuvieron por considerarse que el clima variaba dentro de un margen estable; lo que interesaba era obtener semillas cada vez más homogéneas. En cambio, en un clima cambiante los agricultores ya no pueden limitarse a un pequeño número de variedades que funcionen en un número limitado de condiciones ambientales. Los agricultores necesitarán que cada lote de semillas contenga material genético capaz de hacer frente a distintas condiciones climáticas. Cada año, algunas plantas florecerán independientemente de esas condiciones. A lo largo de los años, los rendimientos medios serán más elevados con semillas diversificadas que con semillas uniformes, aun cuando los rendimientos en un año “normal” quizá sean inferiores.

Los experimentos que utilizan prácticas de cultivo estándar revelan que, con mayores concentraciones de CO<sub>2</sub> y temperaturas más elevadas (que reflejarían las proyecciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático para 2050), las variedades más antiguas de trigo o cebada pueden crecer más rápidamente y tienen una ventaja con respecto a las variedades más modernas introducidas a finales del siglo XX<sup>93</sup>. Asimismo, las variedades silvestres afines de los cultivos de la actualidad contienen material genético que puede ser útil para conseguir que los cultivos comerciales sean más adaptables a unas condiciones cambiantes. El aumento de la temperatura y de los niveles de CO<sub>2</sub> tiene un mayor efecto positivo en algunas malas hierbas que en las variedades afines cultivadas<sup>94</sup>. El material genético de las malas hierbas podría utilizarse, por consiguiente, para mejorar los cultivares de los cultivos comerciales y obtener variedades más resistentes<sup>95</sup>.

**Los paisajes productivos pueden integrar la biodiversidad.** Las zonas protegidas pueden ser las piedras angulares de la conservación, pero nunca serán suficientes para conservar la biodiversidad en un contexto de cambio climático (véase el “Tema especial B” sobre la biodiversidad). La red de reservas mundiales prácticamente se cuadruplicó entre 1970 y 2007, llegando a ocupar aproximadamente el 12% de la tierra del planeta<sup>96</sup>, pero eso no basta para conservar la biodiversidad. Para que las especies de África estén adecuadamente representadas en las reservas, e incluir al mismo tiempo una gran proporción de sus zonas de distribución geográfica, habría que proteger un 10% adicional de la tierra del continente, es decir una superficie casi el doble

### RECUADRO 3.5 *Diversificación de productos y mercados: una alternativa económica y ecológica para los agricultores marginales de los trópicos*

Las zonas tropicales deben hacer frente a grandes desafíos: pobreza persistente de las poblaciones rurales, incluidos los pueblos indígenas; degradación de los recursos naturales; pérdida de biodiversidad, y consecuencias del cambio climático. La inestabilidad de los precios de los productos tropicales en los mercados internacionales repercute también en las economías locales. Muchos agricultores de todo el mundo tienen sus propios mecanismos de supervivencia, pero los esfuerzos por mejorar los medios de vida y hacer frente a los efectos previstos del cambio climático requerirán instituciones innovadoras y métodos creativos para la generación de ingresos y la seguridad.

Una estrategia que ofrece grandes posibilidades para un desarrollo atento al cambio climático es la diversificación de los productos agrícolas y agroforestales. Esta estrategia permite a los agricultores alimentarse y mantener un flujo de productos que pueden vender o intercambiar en el mercado local a pesar de las sequías, las plagas o los bajos precios de los mercados internacionales.

Un ejemplo es el de las pequeñas plantaciones de café en México. En 2001 y 2002 una caída dramática del precio internacional del café situó los precios en México por debajo de los costos de producción. Para ayudar a los agricultores, el gobierno del estado de Veracruz elevó el precio del café producido

en la zona estableciendo la “denominación de origen de Veracruz” y mediante subvenciones únicamente a los agricultores que cultivaban café de alta calidad en zonas situadas a más de 600 metros por encima del nivel del mar. Como esta política perjudicaba a los miles de productores que vivían en la zona de producción de baja calidad, por debajo de los 600 metros, el gobierno invitó a la Universidad Veracruzana a encontrar alternativas al monocultivo del café.

La diversificación de las tierras bajas dedicadas a la producción de café consiguió apoyo financiero a través del Fondo Común de los Productos Básicos, de las Naciones Unidas, con el patrocinio y supervisión de la Organización Internacional del Café. Comenzó en dos municipios con un grupo piloto de 1.500 agricultores, que vivían en comunidades remotas de 25 a 100 hogares.

Muchos de los agricultores habían producido tradicionalmente café en un sistema de multicultivo, lo que ofrecía la oportunidad de comprobar en cada parcela diferentes configuraciones de especies leñosas y herbáceas de valor económico y cultural: cedro rojo antillano y aguano (*Swietenia macrophylla*) (para madera y muebles), palo de hule (*Castilla elastica*), canelo, guayabo (como alimento y fitomedicina), *jatropha* (para alimento y biocombustible), pimienta inglesa, cacao, maíz, vainilla, chile y granadilla, junto

con el café. La población local estaba familiarizada con todos esos árboles, hierbas y productos, con excepción del canelo. Hay un considerable mercado potencial para la canela, que normalmente se importa. Los agricultores están aprendiendo ahora qué prácticas y configuraciones ofrecen el mejor potencial de producción en este sistema diversificado innovador.

Una cooperativa agrupó a los diferentes productos agrícolas que tenían valores de mercado semejantes pero con diferentes exposiciones a los riesgos asociados con el clima, las plagas y el mercado. Los resultados iniciales indican que esta agrupación parece funcionar satisfactoriamente, ya que mejora los medios de subsistencia y aumenta la capacidad de resistencia de las comunidades. La compañía ha podido vender todos los tipos de productos, algunos de ellos a precios mejores que antes del proyecto. En los dos primeros años, el proyecto introdujo un millón de árboles madereros autóctonos.

La población local observa que las prácticas han reducido la erosión y mejorado los suelos, lo que beneficia al ecosistema circundante al mismo tiempo que representa una protección frente a posibles inundaciones futuras asociadas con el cambio climático.

Fuente: contribución de Arturo Gómez-Pompa.

de la actual<sup>97</sup>. Las reservas, geográficamente inmóviles y muchas veces aisladas por la destrucción del hábitat, están mal equipadas para adaptarse a los cambios en la diversidad de especies como consecuencia del cambio climático. Un estudio de las zonas protegidas de Sudáfrica, México y Europa occidental estima que para 2050 pueden perderse entre el 6 y el 20% de las especies<sup>98</sup>. Además, las actuales reservas de tierra se ven amenazadas debido a las futuras presiones económicas y a la debilidad frecuente de los sistemas de regulación y observancia. En 1999 la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza determinó que menos de una cuarta parte de las zonas protegidas en 10 países en desarrollo estaban debidamente gestionadas y que más del 10% de las zonas protegidas estaban ya totalmente degradadas<sup>99</sup>. Al menos el 75% de las zonas forestales protegidas examinadas en África carecían de financiamiento a largo

plazo, aun cuando en el 94% de ellas participaban donantes internacionales<sup>100</sup>.

Un enfoque del uso de la tierra a escala del paisaje puede alentar una mayor biodiversidad fuera de las zonas protegidas, requisito fundamental para tener en cuenta los cambios del ecosistema, la dispersión de especies y la promoción de los servicios del ecosistema. El sector de la ecoagricultura tiene un futuro prometedor<sup>101</sup>. La idea consiste en mejorar la productividad de las tierras agrícolas y al mismo tiempo conservar la biodiversidad y mejorar las condiciones ambientales en las tierras circundantes. Con los métodos de la ecoagricultura, los agricultores pueden aumentar su producción y reducir sus costos, disminuir la contaminación agrícola y crear un hábitat para la biodiversidad (gráfico 3.7).

Las políticas eficaces de conservación de la biodiversidad ofrecen a los agricultores incentivos convincentes para reducir la conversión

**Gráfico 3.7 Simulación con computador del uso integrado de la tierra en Colombia**

*Fuente:* fotografía de Walter Galindo, tomada de los archivos de Fundación CIPAV (Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria), Colombia. La fotografía representa la finca La Sirena, en la cordillera Central, Valle del Cauca (Arango, 2003).

*Nota:* la primera fotografía es el paisaje real. La segunda imagen está generada con computador y en ella se observa qué aspecto tendría la zona si la productividad agrícola aumentara utilizando los principios de la ecoagricultura. La mayor productividad reduciría la presión de pastoreo sobre las laderas, lo que protegería las cuencas hidrográficas, secuestraría el carbono mediante la repoblación forestal y aumentaría el hábitat para la biodiversidad entre las distintas fincas.

de las zonas naturales a tierras de cultivo y proteger o incluso ampliar el hábitat de alta calidad en sus tierras. Otras opciones incluyen incentivos para establecer redes ecológicas y corredores entre las zonas protegidas y otros hábitats. Estudios realizados en Norteamérica y Europa revelan que las tierras detraídas de la producción agrícola convencional aumentan claramente la biodiversidad<sup>102</sup>.

Las prácticas agrícolas que fomentan la biodiversidad muchas veces tienen numerosos beneficios paralelos, como la reducción de la vulnerabilidad a los desastres naturales, el aumento de los ingresos y la productividad agrícolas y la mayor capacidad de resistencia al cambio climático. Durante el huracán Mitch, en 1998, las explotaciones que utilizaban prácticas ecoagrícolas sufrieron un 58, un 70 y un 99% menos daños en Honduras, Nicaragua y Guatemala, respectivamente, que las que utilizaban técnicas convencionales<sup>103</sup>. En Costa Rica, las barreras vegetativas contra vientos y las vallas aumentaron los ingresos que los agricultores obtuvieron de los pastizales y el café, al mismo tiempo que incrementaron la diversidad de aves<sup>104</sup>. En Zambia, el uso de árboles leguminosos<sup>105</sup> y de cultivos de cobertura herbáceos en las prácticas de barbecho mejoradas aumentó la fertilidad de los suelos, eliminó las malas hierbas y controló la erosión, lo que permitió triplicar los ingresos netos agrícolas anuales<sup>106</sup>. La polinización de las abejas es más eficaz cuando las tierras agrícolas están más próximas a hábitats naturales o seminaturales<sup>107</sup>, comprobación importante ya que 87 de los 107 cultivos alimentarios más importantes dependen de los polinizadores

animales<sup>108</sup>. Los sistemas de café cultivado a la sombra pueden proteger los cultivos de la temperatura extrema y la sequía<sup>109</sup>.

En Costa Rica, Nicaragua y Colombia los sistemas silvopastorales que integran los árboles con los pastizales están mejorando la sostenibilidad de la producción ganadera y diversificando y aumentando los ingresos de los agricultores<sup>110</sup>. Estos sistemas serán particularmente útiles como forma de adaptación al cambio climático, ya que los árboles conservan las hojas en la mayor parte de las sequías, lo que permite disponer de forraje y sombra y, de esa manera, estabilizar la producción de leche y carne. Pueden también mejorar la calidad del agua. La producción y los ingresos agrícolas pueden compaginarse con la conservación de la biodiversidad. De hecho, en muchos casos los ecosistemas intactos generan más ingresos que los que han sido objeto de conversión. En Madagascar, la gestión de un bosque de 2,2 millones de hectáreas a lo largo de 15 años costó US\$97 millones, si se tiene en cuenta el lucro cesante que se habría producido si la tierra se hubiera destinado a la agricultura. En cambio, los beneficios de un bosque bien gestionado (la mitad de ellos resultante de la protección de las cuencas hidrográficas y la reducción de la erosión del suelo) se valoraban entre US\$150 millones y US\$180 millones durante ese mismo período<sup>111</sup>.

Tras decenios de actividades de desarrollo se ha comprobado lo difícil que es en la práctica proteger los hábitats para la biodiversidad. No obstante, están apareciendo nuevos planes que ofrecen a los propietarios fuertes incentivos financieros para obtener la conversión de las tierras. Entre ellos se incluyen los sistemas que permiten generar ingresos gracias a los servicios que los ecosistemas ofrecen a la sociedad (véase el “Tema especial B”), las servidumbres para fines de conservación (que remuneran a los agricultores para que retiren de la producción las tierras en situación crítica)<sup>112</sup> y los derechos de desarrollo negociables<sup>113</sup>.

***El cambio climático requerirá una adopción más rápida de tecnologías y planteamientos que aumenten la productividad, hagan frente al cambio climático y reduzcan las emisiones***

***Deberán adoptarse varias opciones simultáneamente para aumentar la productividad.***

La investigación y la extensión agraria no han recibido el financiamiento debido en el pasado

decenio. La participación de la agricultura en la asistencia oficial para el desarrollo bajó del 17% en 1980 al 4% en 2007<sup>114</sup>, a pesar de que, según las estimaciones, la rentabilidad de las inversiones en investigación y extensión agraria es elevada (30-50%)<sup>115</sup>. Los gastos públicos en investigación y desarrollo en los países de ingreso bajo y mediano han aumentado lentamente desde 1980, de US\$6.000 millones en 1981 a US\$10.000 millones en 2000 (medidos de acuerdo con el poder adquisitivo del dólar en 2005), mientras que las inversiones privadas continúan siendo una pequeña parte (6%) de la investigación y desarrollo agrícola en esos países<sup>116</sup>. Esas tendencias deberán invertirse para que las sociedades puedan atender sus necesidades alimentarias.

La Evaluación Internacional del papel del Conocimiento, la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Agrícola (IAASTD), recientemente concluida, revelaba que para conseguir el desarrollo agrícola en un contexto de cambio climático se necesitará una combinación de planteamientos ya conocidos y nuevos<sup>117</sup>. En primer lugar, los países pueden aprovechar los conocimientos tradicionales de los agricultores. Estos conocimientos recogen una gran cantidad de opciones de adaptación y gestión de riesgos que tienen en cuenta las circunstancias específicas de cada lugar y pueden aplicarse con mayor amplitud. En segundo lugar, las políticas que modifican los precios relativos para los agricultores ofrecen grandes posibilidades de alentar prácticas que ayuden al mundo a adaptarse al cambio climático (aumentando la productividad) y a mitigarlo (reduciendo las emisiones agrícolas).

En tercer lugar, las prácticas agrícolas nuevas o no convencionales pueden incrementar la productividad y reducir las emisiones de carbono. Los agricultores están comenzando a adoptar la "agricultura de conservación", que incluyen prácticas como la labranza mínima (en la que la siembra se realiza con el mínimo trastorno para los suelos y la cobertura de residuos representa al menos el 30% de la superficie del suelo), la retención de los residuos y las rotaciones de cultivos. Estos métodos de labranza pueden aumentar los rendimientos<sup>118</sup>, controlar la erosión de los suelos y la escorrentía<sup>119</sup>, aumentar la eficiencia en el uso del agua y los nutrientes<sup>120</sup>, reducir los costos de producción y, en muchos casos, secuestrar el carbono<sup>121</sup>.

En 2008, las prácticas de labranza mínima se utilizaron en 100 millones de hectáreas (aproximadamente el 6,3% de la tierra de

cultivo mundial), es decir, prácticamente el doble que en 2001<sup>122</sup>. La mayoría del cambio ha tenido lugar en los países desarrollados, ya que esta técnica requiere la utilización de equipo pesado y no se ha adaptado a las condiciones de Asia y África<sup>123</sup>. La labranza mínima hace también que sea más complejo el control de las malas hierbas, las plagas y las enfermedades, por lo que exige mejores prácticas de gestión<sup>124</sup>.

No obstante, en el sistema agrícola de producción de arroz y trigo de la llanura del Indo-Ganges de la India, los agricultores introdujeron en 2005 el cultivo sin labranza en 1,6 millones de hectáreas<sup>125</sup>. En 2007-08, sólo en dos estados de la India (Haryana y Punjab) se producía con el sistema de labranza mínima entre el 20 y el 25% del trigo, lo que representaba un total de 1,26 millones de hectáreas<sup>126</sup>. Los rendimientos aumentaron entre un 5 y un 7%, y los costos disminuyeron US\$52 por hectárea<sup>127</sup>. Aproximadamente el 45% de la tierra de labranza del Brasil se cultiva utilizando esas prácticas<sup>128</sup>. Es probable que el uso de la labranza mínima continúe extendiéndose, sobre todo si puede acogerse al sistema de pagos por concepto de secuestro de carbono del suelo en un mercado del carbono obligatorio.

La biotecnología puede ofrecer un enfoque adecuado para considerar las soluciones de compromiso entre estrés de la tierra y el agua y productividad agrícola, ya que podría mejorar la productividad de los cultivos, aumentar la adaptación de éstos al estrés climático –por ejemplo el asociado con la sequía y el calor–, mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, reducir el uso de plaguicidas y herbicidas y modificar las plantas de manera que se consiga una materia prima de mejor calidad para los biocombustibles (recuadro 3.6). No obstante, es poco probable que la modificación genética repercuta en la productividad del agua a corto plazo<sup>129</sup>.

Las prácticas agrícolas con un planteamiento climático inteligente mejoran los medios de subsistencia rurales al mismo tiempo que logran la mitigación y la adaptación al cambio climático. Las nuevas variedades de cultivos, las rotaciones más amplias (en particular en el caso de los cultivos perennes), la menor utilización de la tierra de barbecho, la labranza y conservación, los cultivos de cobertura y el biocarbón pueden incrementar el almacenamiento de carbono (recuadro 3.7). El drenaje de los arrozales al menos una vez durante el período vegetativo y la distribución

### RECUADRO 3.6 *Los cultivos resultantes de la biotecnología podrían ayudar a los agricultores a adaptarse al cambio climático*

La selección convencional y la fitogenética han conseguido variedades modernas e importantes avances en la productividad. En el futuro, la combinación de la fitogenética y la selección de las características preferidas con procedimientos de modificación genética será probablemente la contribución más importante para el logro de cultivos mejor adaptados a las plagas, las sequías y otras formas de estrés ambiental que acompañan al cambio climático.

Algunos cultivos con características genéticamente modificadas han conocido un amplio proceso de comercialización durante los 12 últimos años. En 2007, se plantaron variedades de cultivos transgénicos en 114 millones de hectáreas, en la mayoría de los casos resistentes a los insectos o tolerantes a los herbicidas. Más del 90% de esa superficie correspondió a sólo cuatro países (Argentina, Brasil, Canadá y los Estados Unidos). Estas tecnologías reducirán significativamente la contaminación ambiental, aumentarán la productividad de los cultivos, reducirán los costos de producción y disminuirán las emisiones de óxido nítrico. Hasta la fecha, los programas genéticos han producido variedades de cultivos, en particular de yuca y maíz, que resisten a varias plagas y enfermedades, y pueden encontrarse variedades de soja, colza, algodón y maíz tolerantes a los herbicidas. Los agricultores que utilizan cultivos genéticamente modificados resistentes a los insectos han reducido el volumen de plaguicidas que utilizan y el número de ingredientes activos de los herbicidas que aplican.

Se han identificado, y se están evaluando sobre el terreno, los genes que afectan directamente al rendimiento de los cultivos y los

asociados con la adaptación a varios tipos de estrés. Las nuevas variedades podrían mejorar la respuesta de los cultivos a los suministros de agua poco fiables y la forma en que convierten el agua. La obtención de plantas que puedan sobrevivir períodos más prolongados de sequía será todavía más trascendental para la adaptación al cambio climático. Experimentos iniciales y pruebas sobre el terreno de cultivos genéticamente modificados parecen indicar que es posible conseguir progresos sin interferencias con los rendimientos durante los períodos que no son de sequía, solución de compromiso problemática para las variedades tolerantes a la sequía obtenidas a través de la genética convencional. El maíz tolerante a la sequía está ya próximo a la comercialización en los Estados Unidos y ha comenzado su proceso de desarrollo con vistas a su utilización en África y Asia.

No obstante, los cultivos genéticamente modificados suscitan controversia, y hay que tener en cuenta los problemas relacionados con su aceptación y seguridad. La opinión pública se muestra preocupada por las dimensiones éticas de la alteración deliberada de material genético así como acerca de sus posibles riesgos para la inocuidad de los alimentos y el medio ambiente. Después de más de 10 años de experiencia, no se ha producido ni un sólo caso documentado de alimentos genéticamente modificados que hayan repercutido negativamente en la salud humana; sin embargo la aceptación popular es todavía limitada. Entre los riesgos ambientales se encuentran la posibilidad de polinización cruzada de las plantas genéticamente modificadas con las variedades silvestres afines, la creación de

malas hierbas agresivas con mayor resistencia a las enfermedades y la rápida evolución de nuevos biotipos de plagas adaptados a las plantas genéticamente modificadas. No obstante, las pruebas científicas y 10 años de uso comercial revelan que las salvaguardias, cuando son adecuadas, pueden evitar que las plagas sean más resistentes e impedir los daños ambientales resultantes de la producción comercial de cultivos transgénicos, como la transferencia de genes a las variedades silvestres afines. La biodiversidad de los cultivos puede disminuir si un número menor de cultivares genéticamente modificados desplaza a los cultivares tradicionales, pero este riesgo existe también con variedades obtenidas por medios convencionales. Los efectos en la biodiversidad pueden reducirse introduciendo diversas variedades de un cultivo genéticamente modificado, como en la India, donde hay más de 110 variedades de algodón Bt (*Bacillus thuringiensis*). Aunque la trayectoria de los cultivos genéticamente modificados es satisfactoria, el establecimiento de un sistema regulador de la bioseguridad de base científica es requisito imprescindible para poder evaluar, caso por caso, los riesgos y beneficios, comparando los posibles riesgos con las tecnologías alternativas y teniendo en cuenta la característica y el contexto agroecológico específico para su utilización.

Fuentes: Benbrook, 2001; FAO, 2005; Gruere, Mehta-Bhatt y Sengupta, 2008; James, 2000; James, 2007; James, 2008; Normile, 2006; Phipps y Park, 2002; Rosegrant, Cline y Valmonte-Santos, 2007; Banco Mundial, 2007c.

de residuos de paja de arroz en el suelo entre períodos vegetativos sucesivos podría reducir las emisiones de metano un 30%<sup>130</sup>. Las emisiones de metano resultantes de las actividades ganaderas pueden recortarse también utilizando piensos de mayor calidad, estrategias de alimentación más precisas y prácticas de pastoreo mejoradas<sup>131</sup>. Una mejor ordenación de los pastos podría conseguir, por sí sola, aproximadamente el 30% del potencial de reducción de los gases de efecto invernadero resultantes de la agricultura (1,3 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>e al año para 2030 en 3.000 millones de hectáreas de todo el mundo)<sup>132</sup>.

A medida que los países intensifiquen la producción agrícola, se harán más patentes

los efectos ambientales de las prácticas relacionadas con la fertilidad de los suelos<sup>133</sup>. Los países desarrollados y muchos lugares de Asia y América Latina pueden reducir el uso de fertilizantes para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y la escorrentía de nutrientes, nociva para los ecosistemas acuáticos. El cambio de la tasa y el ritmo de las aplicaciones de fertilizantes reduce las emisiones de óxido nítrico procedente de los microbios del suelo. El nitrógeno de difusión controlada<sup>134</sup> aumenta la eficiencia (rendimiento por unidad de nitrógeno), pero hasta ahora resulta demasiado costoso para muchos agricultores de países en desarrollo<sup>135</sup>. Los nuevos inhibidores biológicos que reducen

### RECUADRO 3.7 *El biocarbón podría secuestrar el carbono y aumentar los rendimientos en gran escala*

Los científicos que investigan algunos suelos excepcionalmente fértiles de la cuenca amazónica han comprobado que el suelo estaba alterado por antiguos procesos de producción de carbón vegetal. La población indígena quemaba biomasa húmeda (residuos de cultivos y estiércol) a temperaturas bajas en ausencia casi total de oxígeno. El producto era un sólido semejante al carbón vegetal con un contenido de carbono muy elevado, conocido con el nombre de biocarbón. Los científicos han reproducido este proceso en contextos industriales modernos de varios países.

El biocarbón parece ser muy estable en el suelo. Los estudios sobre la viabilidad técnica y económica de esta técnica continúan, y algunos resultados indican que el biocarbón puede secuestrar el carbono en el suelo

durante centenares e incluso miles de años, mientras que otros parecen indicar que en algunos suelos los beneficios son mucho menores. De todas formas, el biocarbón puede secuestrar el carbono que, de lo contrario, se liberaría en la atmósfera mediante combustión o descomposición.

Así, pues, el biocarbón podría tener un gran potencial de mitigación del carbono. Por ejemplo, en los Estados Unidos los desechos de biomasa forestales y agrícolas, más la biomasa que podría cultivarse en tierras actualmente baldías, ofrecerían material suficiente para que el país retuviera el 30% de sus emisiones de combustibles fósiles mediante esa técnica. El biocarbón puede aumentar también la fertilidad de los suelos. Se aglutina con los nutrientes y, por tanto, podría ayudar a regenerar tierras degradadas

así como a reducir la necesidad de fertilizantes artificiales y, por tanto, la contaminación de los ríos y arroyos. El potencial existe. Pero existen también dos problemas: demostrar las propiedades químicas y elaborar mecanismos para su aplicación en gran escala.

En relación con este tema, se necesitan investigaciones sobre las siguientes materias: las metodologías para medir el potencial del biocarbón para el secuestro de carbono a largo plazo, la evaluación de los riesgos ambientales, el comportamiento del biocarbón en diferentes tipos de suelos, la viabilidad económica, y los posibles beneficios en los países en desarrollo.

Fuentes: Lehmann, 2007a; Lehmann, 2007b; Sohi y otros, 2009; Wardle, Nilsson y Zackrisson, 2008; Wolf, 2008.

la volatilización del nitrógeno podrían conseguir en gran parte los mismos objetivos en forma más económica. Es probable que sean mejor aceptados por los agricultores, ya que no requieren faenas agrícolas adicionales y suponen sólo un pequeño cambio en la gestión<sup>136</sup>. Si los productores y agricultores tienen incentivos para aplicar la tecnología de los nuevos fertilizantes y utilizar éstos con eficiencia, muchos países podrían mantener el crecimiento agrícola incluso reduciendo las emisiones y la contaminación del agua.

Por el contrario, en África subsahariana la fertilidad natural del suelo es baja, y los países no pueden dejar de utilizar más fertilizantes inorgánicos. Los programas integrados de gestión adaptativa con comprobaciones y supervisión adaptados al lugar pueden reducir el riesgo de uso excesivo de fertilizantes. Pero estos programas son todavía raros en la mayoría de los países en desarrollo, ya que no ha habido una inversión pública suficiente en servicios de investigación, extensión e información para una aplicación eficaz, tema recurrente de este capítulo.

Una política acertada sobre el uso de fertilizantes, parte integrante del necesario aumento de la productividad agrícola en el mundo en desarrollo, debe conseguir que los fertilizantes sean asequibles para los pobres<sup>137</sup>. Incluye también programas más amplios, como el de Promoción de los insumos agrícolas en Kenia, que colabora con compañías locales y filiales de empresas internacionales de semillas para mejorar los insumos agrícolas (mediante

la formulación de fertilizantes que utilicen minerales localmente disponibles, el suministro de variedades de semillas mejoradas y la distribución de fertilizantes en las zonas rurales) y para promover prácticas agronómicas aceptadas (aplicación correcta de fertilizantes, ordenación de los suelos, lucha eficaz contra las malas hierbas y las plagas).

### Más producción y mejor protección en las pesquerías y la acuicultura

#### *Los ecosistemas marinos se verán sometidos a un estrés al menos tan grande como el de los terrestres*

Los océanos han absorbido aproximadamente la mitad de las emisiones antropogénicas registradas desde 1800<sup>138</sup>, y más del 80% del calor asociado con el calentamiento mundial<sup>139</sup>. El resultado es un océano en proceso de calentamiento y acidificación, que cambia a un ritmo sin precedentes como consecuencia de los efectos producidos en todo el mundo acuático (véase el “Tema especial A” sobre la ciencia del cambio climático)<sup>140</sup>.

*La ordenación basada en el ecosistema puede ayudar a coordinar una respuesta eficaz a las pesquerías en crisis.* Incluso sin el cambio climático, entre el 25 y el 30% de las poblaciones de peces marinos están sobreexplotadas, agotadas o en proceso de recuperación del agotamiento, y por tanto su rendimiento es inferior al potencial máximo. Aproximadamente el 50% de las poblaciones están plena-

mente explotadas y las capturas han alcanzado o están próximas a sus límites sostenibles máximos, lo que significa que no hay espacio para una nueva expansión. La proporción de poblaciones insuficiente o moderadamente explotadas descendió desde el 40% a mitad del decenio de 1970 hasta el 20% en 2007<sup>141</sup>. Quizá sea posible aumentar el valor generado por el pescado capturado, por ejemplo, reduciendo las capturas incidentales, que según las estimaciones representan una cuarta parte de las capturas mundiales<sup>142</sup>. Es probable que se haya alcanzado ya el potencial máximo de las pesquerías en los océanos del mundo y sólo algunas prácticas más sostenibles puedan mantener la productividad del sector<sup>143</sup>.

La ordenación basada en los ecosistemas, que considera todo un ecosistema más que una especie o un lugar determinado y reconoce al hombre como elemento integrante del sistema, puede proteger estratégicamente la estructura, el financiamiento y los procesos clave de los ecosistemas costeros y marinos<sup>144</sup>. Entre las políticas pertinentes se incluyen la ordenación costera, la ordenación por zonas, las zonas marítimas protegidas, los límites del esfuerzo y los artes de pesca, la concesión de licencias, la zonificación y la aplicación de las leyes sobre la zona costera. Para ordenar con eficacia los ecosistemas marinos habrá que gestionar también las actividades realizadas en tierra para reducir los episodios de eutrofización que padecen los ecosistemas marinos, como los arrecifes de coral, en muchos lugares del mundo<sup>145</sup>. El valor económico de los arrecifes de coral puede ser muchas veces superior al de la agricultura que provocó los problemas<sup>146</sup>.

El mundo en desarrollo ha registrado ya varios éxitos en este terreno. Un programa en el arrecife de Danajon Bank, en las Filipinas centrales, ha comenzado a aumentar la biomasa de peces con respecto al nivel histórico<sup>147</sup>. De hecho, algunos países en desarrollo aplican la gestión basada en los ecosistemas con mayor eficacia que muchos países desarrollados<sup>148</sup>.

El cambio climático generará nuevas presiones –alza prevista de los precios de los alimentos, mayor demanda de proteína de pescado y necesidad de proteger los ecosistemas marinos– que podrían impulsar a los gobiernos a adoptar reformas propuestas desde hace tiempo. Entre ellas se incluyen la reducción de las capturas a niveles sostenibles, y la supresión de las subvenciones masivas, que fomentan el exceso de capacidad de las

flotas pesqueras<sup>149</sup>. El número anual de buques de pesca de nueva construcción es menos del 10% del nivel registrado en los últimos años del decenio de 1980, pero el exceso de capacidad continúa siendo todavía un problema<sup>150</sup>. El costo mundial de la mala gestión de las pesquerías de captura marinas se estima en US\$50.000 millones al año<sup>151</sup>. Las cuotas de captura basadas en derechos pueden representar un incentivo individual y comunitario para las capturas sostenibles. Estos planes pueden otorgar derechos a diversas formas de acceso concreto, incluida la pesca de base comunitaria, además de imponer contingentes de pesca individuales<sup>152</sup>.

### *La acuicultura ayudará a atender la demanda creciente de alimentos*

El pescado y los crustáceos y moluscos aportan actualmente en torno al 8% de la proteína animal mundial consumida<sup>153</sup>. Con un crecimiento demográfico mundial de aproximadamente 78 millones de personas al año<sup>154</sup>, la producción de pescado y crustáceos y moluscos debe crecer unos 2,2 millones de toneladas métricas cada año para mantener el consumo actual de 29 kilogramos por persona y año<sup>155</sup>. Si las poblaciones de peces de captura no llegan a recuperarse, sólo la acuicultura podrá atender la demanda futura<sup>156</sup>.

La acuicultura aportó el 46% del suministro alimentario de pescado en el mundo en 2006<sup>157</sup>, con un crecimiento medio anual (7%) superior al crecimiento de la población en los últimos decenios. La productividad se ha duplicado en algunas especies, lo que ha contribuido a bajar los precios y a ampliar los mercados<sup>158</sup>. La producción está dominada por los países en desarrollo, en particular en la región de Asia y el Pacífico. Del pescado consumido en China, el 90% procede de la acuicultura<sup>159</sup>.

La demanda de pescado procedente de la acuicultura aumentará según las previsiones (gráfico 3.8), pero el cambio climático repercutirá en las actividades acuícolas en todo el mundo. La elevación del nivel del mar, la mayor gravedad de las tormentas y la irrupción de agua salada en los principales deltas fluviales de los trópicos provocarán daños en la acuicultura, que está basada en especies con limitada tolerancia salina, como el bagre en el delta del Mekong. El aumento de las temperaturas del agua en las zonas templadas puede hacer que se supere el intervalo óptimo de temperatura de los organismos cultivados. Además, a medida que suben las

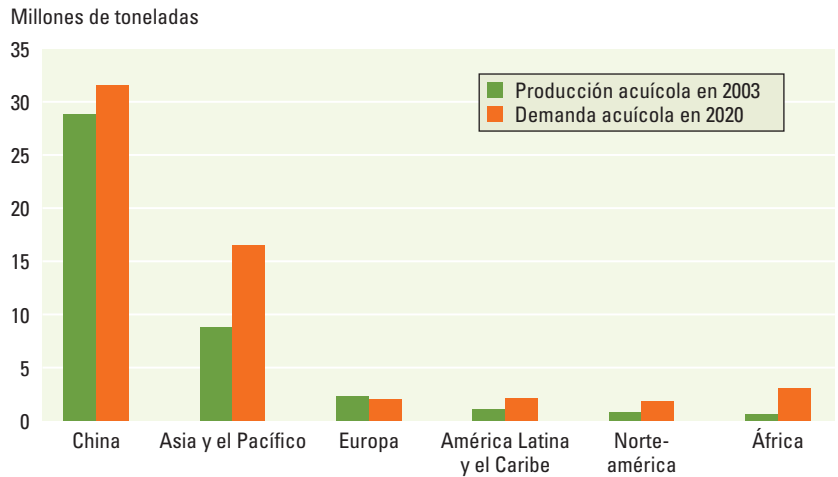


temperaturas, es de prever una mayor incidencia e impacto de las enfermedades que afectan a la acuicultura<sup>160</sup>.

Según las previsiones, la acuicultura crecerá a un ritmo del 4,5% anual entre 2010 y 2030<sup>161</sup>. Pero el crecimiento sostenible de este sector depende de que se superen dos grandes obstáculos. El primero es el uso excesivo de proteínas y aceites de pescado como harina de pescado, que mantiene la presión sobre la pesca de captura<sup>162</sup>. El crecimiento de la acuicultura deberá proceder de especies que no dependan de los piensos obtenidos de la harina de pescado; en la actualidad, el 40% de la acuicultura utiliza piensos industriales, en gran parte procedentes de los ecosistemas marinos y costeros, ya sometidos a fuerte presión<sup>163</sup>. Los piensos de origen vegetal utilizados en la acuicultura (como los basados en las semillas oleaginosas) ofrecen perspectivas prometedoras<sup>164</sup>, y en algunos casos han sustituido por completo a la harina de pescado en las dietas de los peces herbívoros y omnívoros, sin poner en peligro el crecimiento ni los rendimientos<sup>165</sup>. La importancia del cultivo de especies herbívoras y omnívoras –actualmente, en torno al 7% de la producción total– está justificada desde el punto de vista de la eficiencia y los recursos<sup>166</sup>. Por ejemplo, para producir en los sistemas acuícolas 1 kilogramo de salmón, de peces de aleta marinos o de camarón se necesita una gran concentración de recursos, que supone el consumo de 2,5 a 5 kilogramos de pescado como pienso por cada kilogramo de alimento producido<sup>167</sup>.

En segundo lugar, la acuicultura puede provocar problemas ambientales. La acuicultura costera ha sido la causante del 20-50% de las pérdidas de manglares en todo el mundo<sup>168</sup>; las nuevas pérdidas pondrían en peligro la capacidad de resistencia climática de los ecosistemas y aumentarían la vulnerabilidad de las poblaciones frente a las tormentas tropicales. La acuicultura puede dar lugar también a la descarga de desechos en los ecosistemas marinos, lo que en algunas zonas contribuye a la eutrofización. Las nuevas técnicas de gestión de efluentes –como la recirculación del agua<sup>169</sup>, una mejor calibración de los piensos, y el cultivo integrado y los policultivos que permiten criar simultáneamente organismos complementarios para reducir los desechos<sup>170</sup>– pueden disminuir los efectos ambientales. Lo mismo cabe decir de un desarrollo adecuado de la acuicultura en las masas de agua insuficientemente explotadas, como los arrozales, los canales de riego

**Gráfico 3.8 La demanda de pescado procedente de la acuicultura aumentará, sobre todo en Asia y África**



Fuente: De Silva y Soto, 2009.

y los estanques estacionales. Los planes de agricultura-acuicultura integrada promueven el reciclado de los nutrientes, lo que permite que los desechos procedentes de la acuicultura se conviertan en un insumo (fertilizantes) para la acuicultura, y viceversa, con lo que se mejoraría el uso de los recursos y se reduciría la contaminación<sup>171</sup>. Estos sistemas han diversificado los ingresos y suministrado proteína a los hogares en muchas zonas de Asia, América Latina y África subsahariana<sup>172</sup>.

### Concertar acuerdos internacionales flexibles

La ordenación de los recursos naturales a fin de hacer frente al cambio climático implica una mayor colaboración internacional. Exige también un comercio internacional de alimentos más fiable para que los países estén en mejores condiciones de hacer frente a las crisis climáticas y a la reducción del potencial agrícola.

#### Los países que comparten cursos de agua deberán llegar a un acuerdo sobre la manera de gestionarlos

Aproximadamente una quinta parte de los recursos de agua dulce renovables del mundo atraviesan o forman fronteras internacionales; en algunas regiones, en particular en los países en desarrollo, la proporción es muy superior. No obstante, sólo el 1% de dichas aguas está contemplada en algún tipo de tratado<sup>173</sup>. Además, pocos de los tratados existentes sobre los cursos de agua internacionales

incluyen a todos los países asociados con el curso de agua en cuestión<sup>174</sup>. La Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos de la navegación, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1997, no ha conseguido todavía el número suficiente de ratificaciones para entrar en vigor<sup>175</sup>.

La cooperación entre los países ribereños es fundamental para responder a los desafíos del agua provocados por el cambio climático. Esta cooperación puede conseguirse únicamente mediante acuerdos integradores que hagan a todos los países ribereños responsables de la ordenación conjunta y el uso compartido del curso de agua y que permitan hacer frente a la creciente variabilidad asociada tanto con las sequías como con las inundaciones. Normalmente, los acuerdos sobre el agua están basados en la asignación de cantidades fijas a cada parte; el cambio climático hace que este concepto resulte problemático. Las asignaciones basadas en porcentajes del volumen del caudal serían una solución mejor para hacer frente a la variabilidad. Todavía sería mejor un enfoque de “distribución de beneficios”, basado no en el volumen de agua sino en los valores económicos, sociales, políticos y ambientales asociados con su uso<sup>176</sup>.

### ***Los países deberán colaborar mutuamente para gestionar mejor las pesquerías***

El pescado es el más internacional de los alimentos. Un tercio de la producción pesquera mundial es objeto de comercio internacional, lo que representa el coeficiente más elevado entre todos los productos básicos primarios<sup>177</sup>. A medida que han disminuido las poblaciones de peces, Europa, Norteamérica y muchas naciones asiáticas han comenzado a importar más pescado de los países en desarrollo<sup>178</sup>. Esta demanda creciente, junto con la excesiva capitalización de algunas flotas pesqueras (la flota europea es 40 veces mayor de lo necesario en función de las poblaciones de peces), está extendiendo el agotamiento de los recursos marinos al Mediterráneo meridional, África occidental y Suramérica. A pesar de que el comercio internacional de productos pesqueros representa un valor de varios miles de millones de dólares al año, los países en desarrollo reciben relativamente poco en concepto de derechos de pesca de las flotas pesqueras extranjeras que faenan en sus aguas. Incluso en la pesquería del Pacífico

occidental, rica en túnidos, los pequeños Estados insulares en desarrollo reciben sólo aproximadamente el 4% del valor de los túnidos capturados<sup>179</sup>. El cambio climático, que modificará la distribución de las poblaciones icticas, cambiará las redes alimentarias y perturbará la fisiología de esas especies ya sometidas a presión, sólo contribuirá a empeorar la situación<sup>180</sup>. Las flotas que comprueban el descenso constante de las poblaciones pueden desplazarse a aguas más distantes, y deberán negociarse nuevos acuerdos sobre la manera de compartir los recursos.

Para facilitar la adaptación y regular los derechos de pesca, es importante establecer regímenes internacionales de ordenación de los recursos, de alcance tanto jurídico como institucional, y los correspondientes sistemas de supervisión. Estos acuerdos podrían facilitarse mediante el fortalecimiento de las organizaciones regionales de ordenación de la pesca<sup>181</sup>. El Programa del gran ecosistema marino de la corriente de Benguela es una novedad prometedora. El ecosistema de Benguela, que se extiende a lo largo de la costa occidental de Angola, Namibia y Sudáfrica, es uno de los más productivos del mundo, y sustenta una importante reserva de biodiversidad en que se incluyen peces, aves marinas y mamíferos marinos. Dentro del ecosistema hay ya pruebas de que el cambio climático está desplazando desde los trópicos hacia los polos a algunas especies comerciales clave<sup>182</sup>. Este cambio agrava las presiones ya existentes como consecuencia de la sobrepesca, la extracción de diamantes y la explotación del petróleo y el gas. Angola, Namibia y Sudáfrica establecieron en 2006 la Comisión de la Corriente de Benguela, primera institución semejante creada para un gran ecosistema marino. Los tres países se comprometieron a ordenar en forma integrada esa pesquería a fin de realizar las adaptaciones necesarias al cambio climático<sup>183</sup>.

### ***Un comercio de productos agrícolas más fiable ayudará a los países que sufren episodios meteorológicos extremos imprevistos***

Aun cuando los agricultores, empresas, gobiernos y administradores de los recursos hídricos aumenten espectacularmente la productividad de la tierra y el agua, algunas partes del mundo no tendrán agua suficiente para producir siempre todos los alimentos que necesitan. La decisión sobre el volumen de alimentos que se debe importar o producir en el propio país está

relacionada con la productividad agrícola y la gestión del agua (recuadro 3.8). La búsqueda de la autosuficiencia alimentaria cuando la dotación de recursos y el potencial de crecimiento son insuficientes impondrá elevados costos económicos y ambientales.

Muchos países importan ya una parte considerable de sus alimentos –la mayoría de los países árabes importan al menos la mitad de las calorías alimentarias que consumen– y el deterioro de la situación hace que todos los países deban prepararse para posibles pérdidas de sus cosechas<sup>184</sup>. El cambio climático hará que los países actualmente áridos lo sean todavía más, lo que incrementará la demanda asociada con el crecimiento de los ingresos y las poblaciones. Por esto, será mayor el número de personas que vivan en regiones que importen sistemáticamente una parte considerable de sus alimentos cada año. Además, serán también más las personas que vivan en países con crisis en su propia agricultura, ya que el cambio climático aumenta la probabilidad y gravedad de los episodios climáticos extremos. Varias situaciones hipotéticas mundiales prevén un aumento del 10-40% de las importaciones netas realizadas

por los países en desarrollo como consecuencia del cambio climático<sup>185</sup>. Según las proyecciones, el volumen del comercio de cereales se duplicará con creces para 2050, y el comercio de productos cárnicos se multiplicará por más de cuatro<sup>186</sup>. La mayoría de la creciente dependencia de las importaciones de alimentos corresponderá a países en desarrollo<sup>187</sup>.

Como puso de manifiesto la fuerte subida de los precios de los alimentos en 2008, el mercado mundial de alimentos es inestable. ¿Por qué se disparan los precios? En primer lugar, los mercados de los cereales son reducidos: sólo se exporta el 18% del trigo y el 6% del arroz en todo el mundo. El resto se consume allí donde se cultiva<sup>188</sup>. Y sólo algunos países exportan cereales (mapa 3.5). En esos mercados poco desarrollados, bastan pequeños cambios en la oferta o en la demanda para provocar una gran diferencia en los precios. En segundo lugar, las existencias mundiales de alimentos per cápita se encontraban en uno de los niveles más bajos registrados. En tercer lugar, debido al crecimiento del mercado de los biocombustibles, algunos agricultores renunciaron a la producción de alimentos, lo que contribuyó significativamente a que sus precios mundiales subieran.

### RECUADRO 3.8 Las autoridades de Marruecos deben lograr difíciles soluciones de compromiso en las importaciones de cereales

Marruecos, con graves problemas de agua y una población en crecimiento, importa la mitad de sus cereales. Incluso en ausencia del cambio climático, si desea mantener las importaciones de cereales en un nivel no superior al 50% de la demanda sin aumentar el uso de agua, tendría que introducir mejoras técnicas para conseguir una combinación de dos opciones: o un 2% más de producción por unidad de agua destinada a los cereales de regadío o un 1% más de producción por unidad de tierra en las zonas de secano (línea azul del gráfico).

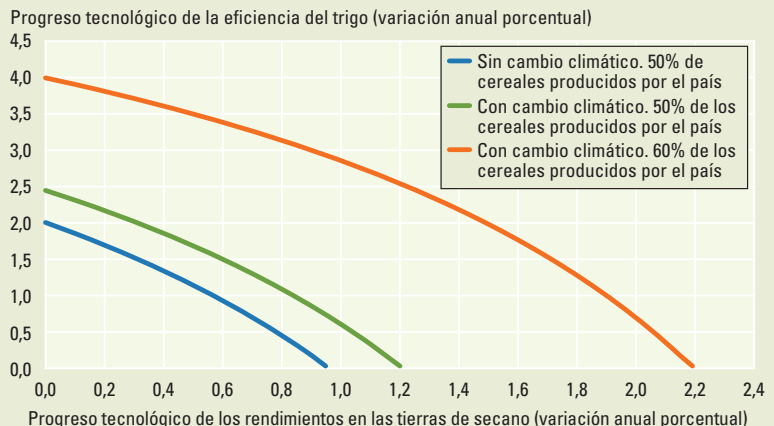
Si se tienen también en cuenta los efectos de la subida de temperaturas y la reducción de las precipitaciones, la tarea resulta todavía más ardua: el progreso tecnológico deberá ser un 22-33% más rápido que sin el cambio climático (según los instrumentos normativos seleccionados) (línea verde del gráfico). Pero si el país desea más protección frente a las crisis climáticas internas en la agricultura y frente a las crisis de los precios del mercado y decide elevar la parte de su consumo producido internamente del 50 al 60%, tiene que aumentar la eficiencia del

agua cada año un 4% en la agricultura de regadío, o un 2,2% en las zonas de secano, o una combinación de ambas opciones (línea naranja). En otras palabras, una respuesta resistente al cambio climático podría obligar a Marruecos a adoptar mejoras técnicas con una rapidez entre un 100 y un 140%

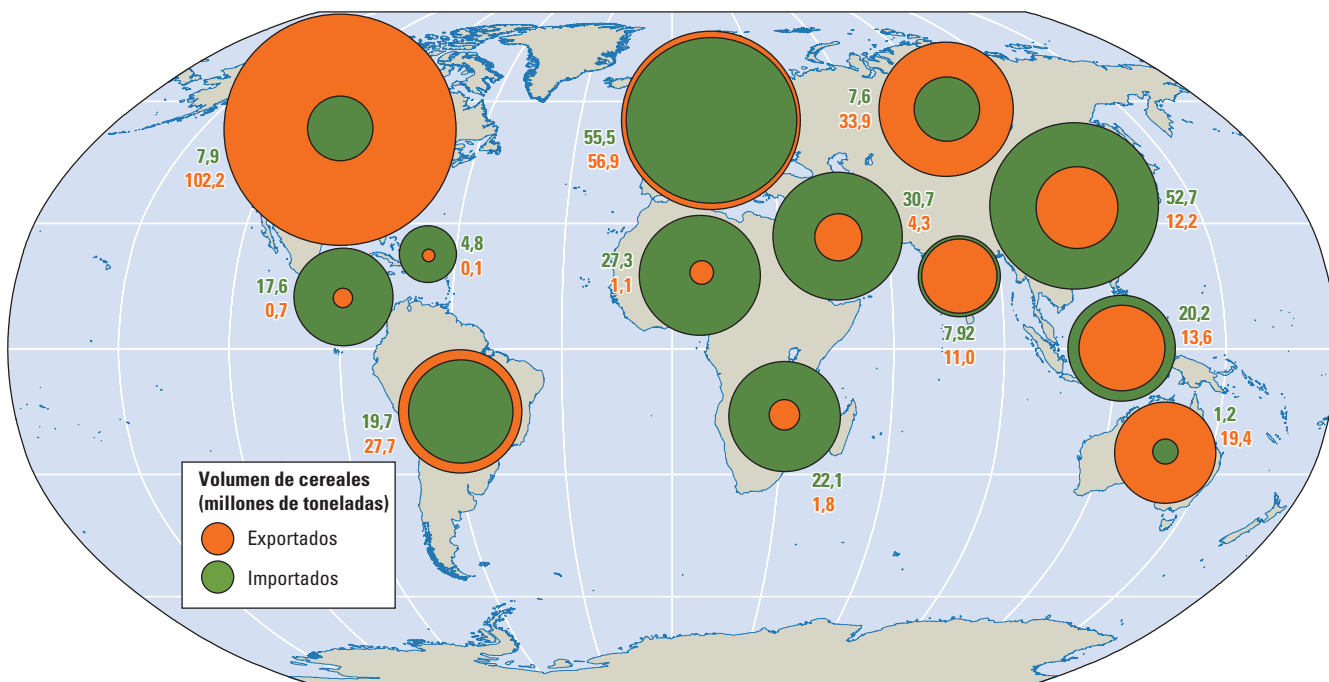
mayor que en ausencia de cambio climático. La reducción de las importaciones netas sólo podría conseguirse si Marruecos consiguiera un nivel muy superior de eficiencia interna.

Fuente: Banco Mundial, de próxima aparición.

#### Logro de la autosuficiencia cerealera sin aumentar el uso del agua en Marruecos



Mapa 3.5 El comercio mundial de cereales depende de las exportaciones de un reducido número de países



Fuente: FAO, 2009c.

Nota: las exportaciones e importaciones anuales están basadas en el promedio de cuatro años (2002-06).

Cuando los países no confían en los mercados internacionales, responden al alza de los precios con medidas que empeoran la situación todavía más. En 2008, muchos países restringieron las exportaciones o controlaron los precios para tratar de reducir los efectos de la subida de éstos en sus propias poblaciones, como ocurrió en Argentina, la India, Kazajstán, Paquistán, Rusia, Ucrania y Viet Nam. La India prohibió las exportaciones de arroz y legumbres y Argentina elevó los impuestos de exportación aplicables a la carne de bovino, el maíz, la soja y el trigo<sup>189</sup>.

Las prohibiciones de exportación o los aranceles de exportación elevados hacen que el mercado internacional se contraiga y sea más inestable. Por ejemplo, la restricción de las exportaciones de arroz en la India repercute negativamente en los consumidores de Bangladesh y reduce los incentivos de los productores de arroz de la India a invertir en la agricultura, que es un factor de crecimiento a largo plazo. Además, las prohibiciones de exportación estimulan la formación de cárteles, minan la confianza en el comercio y fomentan el proteccionismo. Los controles de precios internos pueden también producir el efecto contrario del deseado, desviando los recursos de quienes más los necesitan y

reduciendo los incentivos para que los agricultores produzcan más alimentos.

### **Los países pueden adoptar medidas para mejorar el acceso a los mercados**

Los países pueden tomar medidas unilaterales para mejorar su acceso a los mercados internacionales de alimentos, recurso de especial importancia para los países pequeños cuyas acciones no afectan al mercado pero importan una gran parte de sus alimentos. Uno de los medios más sencillos es mejorar los métodos de adquisición. Los avances tecnológicos utilizados en la convocatoria de licitaciones para la importación de alimentos, como la licitación electrónica y los productos de crédito y cobertura avanzados, pueden ayudar a los gobiernos a conseguir una solución más aceptable. Otra opción sería flexibilizar las leyes nacionales que prohíben la adquisición multinacional, de manera que los pequeños países puedan agruparse para conseguir economías de escala<sup>190</sup>.

Una tercera medida es la gestión activa de las existencias. Los países necesitan medidas ambiciosas de constitución de existencias nacionales e instrumentos de vanguardia de cobertura frente a riesgos, de manera que se combinen las pequeñas existencias físicas con existencias virtuales adquiridas a través

de futuros y opciones. Los modelos indican que los futuros y opciones podrían haber ahorrado a Egipto entre el 5 y el 24% de los aproximadamente US\$2.700 millones que gastó en la compra de trigo entre noviembre de 2007 y octubre de 2008, mientras los precios subían vertiginosamente<sup>191</sup>. La intervención mundial colectiva en favor de la gestión de las existencias ayudaría también a evitar que los precios subieran de repente de forma excesiva. Una pequeña reserva física de alimentos permitiría responder sin problemas a las emergencias alimentarias. Una reserva internacional coordinada de alimentos podría hacer menos perentoria la autosuficiencia de cereales. Y una reserva virtual innovadora podría evitar las alzas repentinas de los precios de mercado y mantener precios más en consonancia con los factores fundamentales del mercado a largo plazo, sin riesgo para las reservas mundiales coordinadas<sup>192</sup>.

La protección de los servicios de transporte frente a las inclemencias meteorológicas es también fundamental para garantizar el acceso a los mercados a lo largo de todo el año, sobre todo en países como Etiopía, con precipitaciones regionales muy variables. El aumento de las inversiones para mejorar la logística de la cadena de suministros –carreteras, puertos, instalaciones aduaneras, mercados al por mayor, puentes-báscula y almacenes– ayudaría a ofrecer más alimentos a los consumidores a un precio más bajo. Pero se necesita también infraestructura institucional. La transparencia, la previsibilidad y la integridad en las aduanas y almacenes son tan importantes como las instalaciones mismas.

Los países importadores pueden invertir también en diversas partes de la cadena de suministros en los países productores. Es también posible, y de hecho menos arriesgado, concentrarse en la infraestructura de la cadena de suministros o en la investigación y desarrollo agrícola en los países productores.

### ***Las normas internacionales para regular el comercio continuarán desempeñando un papel importante***

El Programa de Doha para el Desarrollo, de la Organización Mundial del Comercio, trató de eliminar los obstáculos comerciales y mejorar el acceso a los mercados por parte de los países en desarrollo. Pero las negociaciones se suspendieron en 2008. Según un estudio, el comercio mundial podría registrar una pérdida de al menos US\$1,1 billones si no se llega a una conclusión positiva de la Ronda de Doha<sup>193</sup>. La culminación de este acuerdo

sería un primer paso clave en la mejora del comercio internacional de alimentos. Entre las medidas principales se incluye la reducción de los tipos arancelarios efectivos y de las subvenciones agrícolas y la protección por parte de los países desarrollados<sup>194</sup>.

### **La disponibilidad de información fiable es fundamental para una ordenación adecuada de los recursos naturales**

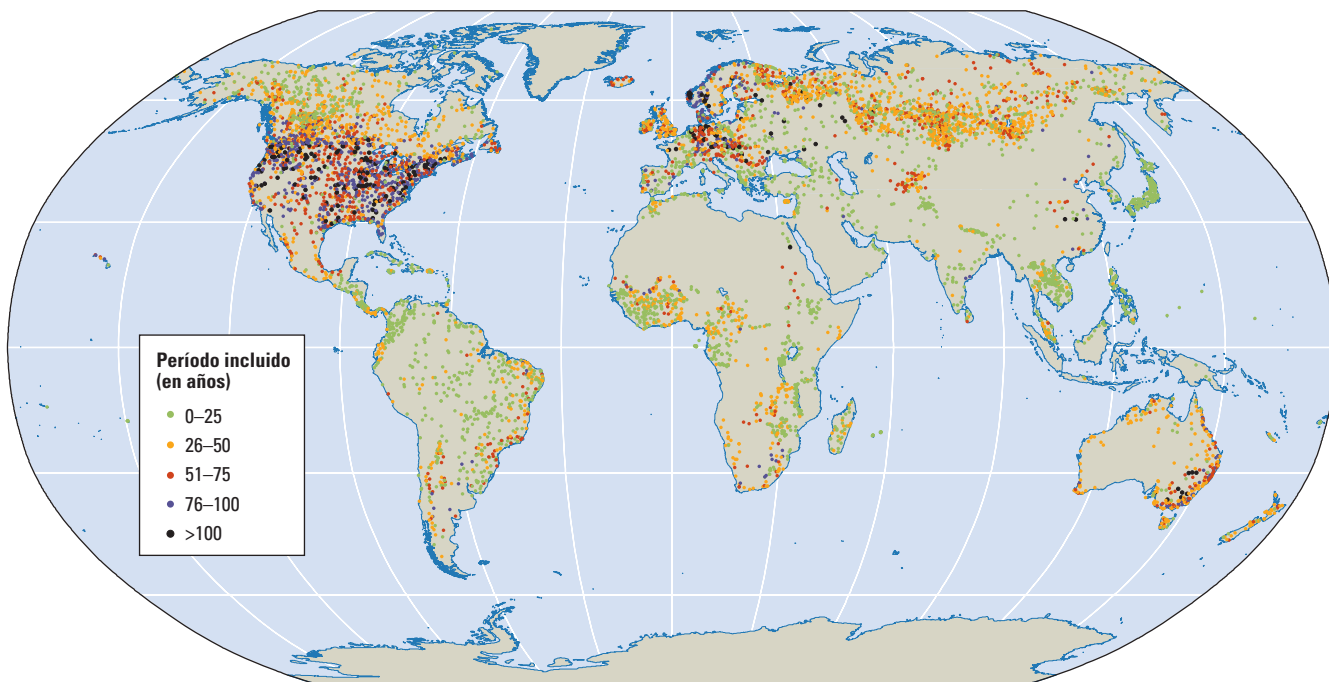
#### ***Las inversiones en servicios atmosféricos y climatológicos son sumamente rentables, a pesar de lo cual hay una ausencia clamorosa de estos servicios en el mundo en desarrollo***

Normalmente, la relación entre beneficios económicos y costos de los servicios meteorológicos nacionales es del orden de 5-10 a 1<sup>195</sup>, y una estimación de 2006 parece indicar que podría ser de 69 a 1 en China<sup>196</sup>. Los servicios atmosféricos y climáticos pueden reducir en cierta medida los impactos de los episodios extremos (véanse los capítulos 2 y 7). Según la Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de los Desastres, la advertencia temprana de las inundaciones puede reducir sus daños hasta un 35%<sup>197</sup>. Gran parte del mundo en desarrollo, en particular en África, necesita urgentemente sistemas mejores de seguimiento y previsión de los cambios meteorológicos e hidrológicos (mapa 3.6). Según la Organización Meteorológica Mundial, África tiene sólo un observatorio meteorológico cada 26.000 kilómetros cuadrados, la octava parte del mínimo recomendado<sup>198</sup>. El rescate y archivo de datos serán también importantes, ya que se necesitan registros prolongados y de alta calidad para comprender cabalmente la variabilidad climática. Muchos de los conjuntos de datos climáticos mundiales contienen información digital que retrocede hasta el decenio de 1940, pero sólo unos pocos cuentan con archivos digitales de todos los datos disponibles antes de esa fecha<sup>199</sup>.

#### ***Los pronósticos de buena calidad mejorarían la toma de decisiones***

En Bangladesh, los pronósticos sobre las precipitaciones se presentan con uno a tres días de adelanto; los pronósticos a más largo plazo ofrecerían a los agricultores el tiempo necesario para modificar sus decisiones sobre la plantación, la recolección y la aplicación de fertilizantes, sobre todo en las zonas de secano, donde las crisis alimentarias pueden durar

**Mapa 3.6** Los países desarrollados tienen más puntos de recopilación de datos y series temporales más prolongadas de datos de supervisión del agua



*Fuente:* el conjunto de datos relativo a la distribución mundial y la cobertura de la serie temporal fue facilitado por Global Runoff Data Center.

*Nota:* en el mapa se observan las estaciones de seguimiento de las descargas que facilitan información sobre la escorrentía fluvial.

muchos meses. Se han conseguido notables mejoras en los pronósticos estacionales (variación de las precipitaciones y temperaturas con respecto a la norma en el transcurso de varios meses), sobre todo en los trópicos y en las zonas afectadas por El Niño/Oscilación Austral (ENSO)<sup>200</sup>. Se pueden prever con mayor precisión el comienzo de las precipitaciones monzónicas en Indonesia y Filipinas y el número de días de lluvia en una temporada en algunas zonas de África, Brasil, la India y Asia sudoriental<sup>201</sup>. Los pronósticos estacionales basados en El Niño/Oscilación Austral en Suramérica, Asia meridional y África ofrecen grandes posibilidades de mejorar la producción agrícola y la seguridad alimentaria<sup>202</sup>. Por ejemplo, en Zimbabue los agricultores de subsistencia consiguieron mayores rendimientos (que oscilan entre el 17% en los años de precipitaciones favorables y el 3% en los años con escasez de lluvias) cuando utilizaron pronósticos estacionales para modificar el calendario o la variedad de los cultivos plantados<sup>203</sup>.

***Las nuevas tecnologías de teledetección y supervisión pueden ser de gran ayuda para la sostenibilidad***

Una razón por la que los responsables de la formulación de políticas han tenido tantas

dificultades para reducir la sobreexplotación de la tierra y el agua y sus ecosistemas es que ni los administradores ni los usuarios de los recursos tienen información precisa y oportuna. No saben cuál es la magnitud del recurso con que pueden contar, qué parte de él se está utilizando o cómo van a repercutir sus acciones en el volumen disponible en el futuro. Pero las nuevas tecnologías de teledetección están comenzando a corregir en parte esa deficiencia, y pueden orientar las decisiones sobre la asignación más eficiente del agua y ayudar a exigir el cumplimiento de los límites establecidos.

Una de las aplicaciones más prometedoras de la teledetección mide la productividad del agua<sup>204</sup>. Cuando las imágenes térmicas recibidas de los satélites se combinan con los datos sobre el terreno relativos a los tipos de cultivo y se asocian con mapas de los sistemas de información geográfica, los científicos pueden cuantificar los rendimientos en cualquier escala geográfica (explotación agrícola, cuenca o país). Esto permite a los administradores del agua tomar decisiones más acertadas a la hora de asignar este recurso y apuntar los servicios de asesoramiento hacia los agricultores con el nivel más bajo de productividad del agua. Orienta también importantes

decisiones en materia de inversión, por ejemplo, a la hora de decidir si se aumenta la productividad de la agricultura de secano o la de regadío. Y puede ayudar a los administradores a medir los resultados efectivos de las inversiones en técnicas de ahorro del agua de riego, lo que en el pasado resultaba difícil (gráfico 3.9).

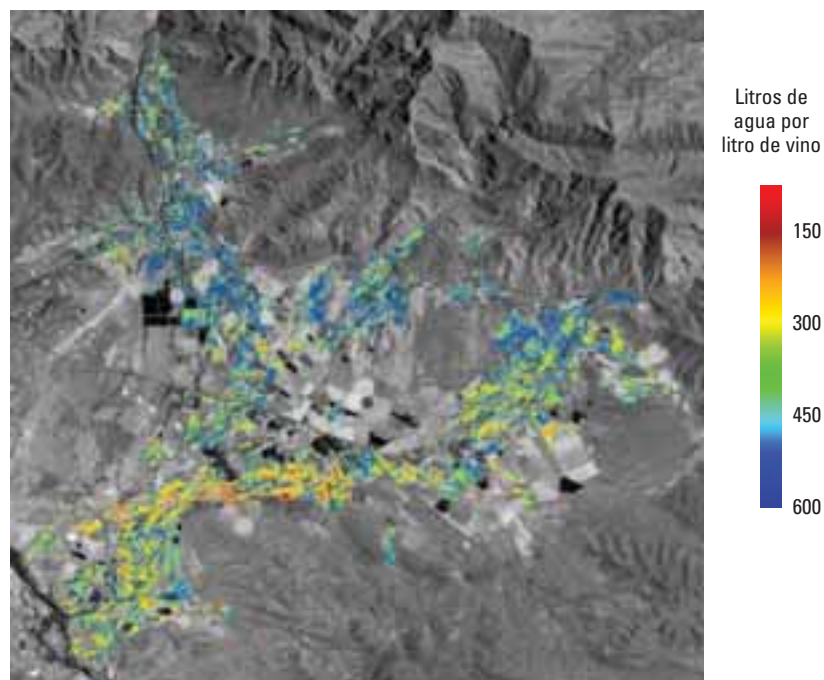
Hasta hace poco, la cuantificación del consumo de las aguas subterráneas era difícil y costosa en todos los países, y muchos países en desarrollo prescindían por completo de esta actividad. La realización de inventarios de centenares de miles de pozos privados y la instalación y lectura de contadores eran demasiado costosas. Pero la nueva tecnología de teledetección puede medir la evaporación y la transpiración total de una zona geográfica. Si se conoce el agua superficial que recibe esa zona a través de las precipitaciones y los sistemas de riego con agua superficial, se puede calcular el consumo neto del agua subterránea<sup>205</sup>. Varios países están experimentando con el uso de información procedente de las nuevas tecnologías de teledetección para exigir que se cumplan las limitaciones sobre el uso del agua subterránea, como hacen los agricultores marroquíes que están examinando la posibilidad de introducir el riego por goteo (véase el comienzo del presente capítulo). Entre las opciones se incluyen las bombas que se cierran automáticamente cuando el agricultor supera el límite de evapotranspiración y los sistemas que envían mensajes a los teléfonos celulares de los agricultores para advertirles de que están a punto de superar su asignación del agua subterránea, y al mismo tiempo alertan a los inspectores para que supervisen esas explotaciones concretas<sup>206</sup>.

**Los mapas digitales creados con información basada en la teledetección ayudarán a los administradores de los recursos en muchos niveles.** El uso de esa información para crear mapas digitales de todos los suelos de África será muy útil para la ordenación sostenible de la tierra. Los actuales mapas de suelos tienen entre 10 y 30 años y en general no están digitalizados, lo que impide su utilización al orientar las políticas relacionadas con la fertilidad y la erosión de los suelos. Un consorcio internacional está utilizando las tecnologías más recientes para preparar un mapa mundial digitalizado, comenzando por el continente africano<sup>207</sup>. Las imágenes recibidas por satélite y las nuevas aplicaciones permiten ahora a los científicos medir el caudal de los cursos

de agua, la humedad de los suelos y el almacenamiento de agua (lagos, embalses, acuíferos, nieve y hielo) y prever las inundaciones. Permiten también presentar los rendimientos de las cosechas, el estrés de los cultivos, la absorción de CO<sub>2</sub>, la composición y riqueza de especies, la cobertura terrestre y sus cambios (por ejemplo, la deforestación) y la productividad primaria. Pueden incluso reproducir la propagación de especies individuales de plantas invasivas<sup>208</sup>. Las escalas varían, lo mismo que la cronología de las actualizaciones. Pero los rápidos avances permiten a los administradores realizar cuantificaciones con una precisión y regularidad impensable hace sólo unos años. Según el satélite y las condiciones atmosféricas, los datos pueden obtenerse diariamente o incluso cada 15 minutos.

**La investigación y el desarrollo serán necesarios para aprovechar plenamente estas nuevas tecnologías de la información.** Hay un amplio margen para aplicar las nuevas tecnologías y sistemas de la información a las cuestiones relativas a los recursos naturales asociadas con el cambio climático. La inversión en datos obtenidos por satélite para la

**Gráfico 3.9** Las técnicas de teledetección se utilizan en los viñedos de Worcester (West Cape, Sudáfrica) para calibrar la productividad del agua



Fuente: Water Watch, [www.waterwatch.nl](http://www.waterwatch.nl) (consultado el 1 de mayo de 2009).

**Nota:** los agricultores cuyas fincas aparecen en rojo están usando una cuarta parte del agua por litro de vino utilizada por los propietarios de las fincas que aparecen en azul. Además de calibrar la productividad del agua, los gobiernos pueden utilizar también estas técnicas para orientar mejor las actividades de los servicios de asesoramiento y observancia.

ordenación de los recursos naturales puede dar fruto a largo plazo. Pero el potencial dista mucho de haberse hecho realidad, sobre todo en los países más pobres. Según un estudio realizado en los Países Bajos, las inversiones adicionales en observaciones por satélite para la gestión de la calidad del agua (eutrofización, floraciones de algas, turbidez), con inclusión de los costos de capital del satélite, tienen un 75% de probabilidades de producir beneficios financieros<sup>209</sup>. La investigación y desarrollo de estos instrumentos y su aplicación en los países en desarrollo son una posibilidad prometedora para la inversión pública y privada<sup>210</sup>.

***Una información más fiable puede potenciar a las comunidades y modificar la gestión de los recursos naturales***

La ordenación de los recursos naturales obliga muchas veces a los gobiernos a dictar e imponer leyes, límites o precios. Las presiones políticas y socioeconómicas dificultan enormemente esta tarea, sobre todo cuando las instituciones oficiales son débiles. Pero cuando los usuarios de los recursos tienen la información correcta acerca de los efectos de sus acciones, pueden prescindir de los gobiernos y colaborar entre sí para reducir la sobreexplotación, en muchos casos aumentando también sus ingresos. Quizá convenga demostrar en forma convincente que la reforma puede conllevar ventajas económicas, como se observa en un estudio reciente que puso de relieve el costo mundial de la mala gestión de las pesquerías de captura marinas<sup>211</sup>.

La India presenta varios ejemplos de cómo una mejor información da lugar a una producción agrícola más eficiente y a un mayor bienestar. En el estado de Madhya Pradesh, una filial de la Indian Tobacco Company (ITC) estableció el sistema eChoupals, cuyo objetivo era reducir los costos de adquisición y mejorar la calidad de la soja que recibía de los agricultores. Los eChoupals son quioscos rurales de Internet administrados por empresarios locales que informan a los agricultores sobre los precios de los futuros de soja y les permiten vender sus productos directamente a la ITC, sin necesidad de recurrir a los intermediarios y a los mercados al por mayor (*mandis*). Gracias al uso de eChoupals, la ITC gasta menos por tonelada de producto, y los agricultores saben inmediatamente cuál es el precio, con lo que se reducen las pérdidas y la ineficiencia. El período de recuperación del costo de capital inicial de creación de los quioscos es de cuatro a seis años<sup>212</sup>.

Un proyecto patrocinado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en Andhra Pradesh (India) ha reducido espectacularmente la sobreexplotación de los acuíferos. Utilizó sistemas de baja tecnología y bajo costo para permitir a las comunidades evaluar la situación de sus propios recursos. En vez de utilizar equipo costoso e hidrogeólogos especializados, el proyecto recurrió a sociólogos y psicólogos para determinar la mejor manera de animar a la población local a recortar el consumo de agua. Creó “hidrogeólogos descalzos”, para informar a la población local acerca del acuífero que constituía la base de sus medios de subsistencia (gráfico 3.10). Estos agricultores no especializados, en muchos casos analfabetos, están generando datos de tal calidad que pueden incluso venderlos a los servicios hidrogeológicos gubernamentales. Gracias a este proyecto, la mayor conciencia sobre las repercusiones de sus acciones, la regulación social y la información sobre nuevas técnicas y variedades de cultivos llevaron a los agricultores a aceptar cambios en los cultivos y a adoptar prácticas para reducir las pérdidas debidas a la evaporación.

El proyecto, que cuenta casi con 1 millón de agricultores, es totalmente autorregulado, y no hay ni incentivos ni sanciones financieras en caso de incumplimiento. La extracción de agua ha disminuido en las aldeas participantes, mientras que continúa aumentando en las aldeas próximas. El costo, para una empresa de esta envergadura, es bastante

**Gráfico 3.10 En Andhra Pradesh (India) los agricultores generan sus propios datos hidrológicos, utilizando dispositivos e instrumentos muy sencillos, para regular las retiradas de los acuíferos**



Fuente: personal del Banco Mundial.

Nota: cada agricultor, utilizando la información disponible, establece su propio límite del volumen de agua que desea extraer sin peligro durante cada período vegetativo. La asistencia técnica los ayuda a conseguir rendimientos más elevados con el agua que utilizan, gestionando mejor el agua del suelo, cambiando los cultivos y adoptando variedades de cultivos diferentes.



bajo: US\$2.000 anuales por cada una de las 65 aldeas<sup>213</sup>. Puede reproducirse ampliamente, sobre todo en los acuíferos de roca dura que se vacían y reponen con rapidez y que no tienen los inmensos estratos inferiores frecuentes en otras formaciones geológicas<sup>214</sup>.

Estas iniciativas para animar a los usuarios a reducir la sobreexplotación de los recursos naturales pueden disminuir la dependencia de los organismos gubernamentales sobrecargados de trabajo y superar algunos problemas de gestión de mayor alcance. Pueden ser también instrumentos para que los gobiernos, en colaboración con las comunidades, modifiquen el comportamiento de los usuarios. La cuenca de Hai es la que registra la mayor escasez de agua en China y es sumamente importante para la agricultura. Junto con dos cuencas próximas, produce la mitad del trigo del país. Los recursos hídricos en la cuenca de Hai están contaminados, los ecosistemas de humedales están amenazados y el agua subterránea es objeto de una grave sobreexplotación. Cada año la cuenca utiliza un 25% más de agua subterránea de la que recibe en forma de precipitación<sup>215</sup>.

En esta misma cuenca, el gobierno chino trabajó con 300.000 agricultores para innovar la gestión de los recursos hídricos. Esta iniciativa trató sobre todo de reducir el consumo general de agua, en vez de limitarse a aumentar su productividad. Combinó inversiones en infraestructura de riego con servicios de asesoramiento para ayudar a aprovechar de la mejor forma posible el agua del suelo. Limitó el uso del agua del acuífero. Introdujo nuevos mecanismos institucionales, por ejemplo, transfiriendo la responsabilidad de la gestión de los servicios de riego a grupos de agricultores y mejorando la recuperación de costos en el riego con agua superficial. Utilizó también las últimas técnicas de supervisión, midiendo la productividad del agua y el consumo de aguas subterráneas en las parcelas con datos recibidos por satélite, junto con servicios agronómicos más tradicionales. De esta manera, las autoridades y los agricultores pueden disponer de información en tiempo real para ajustar sus prácticas y detectar los casos de inobservancia<sup>216</sup>.

Los resultados han sido impresionantes. Al adoptar cultivos de mayor valor los agricultores aumentaron sus ingresos al mismo tiempo que redujeron el consumo de agua. La producción de los cultivos comerciales se triplicó, los ingresos agrícolas llegaron a quintuplicarse en muchas zonas y la producción

agrícola por unidad de agua consumida aumentó un 60-80%. El uso total de agua en la zona disminuyó un 17%, y la tasa de agotamiento del agua subterránea se situó en 0,02 metro al año, frente a 0,41 metro fuera de las zonas del proyecto.

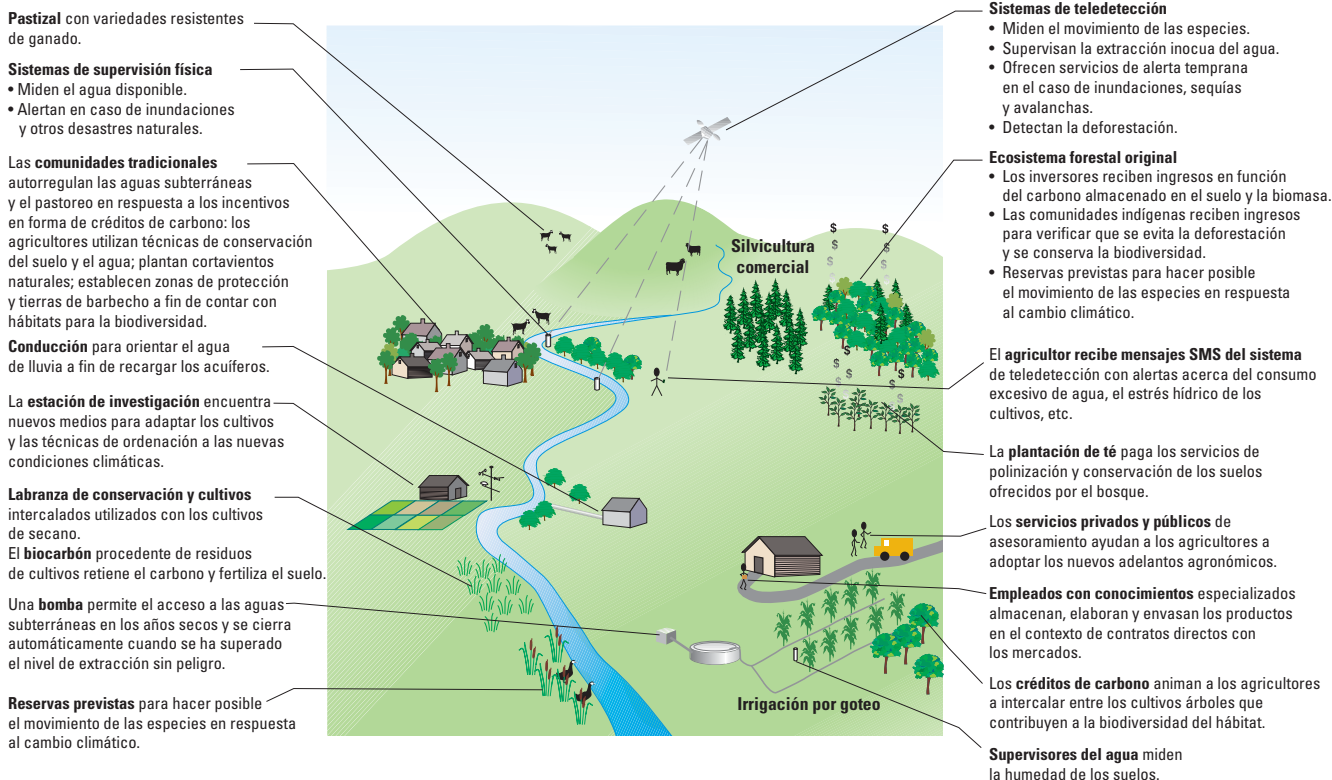
En resumen, existen o se están desarrollando tecnologías e instrumentos para ayudar a los agricultores y otros administradores de los recursos a gestionar el agua, la tierra, las explotaciones agrícolas y las pesquerías. En un mundo ideal tendrían acceso a estas tecnologías e instrumentos las personas que los necesitaran realmente. Pero sólo serán eficaces con políticas e infraestructuras acertadas. Este mundo ideal se representa figurativamente en los gráficos 3.11 y 3.12. Durante decenios, las sociedades se han visto frustradas en su intento de avanzar en este sentido. Pero las circunstancias están cambiando y el resultado podría ser una aceleración del progreso.

### **El precio del carbono, los alimentos y la energía podrían ser el trampolín**

En este capítulo se proponen muchos nuevos planteamientos para ayudar a los países en desarrollo a hacer frente al estrés adicional que el cambio climático representará para los esfuerzos encaminados a una ordenación adecuada de los recursos de tierras y aguas. Se insiste repetidamente en que las nuevas tecnologías y las nuevas inversiones darán fruto únicamente en un contexto de instituciones sólidas y políticas sensatas, es decir, cuando se hayan asentado los “cimientos”. No obstante, éstos no son demasiado sólidos en muchos de los países más pobres del mundo. Su consolidación –creación de instituciones fuertes y nuevos procedimientos para la asignación de los productos básicos valiosos– es un proceso a largo plazo, incluso en las circunstancias más favorables.

Los problemas se agravan todavía más debido a que muchas de las respuestas que se proponen en este capítulo para ayudar a los países a mejorar la ordenación de la tierra y el agua en el contexto del cambio climático presuponen la adopción de nuevas prácticas por parte de los agricultores, muchos de ellos pertenecientes al grupo de personas más pobres del mundo. Además, las personas que realizan actividades al margen de la ley (extracción maderera y minería ilegal) y las adineradas e influyentes (incluidos los constructores) deben renunciar a algunas prácticas que les ha permitido obtener enormes beneficios. En este

**Gráfico 3.11 Un paisaje agrícola ideal que incorpore la perspectiva del cambio climático permitiría a los agricultores utilizar nuevas tecnologías y técnicas para multiplicar los rendimientos y hacer posible que los administradores de la tierra protejan los sistemas naturales, de manera que los hábitats naturales queden integrados en paisajes agricolamente productivos**



Fuente: equipo del IDM.

capítulo se propone la aceleración de medidas que en los últimos decenios han avanzado con lentitud, en el mejor de los casos. ¿Es realista esperar un cambio de la escala suficiente para responder realmente al desafío que nos plantea el cambio climático?

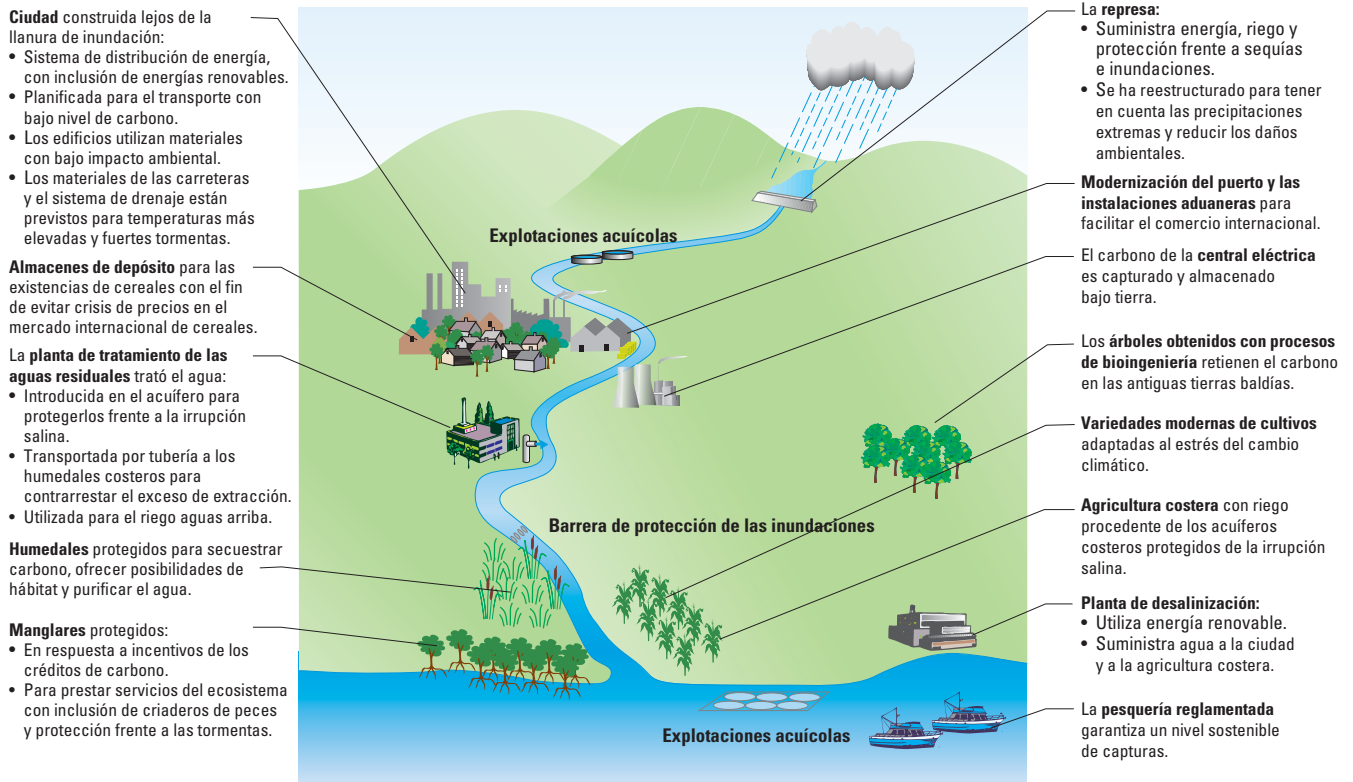
Tres nuevos factores podrían ofrecer el estímulo necesario para el cambio y para superar algunos de los obstáculos que han impedido esas mejoras en el pasado. En primer lugar, se prevé que el cambio climático eleve el precio de la energía, el agua y la tierra y, por tanto, de los alimentos y los otros productos agrícolas. Esto intensificará el ritmo de la innovación y acelerará la adopción de prácticas que aumenten la productividad. Naturalmente, los precios más altos harán que sea también más rentable la sobreexplotación de los recursos o la invasión de hábitats naturales. En segundo lugar, un precio del carbono aplicado al carbono existente en los paisajes naturales puede alentar a los propietarios de tierras a conservar los recursos. Si pueden superarse las dificultades de aplicación, disminuiría el riesgo que las nuevas prácticas podrían representar para los agricultores.

Podría ofrecer también a los propietarios de tierras los incentivos adecuados para proteger los sistemas naturales. En tercer lugar, si los US\$258.000 millones anuales en concepto de subvenciones agrícolas en todo el mundo se reorientaran, aunque sólo fuera parcialmente, al secuestro de carbono y a la conservación de la biodiversidad, podrían observarse con claridad y en la escala necesaria las técnicas y planteamientos esbozados en este capítulo.

***El alza de los precios de la energía, el agua y los productos agrícolas podría estimular la innovación y la inversión orientadas a aumentar la productividad***

Una combinación de factores impulsarán al alza los precios de los alimentos en los próximos decenios. Entre ellos se incluyen la creciente demanda de alimentos de una población cada vez más numerosa y rica. Cabría mencionar también la mayor producción de biocombustibles, que podría dar lugar a la competencia por el agua y la tierra agrícola. Asimismo, cada vez será más difícil cultivar alimentos como consecuencia del cambio climático. Y, como se observa en el

**Gráfico 3.12 Un paisaje agrícola ideal que incorpore la perspectiva del cambio climático permitiría a los agricultores utilizar tecnologías flexibles frente a las crisis climáticas mediante la infraestructura natural, la infraestructura incorporada y los mecanismos de mercado**



Fuente: equipo del IDM.

capítulo 4, las políticas sobre el cambio climático elevarán probablemente los precios de la energía<sup>217</sup>.

El alza de los precios de la electricidad significa también un mayor precio del agua cuando ésta se obtiene mediante bombeo. En esos casos, los mecanismos eficientes de asignación del agua serán cada vez más importantes, lo mismo que los esfuerzos por reducir las fugas de las redes de traslado y distribución del agua mal mantenidas. El alza de precios de la energía eleva también el costo de las subvenciones públicas a los servicios de abastecimiento de agua. En consecuencia, podría resultar más atractiva la reforma, necesaria desde hace tiempo, de las políticas de gestión de los recursos hídricos, y las correspondientes inversiones<sup>218</sup>. Además, dado que los fertilizantes son un producto basado en el petróleo, el alza de los precios de éste favorecerá un uso más racional.

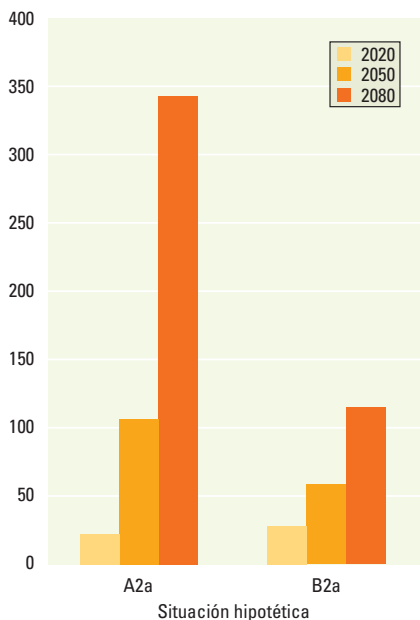
Según las previsiones, los precios de los alimentos serán más altos y más inestables a largo plazo. Según proyecciones de los modelos elaborados en el contexto de la IAASTD, los precios del maíz, el arroz, la soja y el trigo

subirán entre 60 y 97% entre 2000 y 2050 si las condiciones no cambian, y los precios de la carne de bovino, porcino y aves de corral entre 31 y 39%<sup>219</sup>. Otras simulaciones del sistema alimentario mundial revelan también que las situaciones de escasez de cereales inducidas por el clima elevan los precios de los alimentos<sup>220</sup>. En la mayoría de las estimaciones, se prevé que los precios de los cereales subirán aun cuando los agricultores tomen medidas de adaptación<sup>221</sup>. Para 2080, según proyecciones de diferentes situaciones hipotéticas, los precios mundiales de los alimentos habrán aumentado aproximadamente un 7 a 20%, con la fertilización por CO<sub>2</sub>, y entre 40 y 350%, sin ella (gráfico 3.13)<sup>222</sup>.

La población pobre, que gasta hasta el 80% de sus recursos en alimentación, será probablemente la más afectada por el alza de los precios de los alimentos. Ésta, junto con el cambio climático, podrían echar por tierra los progresos de la seguridad alimentaria en varios países de ingreso bajo. Aunque los resultados de las distintas situaciones hipotéticas no coinciden, casi todos ellos están de acuerdo en que el cambio climático

**Gráfico 3.13 Se prevé que los precios de los cereales subirán entre 50 y 100% para 2050**

Alza de los precios de los cereales sin fertilización por el CO<sub>2</sub> (cambio porcentual)



Fuente: Parry y otros, 2004.

Nota: la familia SRES A2 de situaciones hipotéticas de emisiones del IPCC describe un mundo en que la población continúa creciendo, y las tendencias del crecimiento del ingreso per cápita y el cambio tecnológico varían entre regiones, siendo más lentas que en otros supuestos. La familia de la situación hipotética B2 describe un mundo en que la población mundial crece a un ritmo inferior al de A2, el desarrollo económico es de nivel intermedio y el cambio tecnológico es moderado.

aumentará el número de personas expuestas al hambre en las naciones más pobres, y en que los aumentos más considerables tendrán lugar en Asia meridional y en África<sup>223</sup>.

Lo mismo que los precios de la energía, los altos precios de los alimentos tienen profundas repercusiones en los posibles ajustes en el uso de la tierra y el agua como consecuencia del cambio climático. Las inversiones en agricultura, gas y agua resultan más rentables para los agricultores así como para los sectores público y privado. Las compañías agrícolas privadas, los donantes de ayuda internacionales, los bancos internacionales de desarrollo y los gobiernos nacionales pueden observar el alza de los precios internacionales y actuar con rapidez. Pero la transmisión de las subidas de los precios de los alimentos internacionales a los agricultores es imperfecta, como se observó en la crisis de los precios de los alimentos de 2007-08. Por ejemplo, los agricultores de la mayor parte de África subsahariana sólo observaron una subida de los precios de los alimentos después de cierto

tiempo, y la transmisión de los precios más altos fue más lenta y menos completa que en la mayoría de Asia y América Latina<sup>224</sup>.

Cuanto mejor sea la calidad de la infraestructura rural, más agricultores se beneficiarán del alza de los precios internacionales. Un nivel elevado de precios de los alimentos puede estimular la utilización de la tierra para actividades agrícolas y ganaderas, con efectos negativos en los ecosistemas. Pero puede inducir también nuevas y cuantiosas inversiones en investigación agrícola, desarrollo del riego e infraestructura rural con el fin de intensificar la producción. La subida simultánea de los precios de la energía y de los alimentos hará también rentables algunas inversiones de gran magnitud, en particular las grandes represas utilizables tanto para la generación de energía como para el riego. Los incentivos resultantes del alza de los precios de los alimentos deberán encauzarse hacia inversiones innovadoras y reformas normativas que impulsen la productividad agrícola al mismo tiempo que garantizan la sostenibilidad del uso de la tierra y el agua.

### ***Un precio internacional que compensara los gastos de prevención de las emisiones y de secuestro del carbono en la agricultura podría alentar una mejor protección de los sistemas naturales***

En el contexto del Mecanismo para un desarrollo limpio del Protocolo de Kyoto, los proyectos del mundo en desarrollo de secuestro de carbono en los suelos agrícolas no pueden vender créditos de carbono a los inversionistas del mundo desarrollado. Si pudieran hacerlo, los incentivos ofrecidos a los agricultores y a otros usuarios de la tierra cambiarían radicalmente. Los mercados de carbono que incluyeran los gases de efecto invernadero resultantes de la agricultura y otras prácticas de ordenación de la tierra podrían ser uno de los mecanismos más importantes para impulsar el desarrollo sostenible en un mundo afectado por el cambio climático. El potencial es inmenso: según estimaciones de una fuente, 4,60 gigatoneladas anuales de CO<sub>2</sub> o más para 2030, es decir más de la mitad del potencial de la silvicultura (7,8 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> al año)<sup>225</sup>. Con un precio de US\$100 por tonelada de CO<sub>2</sub>e, el potencial de reducción de las emisiones de la agricultura sería equiparable al del sector de la energía (véase el recuadro 8 del "Panorama general"). Los modelos revelan que las medidas de fijación de precios del carbono en la agricultura y el cambio de uso

de la tierra ayudarían a evitar la conversión de ecosistemas intactos (“no sometidos a ordenación”, en el gráfico 3.14) para atender la demanda creciente de biocombustible.

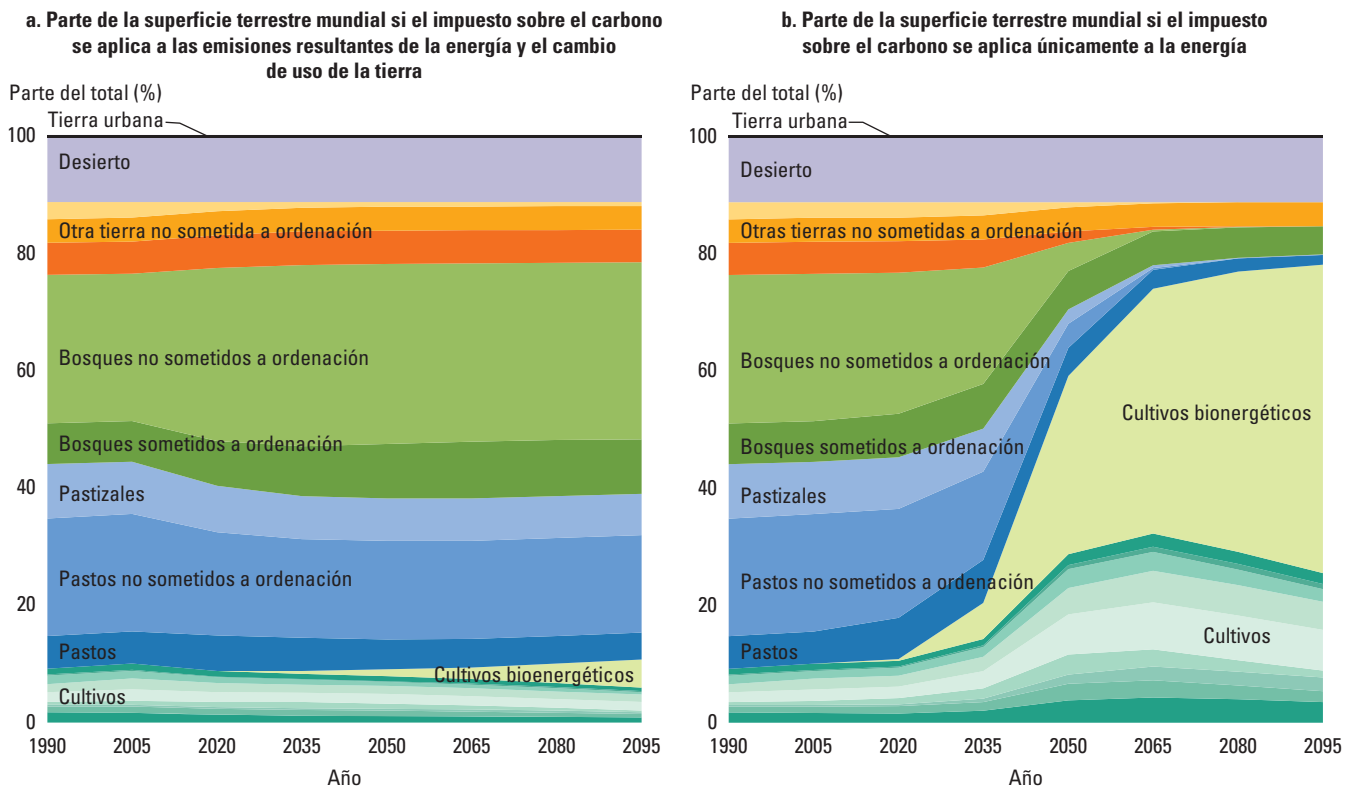
Aunque no se han establecido todavía mecanismos para conservar el carbono del suelo fijándole un precio, el potencial de reducción de las emisiones de la agricultura es considerable. Incluso en África, donde las tierras secas relativamente pobres en carbono representan el 44% del continente, la posibilidad de secuestro del carbono agrícola es grande<sup>226</sup>. El potencial medio proyectado de mitigación agrícola en el conjunto del continente es de 100 a 400 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e al año para 2030<sup>227</sup>. Con un precio relativamente bajo de US\$10 por tonelada en 2030, este flujo financiero sería comparable al volumen anual de la asistencia oficial para el desarrollo con destino a África<sup>228</sup>. Un estudio sobre los pastores de África revela que bastarían modestas mejoras en la gestión de los recursos naturales para conseguir una reducción adicional de 0,50 tonelada de carbono al año por hectá-

rea. Un precio de US\$10 por tonelada de CO<sub>2</sub> elevaría sus ingresos un 14%<sup>229</sup>.

El secuestro de carbono en la agricultura sería una respuesta eficiente y relativamente poco costosa frente al cambio climático. Los costos de reducción de la contaminación en la agricultura en 2003 serían, según las estimaciones, un orden de magnitud más bajo que en el sector forestal (US\$1,8 por tonelada de CO<sub>2</sub>e frente a US\$13,5 por tonelada de CO<sub>2</sub>e)<sup>230</sup>. Una razón es que muchas técnicas agrícolas que mejoran el secuestro de carbono aumentan también los rendimientos y los ingresos agrícolas.

Así pues, las técnicas para almacenar más carbono en el suelo existen ya, pero no se utilizan. La lista de las causas es larga: conocimiento insuficiente de las técnicas de ordenación válidas para los suelos tropicales y subtropicales, escasa infraestructura de extensión para comunicar las innovaciones disponibles, ausencia de derechos de propiedad para alentar las inversiones con costos inmediatos pero beneficios a largo plazo,

**Gráfico 3.14 Un impuesto del carbono aplicado a las emisiones de la agricultura y el cambio de uso de la tierra alentaría la protección de los recursos naturales**



Fuente: Wise y otros, 2009.

Nota: proyecciones basadas en el MiniCAM Global Integrated Assessment Model. Ambas situaciones hipotéticas representan la trayectoria para alcanzar una concentración de CO<sub>2</sub> de 450 ppm para 2095. En el gráfico 3.14a se atribuye un precio a las emisiones de carbono de los combustibles fósiles, la industria y el cambio del uso de la tierra. En el gráfico 3.14b se aplica el mismo precio pero únicamente a las emisiones de combustibles fósiles y la industria. Cuando no se aplica un precio a las emisiones terrestres, es posible que los productores invadan los hábitats naturales, sobre todo en respuesta a la demanda de biocombustibles.

políticas fijas sobre los fertilizantes y una infraestructura de transporte deficiente.

La comunidad mundial podría adoptar cuatro medidas prácticas para ampliar el mercado del carbono. En primer lugar, en vez de intentar supervisar en forma detallada las emisiones y absorciones en cada lugar, las personas interesadas en los mercados del carbono (locales e internacionales) deben establecer por mutuo acuerdo un sistema simplificado de contabilidad de base actuarial que supervise las actividades de los agricultores y estime prudentemente el secuestro de carbono correspondiente<sup>231</sup>. No sería eficaz en función de los costos ni viable medir el secuestro de carbono en múltiples y dispersas parcelas de pequeños propietarios del mundo en desarrollo. Además, el planteamiento es transparente y permitiría al agricultor saber de entrada cuáles serían los pagos y las sanciones correspondientes a las diversas actividades.

El proceso en virtud del cual los suelos absorben o emiten carbono son complejos. Varían de un lugar a otro (incluso dentro de una finca) y dependen de las propiedades del suelo, el clima, el sistema de cultivo y la historia de uso de la tierra. Además, los cambios anuales suelen ser pequeños en relación con las existencias disponibles y el proceso de secuestro se estabiliza con rapidez. La acumulación de carbono del suelo se satura después de unos 15-30 años, según el tipo de agricultura; una vez transcurrido ese tiempo las emisiones no bajarían demasiado<sup>232</sup>. Por otro lado, la agricultura sin labranza en los suelos arcillosos pesados puede dar lugar a la emisión de óxido nitroso, potente gas de efecto invernadero; estas emisiones contrarrestarían con creces los beneficios del almacenamiento del carbono como consecuencia de la adopción de nuevas técnicas durante los cinco primeros años. Por esto, la ausencia de labranza quizá no sea una técnica acertada de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en algunos suelos<sup>233</sup>. Pero, teniendo en cuenta los datos y los modelos existentes, es posible estimar a grandes rasgos el secuestro de carbono por práctica agrícola en las distintas zonas agroecológicas y climáticas. Además, las técnicas eficaces en función de los costos para la medición del carbono existente en el suelo (utilizando láseres, radares de penetración del suelo y la espectroscopia de rayos gamma) permiten ahora medir más rápidamente el secuestro de carbono y actualizar las estimaciones de los modelos a escalas espaciales menores<sup>234</sup>. Al mismo tiempo, los

programas podrían utilizar estimaciones a la baja del secuestro en los diferentes tipos de suelo y centrarse en las regiones donde haya más certeza acerca de las existencias y flujos de carbono (por ejemplo, en las zonas agrícolas más productivas). Además, ninguna técnica de secuestro de carbono (como la labranza de conservación) es la panacea para todos los sistemas de cultivo y en todos los tipos de suelo.

Un modelo para este sistema puede ser el Programa de Reserva de Tierras de Cultivo adoptado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en casi 14 millones de hectáreas de tierra desde 1986<sup>235</sup>. Este programa voluntario se estableció inicialmente con el fin de reducir la erosión de los suelos, para lo cual los propietarios de tierras y los productores agrícolas, a cambio de un pago, suscribían contratos por los que se comprometían a retirar de la producción durante 10 a 15 años las tierras de cultivo y pasto muy expuestas a la erosión y de importancia ambiental. Con el tiempo, el programa amplió su objetivo para incluir la conservación de los hábitats naturales y la calidad del agua; los pagos están basados en un índice agregado de beneficios ambientales de la finca y de la actividad específica (por ejemplo, zonas ribereñas de protección y cortinas protectoras). Los beneficios ambientales efectivos de cada finca no se miden directamente sino que se estiman de acuerdo con las actividades, y podría utilizarse un sistema semejante basado en las actividades en el caso del secuestro del carbono agrícola<sup>236</sup>.

La segunda medida práctica consiste en el establecimiento de "agregadores", normalmente organizaciones privadas o no gubernamentales que reducen los costos de transacción de las actividades agrupando a numerosos pequeños agricultores, habitantes de zonas forestales y pastores. Sin ese mecanismo, el mercado tenderá a favorecer los grandes proyectos de repoblación forestal, ya que la tierra del pequeño propietario individual medio en el mundo en desarrollo no puede secuestrar cantidades muy considerables. La mayor escala espacial reducirá también las preocupaciones relacionadas con la incertidumbre y el carácter efímero de las existencias de carbono. La adopción del planteamiento actuarial, que mancomunada una cartera de proyectos, y la aplicación de estimaciones a la baja podría conseguir que el secuestro de carbono del suelo se correspondiera plenamente con las reducciones de CO<sub>2</sub> en otros sectores<sup>237</sup>.

En tercer lugar, deben tenerse en cuenta los gastos iniciales de las prácticas de gestión del secuestro de carbono. La adopción de nuevas prácticas es arriesgada, sobre todo para los pequeños agricultores pobres<sup>238</sup>. El mercado del carbono normalmente se introduce después de que los agricultores hayan reducido de hecho las emisiones (como en los proyectos piloto de Kenia descritos en el recuadro 3.9), pero las posibles ventajas del futuro mercado del carbono pueden utilizarse para compensar los costos iniciales incurridos para reducir los riesgos de los agricultores como garantía para los préstamos o haciendo que los inversionistas realicen parte de los pagos iniciales.

En cuarto lugar, los agricultores deben saber cuáles son sus opciones. Para esto necesitarán mejores servicios de asesoramiento agrícola en desarrollo. Los servicios de extensión agrícola son inversiones rentables: la tasa media de rentabilidad en todo el mundo es del 85%<sup>239</sup>. Se necesitarán también empresas y organizaciones que puedan medir o verificar los resultados.

La Bolsa del Clima de Chicago, subconjunto del mercado voluntario, revela los posibles beneficios del comercio del secuestro de carbono mediante las actividades relacionadas con el paisaje<sup>240</sup>. Permite a los emisores recibir créditos de carbono por las prácticas continuadas de labranza de conservación, la plantación de pastos y la gestión de pastizales. En lo que respecta al comercio del carbono agrícola, la Bolsa exige que los miembros depositen en una reserva el 20% de todas las compensaciones conseguidas como seguro

frente a posibles reveses futuros. La Bolsa pone de manifiesto que con normas simplificadas y técnicas de seguimiento modernas se pueden superar los obstáculos técnicos. No obstante, algunos críticos mantienen que no se ha evaluado plenamente la “adicionalidad”: las reducciones netas de las emisiones no pueden ser mayores de lo que habrían sido en ausencia de un mercado.

A corto plazo, el mercado voluntario incuba métodos de secuestro agrícola y en los paisajes. Pero para que estas medidas se amplíen realmente en esa dirección, el mercado correspondiente deberá estar vinculado con el futuro mercado mundial obligatorio. Las economías de escala prometidas por el secuestro en los paisajes podrán conseguirse más fácilmente si no hay divisiones que separen el secuestro en la agricultura y en la silvicultura.

Como las actividades de secuestro de carbono suelen tener efectos positivos en la ordenación del suelo y el agua así como en los rendimientos<sup>241</sup>, el aspecto más importante del mercado del carbono aplicado a la ordenación de suelos quizá sea el de servir como “palanca” para la adopción de prácticas agrícolas sostenibles que tienen también otros muchos beneficios. Desde 1945 hasta 1990 la degradación de los suelos en África redujo la productividad agrícola, según las estimaciones, el 25%<sup>242</sup>. Y aproximadamente el 86% de la tierra de África subsahariana sufre problemas por la falta de humedad<sup>243</sup>. Los mecanismos eficaces del mercado del carbono ayudarían a reducir el ritmo de degradación de la tierra. Un mercado obligatorio del

### RECUADRO 3.9 *Proyectos piloto para el mercado del carbono agrícola en Kenia*

Los resultados preliminares de dos proyectos piloto realizados en Kenia occidental demuestran que la agricultura basada en los pequeños propietarios puede integrarse en el mercado del carbono. Uno de los proyectos está relacionado con sistemas de cultivo mixto en un total de 86.000 hectáreas, utilizando como agregador una asociación registrada de 80.000 agricultores. Otro proyecto menor relacionado con el café comprende 7.200 hectáreas, hasta ahora; una cooperativa de agricultores de 9.000 miembros hace las funciones de agregador. El tamaño medio de las explotaciones en ambos proyectos es pequeño (aproximadamente 0,3 hectárea).

El total del secuestro de carbono se estima en 516.000 toneladas y 30.000 toneladas de CO<sub>2</sub>e al año, respectivamente.

Entre las actividades de secuestro se incluyen la reducción de la labranza, los cultivos de cobertura, la gestión de residuos, la utilización de cobertura orgánica y el compostaje, el abono verde, la aplicación más selectiva de fertilizantes, la reducción de la quema de biomasa y la agrosilvicultura. Los proyectos utilizan el seguimiento basado en actividades. Las estimaciones del secuestro de carbono a lo largo de 20 años están tomadas del modelo RothC. El Fondo del Biocarbono del Banco Mundial está adquiriendo créditos de carbono basados en un precio por tonelada mutuamente convenido entre el Fondo y los realizadores del proyecto, VI Agroforestry y el Centro Cooperativo Sueco y el Grupo Agroindustrial ECOM. Del total de ingresos que perciben

las comunidades, el 80% se destinará a la comunidad y el 20% al seguimiento y desarrollo del proyecto.

Se han podido extraer dos enseñanzas. En primer lugar, es fundamental contar con un buen agregador, que pueda sobre todo asesorar acerca de las prácticas agrícolas. En segundo lugar, el método de seguimiento debe ser sencillo, accesible y transparente para el agricultor. En estos casos, el agricultor puede consultar fácilmente un cuadro para determinar el pago exacto que recibirá por cada actividad, lo que alienta la participación.

Fuentes: Kaonga y Coleman, 2008; Woelcke y Tennigkeit, 2009.

carbono de los suelos puede ayudar considerablemente a conseguir el necesario equilibrio entre la intensificación de la productividad, la protección de los recursos naturales y la ayuda simultánea al desarrollo rural en algunas de las comunidades más pobres del mundo. Este mercado no está todavía listo. Deben resolverse cuestiones técnicas relativas a la verificación, la escala y el marco temporal. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático propone un planteamiento gradual que comenzaría con el fortalecimiento de la capacidad y la ayuda financiera. La primera fase daría a conocer las técnicas, los sistemas de supervisión y los mecanismos de financiamiento. En la segunda fase, las técnicas relativas al carbono de los suelos se incorporarían al más amplio mercado obligatorio del carbono<sup>244</sup>.

***La reorientación de las subvenciones agrícolas podría ser un mecanismo importante para lograr una gestión de la tierra y el agua que incorpore la perspectiva del cambio climático***

Los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos ofrecen a sus agricultores US\$258.000 millones anuales de ayuda, que representan el 23% de los ingresos agrícolas<sup>245</sup>. De esta ayuda, el 60% está basada en el volumen de un producto específico y en insumos variables de uso totalmente libre: sólo el 2% es para servicios no relacionados con los productos básicos (como la creación de franjas de protección de los cauces de agua, la conservación de los setos o la protección de las especies en peligro).

Los imperativos políticos del cambio climático ofrecen la oportunidad de reformar esos planes de subvenciones, a fin de orientarlos más hacia las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático que representarían también un beneficio para los recursos internos de suelos, agua y biodiversidad y al mismo tiempo aumentarían la productividad agrícola. Además de estos beneficios directos, la asignación de recursos de esa magnitud pondría también de manifiesto si estas técnicas pueden aplicarse en gran escala en el mundo en desarrollo y atraer la innovación y la energía empresariales necesarias para encontrar nuevos medios de solucionar los problemas técnicos y de seguimiento que se presenten.

La Unión Europea ha reformado ya su política agrícola común para que las medidas de

sostenimiento de los ingresos de los agricultores dependan del cumplimiento de normas ambientales y agrícolas, y toda ayuda al desarrollo rural se destina a medidas que mejoren la competitividad, permitan ordenar el medio ambiente y la tierra, mejoren la calidad de vida y aumenten la diversificación. A través de la categoría de ayuda al desarrollo rural, los agricultores pueden recibir una indemnización si prestan servicios ambientales que vayan más allá de las normas obligatorias<sup>246</sup>. Esta reforma es una iniciativa prometedora para poner en marcha políticas de recursos agrícolas y naturales que incorporen la perspectiva del cambio climático y tengan en cuenta las necesidades de los agricultores, y la Unión Europea podría servir como banco de pruebas de mecanismos que pudieran aplicarse a la ordenación sostenible de la tierra y el agua en el mundo en desarrollo.

---

Para hacer frente a los efectos del cambio climático en los recursos naturales y, al mismo tiempo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, las sociedades deben conseguir una mayor producción con la tierra y el agua disponibles y proteger mejor sus recursos. Para producir más, deben incrementar la inversión en la gestión de la agricultura y el agua, sobre todo en los países en desarrollo. En el caso de la agricultura, esto implica invertir en caminos e investigación y desarrollo, además de adoptar mejores políticas e instituciones. En cuanto al agua, significa la utilización de nuevos instrumentos de toma de decisiones y datos de mayor calidad, el fortalecimiento de las políticas e instituciones y la inversión en infraestructura. El alza prevista de los precios de la producción agrícola ofrecerá a los agricultores y a otros usuarios de los recursos un incentivo para innovar e invertir. Pero la rentabilidad creciente aumentará también los incentivos para sobreexplotar los recursos. La protección exige la misma intensificación de esfuerzos que la producción.

Varios instrumentos, técnicas y planteamientos ya existentes pueden ayudar a los usuarios a proteger mejor los recursos naturales. Pero muchas veces los usuarios no tienen los incentivos adecuados para aplicarlos. Hay divergencias en el espacio y el tiempo. Lo que es mejor para un agricultor quizá no lo sea para todo un paisaje o una cuenca hidrográfica. La solución ideal a corto plazo no es la mejor a varios decenios. Esa manera diferente



de proceder significa también que se debe pedir a los agricultores pobres y habitantes de las zonas rurales que asuman riesgos que quizá no parezcan interesados en aceptar.

Los gobiernos y las organizaciones públicas pueden realizar tres tipos de acciones para que los incentivos ofrecidos a los usuarios de los recursos incorporen mejor la perspectiva del cambio climático. En primer lugar, pueden ofrecer información para que las personas puedan tomar decisiones con conocimiento de causa y aplicar acuerdos de cooperación. Puede tratarse de información de alta tecnología o recopilada por las propias comunidades. En segundo lugar, pueden fijar un precio para el secuestro o almacenamiento del carbono. Si se aplica debidamente, este mecanismo reducirá los riesgos de la adopción de nuevas prácticas para los agricultores. Ayudará también a los usuarios de los recursos a considerar en sus decisiones un horizonte cronológico a más largo plazo. En tercer lugar, pueden reorientar las subvenciones agrícolas, en particular en los países ricos, de manera que alienten prácticas de desarrollo rural con un enfoque climático inteligente. Estas subvenciones pueden transformarse de manera que pongan de manifiesto cómo se pueden adoptar las nuevas técnicas en gran escala, y utilizarse para conseguir que las acciones individuales respondan mejor a las necesidades del paisaje en su conjunto. Finalmente, pueden fomentar la innovación y la creatividad necesarias para conseguir el delicado equilibrio entre las necesidades de alimentar a un mundo de 9.000 millones de personas, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y proteger la base de recursos naturales.

### Notas

1. Véase, por ejemplo, Lotze-Campen y otros, 2009.
2. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2007b.

3. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2008.
4. Burke y Brown, 2008; Burke, Brown y Christidis, 2006.
5. Milly y otros, 2008; Barnett, Adam y Lettenmaier, 2005.
6. De la Torre, Fajnzylber y Nash, 2008.
7. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2009.
8. Perry y otros, de próxima aparición.
9. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2009.
10. Banco Mundial, de próxima aparición d.
11. Banco Mundial, de próxima aparición d.
12. Molden, 2007.
13. Milly y otros, 2008; Ritchie, 2008; Young y McColl, 2005.
14. En calidad de depositario público de los recursos hídricos de la nación, el gobierno nacional, a través del Ministerio de Recursos Hídricos, debe garantizar que el agua se protege, utiliza, ordena, conserva, gestiona y controla de forma sostenible y equitativa, en beneficio de todos y en conformidad con su mandato institucional. Salman M. A. Salman, funcionario del Banco Mundial, comunicación personal, julio de 2009.
15. Dye y Versfeld, 2007.
16. Bates y otros, 2008.
17. Molle y Berkoff, 2007.
18. Molle y Berkoff, 2007; OCDE, 2009.
19. Olmstead, Hanemann y Stavins, 2007.
20. Molle y Berkoff, 2007.
21. Asad y otros, 1999.
22. Bosworth y otros, 2002.
23. Véase Murray Darling Basin Agreement Schedule E, [http://www.mdbc.gov.au/about/the\\_mdbc\\_agreement](http://www.mdbc.gov.au/about/the_mdbc_agreement).
24. Molle y Berkoff, 2007.
25. Rosegrant y Binswanger, 1994.
26. Banco Mundial, 2007b.
27. Bates y otros, 2008; Molden, 2007.
28. Young y McColl, 2005.
29. <http://www.environment.gov.au/water/mdb/overalllocation.html> (consultado el 7 de mayo de 2009).
30. Molden, 2007.
31. Banco Mundial, de próxima aparición b.
32. Banco Mundial, de próxima aparición b.
33. Banco Mundial, de próxima aparición b.
34. Bhatia y otros, 2008.

*“Nuestro mundo se encuentra ante problemas ambientales debido al comportamiento humano: tala de árboles, contaminación atmosférica, uso de plásticos que no pueden reutilizarse ni reciclarse, peligros químicos en la agricultura [...]. La plantación de árboles reduciría el CO<sub>2</sub>”.*

—Netpakaikarn Netwong, Tailandia, 14 años



35. Strzepek y otros, 2004.
36. Comisión Mundial sobre Represas, 2000. Puede verse un examen de los efectos de la Presa Alta de Asuán en la fertilidad de los suelos y el litoral del delta del Nilo en Ritchie, 2008.
37. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2009.
38. Danfoss Group Global. <http://www.danfoss.com/Solutions/Reverse+Osmosis/Case+stories.htm> (consultado el 9 de mayo de 2009).
39. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2004b.
40. La desalinización es también viable para los cultivos de alto valor en algunas partes del mundo, como España (gobierno de España, 2009).
41. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2009.
42. Molden, 2007.
43. Molden, 2007.
44. Molden, 2007.
45. Rosegrant, Cai y Cline, 2002.
46. Por ejemplo, véase la referencia al Financial Express de la India del 1° de diciembre de 2008, citada en Perry y otros, de próxima aparición.
47. De Fraiture y Perry, 2007; Molden, 2007; Ward y Pulido-Velázquez, 2008.
48. Perry y otros, de próxima aparición.
49. Moller y otros, 2004; Perry y otros, de próxima aparición.
50. Perry y otros, de próxima aparición.
51. [www.fieldlook.com](http://www.fieldlook.com) (consultado el 5 de mayo de 2009).
52. Perry y otros, de próxima aparición.
53. Banco Mundial, de próxima aparición c.
54. El CO<sub>2</sub> es uno de los insumos utilizados en la fotosíntesis, proceso a través del cual las plantas aprovechan la luz solar para producir carbohidratos. Por esto, las concentraciones elevadas de CO<sub>2</sub> tienen efectos positivos en muchos cultivos, ya que aumentan la acumulación de biomasa y el rendimiento final. Además, contraen la apertura de los estomas de las plantas –poros a través de los cuales las plantas transpiran o desprenden agua– y, por tanto, reducen la pérdida de agua. Los cultivos C3, como el arroz, el trigo, la soja y las leguminosas, así como los árboles, obtendrían mayores beneficios que los cultivos C4, como el maíz, el mijo y sorgo. No obstante, recientes experimentos sobre el terreno indican que las anteriores pruebas de laboratorio han exagerado ese efecto positivo. Por ejemplo, según un estudio, con concentraciones de CO<sub>2</sub> de 550 ppm, el rendimiento aumenta un 13% en el caso del trigo (no un 31%); un 14% en el de la soja (en vez del 32%); y el 0% (no el 18%), en los cultivos C4 (Cline, 2007). Por esta razón, en los gráficos del presente capítulo se registran únicamente los rendimientos sin fertilización por CO<sub>2</sub>.
55. Easterling y otros, 2007.
56. Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo (BERD) y FAO, 2008.
57. Fay, Block y Ebinger, 2010.
58. Se da una situación de escasez de producción de alimentos cuando las circunstancias meteorológicas hacen que la producción potencial anual de los cultivos más importantes en la región administrativa sea inferior al 50% del nivel medio de producción de la región en 1961-1990. La mayor probabilidad de situaciones de escasez en más de una región en un año determinado puede reducir el potencial de exportación desde otras regiones para compensar el déficit de producción de alimentos, lo que provocaría problemas de seguridad alimentaria. Alcamo y otros, 2007.
59. Easterling y otros, 2007.
60. Cline, 2007. La situación hipotética de emisiones elevadas es la SRES A2 del IPCC, que, en una gran variedad de modelos, da lugar a un aumento medio de las temperaturas de 3,3°C desde 2080 hasta 2099, en relación con 1980-99. Meehl y otros, 2007.
61. Lobell y otros, 2008.
62. Schmidhuber y Tubiello, 2007.
63. Proyecciones basadas en cinco modelos climáticos y en la situación hipotética de alto nivel de emisión SRES A2. Fischer y otros, 2005.
64. Cálculo basado en FAO, 2009c.
65. IPCC, 2007a.
66. Las emisiones proceden de la introducción de la agricultura en tierras anteriormente no explotadas y de la erosión del suelo.
67. Van der Werf y otros, 2008.
68. Steinfeld y otros, 2006.
69. Este 18% suma la contribución estimada de la producción ganadera a las emisiones en diversas categorías, como el uso de la tierra, el cambio del uso de la tierra y la silvicultura, para estimar la aportación total de la ganadería. Se incluyen las emisiones de gases de efecto invernadero del ganado como consecuencia del cambio del uso de la tierra (36%), el manejo del estiércol (31%), la emisión directa por los animales (25%), la producción de piensos (7%) y la elaboración y el transporte (1%). Steinfeld y otros, 2006.
70. IEA, 2006. Esta estimación supone que se mantienen las actuales restricciones comerciales. Si cambian éstas, en particular las que limitan las importaciones de biocombustibles en los Estados Unidos, podría haber un gran desplazamiento regional de la producción.
71. Gurgel, Reilly y Paltsev, 2008.
72. Consejo Nacional de Investigaciones (NRC), 2007; Tilman, Hill y Lehman, 2006.
73. Beckett y Oltjen, 1993.
74. Hoekstra y Chapagain, 2007. En Pimentel y otros (2004) se presenta una estimación de 43.000 litros por kilogramo de carne de bovino.
75. Peden, Tadesse y Mammo, 2004. En este sistema una cabeza de ganado consume 25 litros de agua al día durante un período de dos años para producir 125 kilogramos de peso en canal y consume residuos de cultivos para los que no se necesita un insumo de agua adicional.
76. Williams, Audsley y Sandars, 2006. Además, algunas fuentes presentan estimaciones de emisiones más elevadas en el caso de la producción de carne: hasta 30 kilogramos de CO<sub>2</sub> por kilogramo de carne de bovino producida, por ejemplo (Carlsson-Kanyama y Gonzales, 2009).
77. Randolph y otros, 2007; Rivera y otros, 2003.

78. Delgado y otros, 1999; Rosegrant y otros, 2001; Rosegrant, Fernández y Sinha, 2009; Thornton, 2009; Banco Mundial, 2008e.
79. Según proyecciones de un estudio, el total de la tierra agrícola de “buena” y “primera calidad” disponible se mantendrá prácticamente sin cambios en 2.600 millones y 2.000 millones de hectáreas, respectivamente, en 2080 con respecto al promedio de 1961-1990 (de acuerdo con el modelo climático de Hadley Centre HadCMs y bajo la hipótesis de nivel elevado de emisiones SRES A1F1).
80. Lotze-Campen y otros, 2009.
81. Cassman, 1999; Cassman y otros, 2003.
82. Cálculos basados en FAO, 2009c.
83. Díaz y Rosenberg, 2008.
84. Schoups y otros, 2005.
85. Delgado y otros, 1999.
86. Hazell, 2003.
87. Hazell, 2003; Rosegrant y Hazell, 2000.
88. Pingali y Rosegrant, 2001.
89. Reardon y otros, 1998.
90. Rosegrant y Hazell, 2000.
91. Rosegrant y Hazell, 2000.
92. Entre los productos agrícolas especializados se encuentran los alimentos funcionales. Son alimentos o bebidas que influyen en las funciones corporales y, por tanto, representan beneficios para la salud, el bienestar o el rendimiento que van más allá de su valor nutricional normal. Como ejemplos cabría citar los alimentos antioxidantes, como el guaraná y el açaí, el arroz dorado rico en vitamina A y la batata de carne naranja, la margarina enriquecida con esteroides vegetales para mejorar los niveles de colesterol y los huevos enriquecidos con ácidos grasos omega-3, que tienen efectos positivos en el corazón (Kotilainen y otros, 2006).
93. Ziska, 2008.
94. T. Christopher, “Can Weeds Help Solve the Climate Crisis?” *New York Times*, 29 de junio de 2008.
95. Ziska y McClung, 2008.
96. PNUMA-WCMC, 2008. En los océanos, la parte protegida de la superficie total es todavía más insignificante. Están protegidos aproximadamente 2,58 millones de kilómetros cuadrados, es decir, el 0,65% de los océanos de todo el mundo y el 1,6% de la superficie marina total dentro de las zonas económicas exclusivas (Laffoley, 2008).
97. Gaston y otros, 2008.
98. Hannah y otros, 2007.
99. Dudley y Stolton, 1999.
100. Struhsaker, Struhsaker y Siex, 2005.
101. Scherr y McNeely, 2008; McNeely y Scherr, 2003.
102. van Buskirk y Willi, 2004.
103. McNeely y Scherr, 2008.
104. Chan y Daily, 2008.
105. Los árboles leguminosos contienen nódulos bacterianos simbióticos que fijan el nitrógeno de la atmósfera y, de esa manera, aumentan la carga de nutrientes en las plantas y en el suelo.
106. McNeely y Scherr, 2003.
107. Ricketts y otros, 2008.
108. Klein y otros, 2007.
109. Lin, Perfecto y Vandermeer, 2008.
110. Banco Mundial, 2008a.
111. Banco Mundial, 2008a.
112. De los US\$6.000 millones gastados anualmente en fondos de tierras y servidumbres para fines de conservación, un tercio corresponde a los países en desarrollo (Scherr y McNeely, 2008).
113. Un sistema típico de zonificación para la conservación permite la construcción en algunas zonas y la limita en las destinadas a la conservación. Los derechos de construcción negociables son una alternativa a la zonificación en sentido estricto que permite la sustitución entre las zonas para alcanzar los objetivos de conservación e incentiva la observancia. Algunos propietarios de tierras, previa indemnización, aceptan las restricciones. Por ejemplo, una ley puede estipular que el 20% de cada propiedad privada se mantenga como bosque natural. Los propietarios de las tierras sólo podrían deforestar una superficie superior al umbral del 20% si compran tierra a otros terratenientes con más de un 20% de superficie forestal y venden los derechos de urbanización de este bosque “excedente”, que se clasifica entonces irreversiblemente como reserva forestal (Chomitz, 2004).
114. Banco Mundial, 2008c.
115. Alston y otros, 2000; Banco Mundial, 2007c.
116. Beintema y Stads, 2008.
117. Evaluación Internacional del papel del Conocimiento, la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Agrícola (IAASTD), 2009.
118. Blaise, Majumdar y Tekale, 2005; Govaerts, Sayre y Deckers, 2005; Kosgei y otros, 2007; Su y otros, 2007.
119. Thierfelder, Amézquita y Stahr, 2005; Zhang y otros, 2007.
120. Franzluebbbers, 2002.
121. Govaerts y otros, 2009.
122. Derpsch y Friedrich, 2009.
123. Derpsch, 2007; Hobbs, Sayre y Gupta, 2008.
124. Banco Mundial, 2005.
125. Derpsch y Friedrich, 2009; Erenstein y Laxmi, 2008.
126. Erenstein, 2009.
127. Erenstein y otros, 2008.
128. De la Torre, Fajnzylber y Nash, 2008.
129. Passioura, 2006.
130. Yan y otros, 2009.
131. Thornton, 2009.
132. Smith y otros, 2009.
133. Doraiswamy y otros, 2007; Pérez y otros, 2007; Singh, 2005.
134. Como la introducción profunda de briquetas o supergránulos de urea.
135. Singh, 2005.
136. Singh, 2005.
137. Poulton, Kydd y Dorward, 2006; Dorward y otros, 2004; Pender y Mertz, 2006.
138. Hofmann y Schellnhuber, 2009; Sabine y otros, 2004.
139. Hansen y otros, 2005.
140. FAO, 2009e.
141. FAO, 2009e.
142. Delgado y otros, 2003.

143. FAO, 2009e.
144. Arkema, Abramson y Dewsbury, 2006.
145. Smith, Gilmour y Heyward, 2008.
146. Gordon, 2007.
147. Armada, White y Christie, 2009.
148. Pitcher y otros, 2009.
149. OCDE, 2008; Banco Mundial, 2008d.
150. FAO, 2009e.
151. Banco Mundial, 2008d.
152. Costello, Gaines y Lynham, 2008; Hardin, 1968; Hilborn, 2007a; Hilborn, 2007b.
153. FAO, 2009c. En el pescado y los moluscos y crustáceos se incluyen los peces e invertebrados tanto marinos como de agua dulce. El total de la proteína animal incluye los primeros, más todos los productos cárnicos, lácteos y animales terrestres. Los datos corresponden a 2003.
154. Naciones Unidas, 2009.
155. FAO, 2009c (datos de 2003).
156. FAO, 2009e.
157. FAO, 2009e.
158. Banco Mundial, 2006.
159. De Silva y Soto, 2009.
160. De Silva y Soto, 2009.
161. FAO, 2004a.
162. Gyllenhammar y Hakanson, 2005.
163. Deutsch y otros, 2007.
164. Gatlin y otros, 2007.
165. Tacon, Hasan y Subasinghe, 2006.
166. Tacon, Hasan y Subasinghe, 2006.
167. Naylor y otros, 2000.
168. Primavera, 1997.
169. Tal y otros, 2009.
170. Naylor y otros, 2000.
171. FAO, 2001; Lightfoot, 1990.
172. Delgado y otros, 2003.
173. FAO, 2009b.
174. Por ejemplo, China y Nepal no son partes en un acuerdo entre Bangladesh y la India relativo al agua de la cuenca del Ganges y no reciben ninguna asignación.
175. Salman, 2007.
176. Qaddumi, 2008.
177. Kurien, 2005.
178. FAO, 2009e.
179. Duda y Sherman, 2002.
180. FAO, 2009d; Sundby y Nakken, 2008.
181. Lodge, 2007.
182. Programa del gran ecosistema marino de la corriente de Benguela (BCLME), 2007.
183. Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), 2009.
184. Banco Mundial, 2009.
185. Fischer y otros, 2005.
186. Rosegrant, Fernández y Sinha, 2009.
187. Easterling y otros, 2007.
188. FAO, 2008.
189. Mitchell, 2008. Las crisis climáticas han dado lugar a políticas restrictivas del comercio interno de alimentos y han exacerbado las subidas de precios también en el pasado; por ejemplo, véase Battisti y Naylor, 2009.
190. Banco Mundial, 2009.
191. Banco Mundial, 2009.
192. Von Braun y otros, 2008.
193. Bouet y Laborde, 2008.
194. Otras cuestiones deben evaluarse caso por caso, por ejemplo, las exenciones de los recortes arancelarios aplicables a proyectos especiales, tal como solicitan los países en desarrollo en relación con los productos calificados como importantes por razones de seguridad alimentaria, disponibilidad de medios de subsistencia y desarrollo rural (Banco Mundial, 2007c).
195. Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2000.
196. Xiaofeng, 2007.
197. Naciones Unidas, 2004.
198. "Africa's Weather Stations Need 'Major Effort.'" Red de Ciencia y Desarrollo. www.SciDev.net, 7 de noviembre de 2006.
199. OMM, 2007.
200. Barnston y otros, 2005; Mason, 2008.
201. Moron y otros, de próxima aparición; Moron, Robertson y Boer, 2009; Moron, Robertson y Ward, 2006; Moron, Robertson y Ward, 2007.
202. Sivakumar y Hansen, 2007.
203. Patt, Suárez y Gwata, 2005.
204. Bastiaanssen, 1998; Menenti, 2000.
205. WaterWatch, www.waterwatch.nl (consultado el 9 de mayo de 2009).
206. Bastiaansen, W., WaterWatch, comunicación personal, mayo de 2009.
207. <http://www.globalsoilmap.net/> (consultado el 15 de mayo de 2009).
208. Bindlish, Crow y Jackson, 2009; Frappart y otros, 2006; Turner y otros, 2003.
209. Bouma, van der Woerd y Kulik, 2009.
210. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), 2007.
211. Banco Mundial, 2008d.
212. Kumar, 2004.
213. Banco Mundial, 2007a.
214. Banco Mundial, de próxima aparición b.
215. Banco Mundial, 2008b.
216. Banco Mundial, 2008b.
217. Mitchell, 2008.
218. Zilberman y otros, 2008.
219. Rosegrant, Fernández y Sinha, 2009.
220. Parry y otros, 1999; Parry, Rosenzweig y Livermore, 2005; Rosenzweig y otros, 2001.
221. Rosenzweig y otros, 2001.
222. Parry y otros, 2004.
223. Fischer y otros, 2005; Parry y otros, 1999; Parry y otros, 2004; Parry, 2007; Parry, Rosenzweig y Livermore, 2005; Schmidhuber y Tubiello, 2007.
224. Dawe, 2008; Robles y Torero, de próxima aparición; Simler, 2009.
225. McKinsey & Company, 2009.
226. Pérez y otros, 2007.
227. Smith y otros, 2009.
228. El valor de la asistencia oficial para el desarrollo con destino a África entre 1996 y 2004 fue de unos US\$1.300 millones anuales (Banco Mundial, 2007c).
229. Pérez y otros, 2007.
230. McKinsey & Company, 2009.
231. Los beneficios de esas actividades en forma de retención se actualizarían periódicamente utilizando enfoques de vanguardia para la medición y basados en modelos.

232. West y Post, 2002.  
 233. Rochette y otros, 2008.  
 234. Johnston y otros, 2004.  
 235. Sullivan y otros, 2004.  
 236. No obstante, en el Programa de Reserva de Tierras de Cultivo, los propietarios de tierras solicitan pagos y el gobierno acepta o rechaza las solicitudes, situación muy diferente a la del mercado de derechos de emisión de carbono.  
 237. McKinsey & Company, 2009.  
 238. Tschakert, 2004.  
 239. Alston y otros, 2000.  
 240. Bolsa del Clima de Chicago, <http://www.chicagoclimatex.com/index.jsf> (consultado el 10 de febrero de 2009).  
 241. Lal, 2005.  
 242. PNUMA, 1990.  
 243. Swift y Shepherd, 2007.  
 244. FAO, 2009a.  
 245. FAO, 2009a.  
 246. [http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/infosheets/crocom\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/infosheets/crocom_en.pdf) (consultado el 12 de mayo de 2009).

## Referencias

- Alcamo, J., N. Dronin, M. Endejan, G. Golubev y A. Kirilenko. 2007. "A New Assessment of Climate Change Impacts on Food Production Shortfalls and Water Availability in Russia". *Global Environmental Change* 17 (3-4): 429-44.
- AIE (Agencia Internacional de la Energía). 2006. *World Energy Outlook 2006*. París: AIE.
- Alston, J. M., C. Chan-Kang, M. C. Marra, P. G. Pardey y T. Wyatt. 2000. *A Meta-Analysis of Rates of Return to Agricultural R&D: Ex Pede Herculem?* Washington, DC: Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria.
- Arango, H. 2003. *Planificación Predial Participativa, Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria*. Cali: Fundación CIPAV, ingeniero agrícola.
- Arkema, K. K., S. C. Abramson y B. M. Dewsbury. 2006. "Marine Ecosystem-Based Management: From Characterization to Implementation". *Ecology and the Environment* 4 (10): 525-32.
- Armada, N., A. T. White y P. Christie. 2009. "Managing Fisheries Resources in Danajon Bank, Bohol, Philippines: An Ecosystem-Based Approach". *Coastal Management* 307 (3-4): 308-30.
- Asad, M., L. G. Azevedo, K. E. Kemper y L. D. Simpson. 1999. "Management of Water Resources: Bulk Water Pricing in Brazil". Documento técnico 432, Banco Mundial, Washington, DC.
- Banco Mundial. 2005. *Agriculture Investment Sourcebook*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2006. *Aquaculture: Changing the Face of the Waters: Meeting the Promise and Challenge of Sustainable Aquaculture*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2007a. "India Groundwater AAA Mid-term Review" (documento interno), Banco Mundial, Washington, DC.
- . 2007b. *Making the Most of Scarcity: Accountability for Better Water Management Results in the Middle East and North Africa*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2007c. *Informe sobre el desarrollo mundial 2008: Agricultura para el desarrollo*. Bogotá: Banco Mundial y Mayol Ediciones.
- . 2008a. *Biodiversity, Climate Change and Adaptation: Nature-Based Solutions from the World Bank Portfolio*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008b. *China Water AAA: Addressing Water Scarcity*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008c. *Framework Document for a Global Food Crisis Response Program*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008d. *Los miles de millones hundidos: justificación económica de la reforma de la pesca*. Bogotá: Banco Mundial, FAO y Mayol Ediciones.
- . 2008e. *Informe sobre el desarrollo mundial 2009: Una nueva geografía económica*. Bogotá: Banco Mundial y Mayol Ediciones.
- . 2009. *Improving Food Security in Arab Countries*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . De próxima publicación a. *Agriculture and Climate Change in Morocco*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . De próxima publicación b. *Deep Wells and Prudence: Towards Pragmatic Action for Addressing Groundwater Overexploitation in India*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . De próxima publicación c. *Projet de Modernisation de l'Agriculture Irrigee Dans le Bassin de l'Oum Er Rbia. Mission d'Évaluation Aide Memoire*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . De próxima publicación d. *Water and Climate Change: Understanding the Risks and Making Climate-Smart Investment Decisions*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Barnett, T. P., J. C. Adam y D. P. Lettenmaier. 2005. "Potential Impacts of a Warming Climate on Water Availability in Snow-dominated Regions". *Nature* 438: 303-09.
- Barnston, A. G., A. Kumar, L. Goddard y M. P. Hoerling. 2005. "Improving Seasonal Prediction Practices through Attribution of Climate Variability". *Bulletin of the American Meteorological Society* 86 (1): 59-72.
- Bastiaansen, W. G. M. 1998. *Remote Sensing in Water Resources Management: The State of the Art*. Colombo: Instituto Internacional de Gestión de Recursos Hídricos.
- Bates, B., Z. W. Kundzewicz, S. Wu y J. Palutikof. 2008. "Climate Change and Water". Documento técnico, IPCC, Ginebra.
- Battisti, D. S. y R. L. Naylor. 2009. "Historical Warnings of Future Food Insecurity with

- Unprecedented Seasonal Heat". *Science* 323 (5911): 240-44.
- BCLME (Programa del gran ecosistema marino de la corriente de Benguela). 2007. "The Changing State of the Benguela Current Large Marine Ecosystem". Documento presentado en el Expert Workshop on Climate Change and Variability and Impacts Thereof in the BCLME Region, mayo 15. Kirstenbosch Research Centre, Ciudad del Cabo.
- Beckett, J. L. y J. W. Oltjen. 1993. "Estimation of the Water Requirement for Beef Production in the United States". *Journal of Animal Science* 7 (4): 818-26.
- Beintema, N. M. y G.-J. Stads. 2008. "Measuring Agricultural Research Investments: A Revised Global Picture". Nota de antecedentes, Agricultural Science and Technology Indicators, Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria, Washington, DC.
- Benbrook, C. 2001. "Do GM Crops Mean Less Pesticide Use?". *Pesticide Outlook* 12 (5): 204-07.
- BERD (Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2008. "Fighting Food Inflation through Sustainable Investment". BERD y FAO, Londres.
- Bhatia, R., R. Cestti, M. Scatata y R. P. S. Malik. 2008. *Indirect Economic Impacts of Dams: Case Studies from India, Egypt and Brazil*. Nueva Delhi: Academic Foundation.
- Bindlish, R., W. T. Crow y T. J. Jackson. 2009. "Role of Passive Microwave Remote Sensing in Improving Flood Forecasts". *IEEE GeoScience and Remote Sensing Letters* 6 (1): 112-16.
- Blaise, D., G. Majumdar y K. U. Tekale. 2005. "On-Farm Evaluation of Fertilizer Application and Conservation Tillage on Productivity of Cotton and Pigeonpea Strip Intercropping on Rain-fed Vertisols of Central India". *Soil and Tillage Research* 84 (1): 108-17.
- Bosworth, B., G. Cornish, C. Perry y F. Van Steenberg. 2002. *Water Charging in Irrigated Agriculture: Lessons from the Literature*. Wallingford, RU: HR Wallingford Ltd.
- Bouët, A. y D. Laborde. 2008. "The Cost of a Non-Doha". Nota informativa, Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria, Washington, DC.
- Bouma, J. A., H. J. Van der Woerd y O. J. Kulik. 2009. "Assessing the Value of Information for Water Quality Management in the North Sea". *Journal of Environmental Management* 90 (2): 1280-88.
- Burke, E. J. y S. J. Brown. 2008. "Evaluating Uncertainties in the Projection of Future Drought". *Journal of Hydrometeorology* 9 (2): 292-99.
- Burke, E. J., S. J. Brown y N. Christidis. 2006. "Modeling the Recent Evolution of Global Drought and Projections for the 21st Century with the Hadley Centre Climate Model". *Journal of Hydrometeorology* 7: 1113-25.
- Butler, R. A., L. P. Koh y J. Ghazoul. De próxima publicación. "REDD in the Red: Palm Oil Could Undermine Carbon Payment Schemes". *Conservation Letters*.
- Carlsson-Kanyama, A. y A. D. Gonzáles. 2009. "Potential Contributions of Food Consumption Patterns to Climate Change". *American Journal of Clinical Nutrition* 89 (5):1704S-09S.
- Cassman, K. G. 1999. "Ecological Intensification of Cereal Production Systems: Yield Potential, Soil Quality and Precision Agriculture". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96 (11): 5952-59.
- Cassman, K. G., A. Dobermann, D. T. Walters y H. Yang. 2003. "Meeting Cereal Demand While Protecting Natural Resources and Improving Environmental Quality". *Annual Review of Environment and Resources* 28: 315-58.
- Cedare (Centro para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la región Árabe y Europa). 2006. *Water Conflicts and Conflict Management Mechanisms in the Middle East and North Africa Region*. El Cairo: Cedare.
- Chan, K. M. A. y G. C. Daily. 2008. "The Payoff of Conservation Investments in Tropical Countryside". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (49): 19342-47.
- Chomitz, K. M. 2004. "Transferable Development Rights and Forest Protection: An Exploratory Analysis". *International Regional Science Review* 27 (3): 348-73.
- Cline, W. R. 2007. *Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country*. Washington, DC: Center for Global Development and Peterson Institute for International Economics.
- Comisión Mundial sobre Represas. 2000. *Dams and Development: A New Framework for Decision Making*. Londres y Sterling, VA: Earthscan.
- Costello, C., S. D. Gaines y J. Lynham. 2008. "Can Catch Shares Prevent Fisheries Collapse?". *Science* 321 (5896): 1678-81.
- Dawe, D. 2008. "Have Recent Increases in International Cereal Prices Been Transmitted to Domestic Economies? The Experience in Seven Large Asian Countries". Documento de trabajo 08-03, Agricultural Development Economics Division, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.
- De Fraiture, C. y C. Perry. 2007. "Why Is Agricultural Water Demand Unresponsive at Low Price Ranges?". En *Irrigation Water Pricing: The Gap between Theory and Practice*, ed. F. Molle y J. Berkoff. Oxfordshire, RU: CAB International.
- De la Torre, A., P. Fajnzylber y J. Nash. 2008. *Low Carbon, High Growth: Latin American Responses to Climate Change*. Washington, DC: Banco Mundial.
- De Silva, S. y D. Soto. 2009. "Climate Change and Aquaculture: Potential Impacts, Adaptation and Mitigation". Documento técnico 530, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.

- Delgado, C. L., M. W. Rosegrant, H. Steinfeld, S. Ehui y C. Courbois. 1999. "Livestock to 2020: The Next Food Revolution". Documento para discusión sobre alimentación, agricultura y medio ambiente 28, Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria, Washington, DC.
- Delgado, C. L., N. Wada, M. Rosegrant, S. Meijer y M. Ahmed. 2003. *Outlook for Fish to 2020: Meeting Global Demand*. Washington, DC: Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria.
- Derpsch, R. 2007. "No-Tillage and Conservation Agriculture: A Progress Report". En *No-Till Farming Systems*, ed. T. Goddard, M. A. Zebisch, Y. T. Gan, W. Elli, A. Watson y S. Sombatpanit. Bangkok: World Association of Soil and Water Conservation.
- Derpsch, R. y T. Friedrich. 2009. "Global Overview of Conservation Agriculture Adoption". En *Lead Papers 4th World Congress on Conservation Agriculture*. Nueva Delhi: World Congress on Conservation Agriculture.
- Deutsch, L., S. Graslund, C. Folke, M. Troell, M. Huitric, N. Kautsky y L. Lebel. 2007. "Feeding Aquaculture Growth through Globalization: Exploitation of Marine Ecosystems for Fishmeal". *Global Environmental Change* 17 (2): 238-49.
- Díaz, R. J. y R. Rosenberg. 2008. "Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems". *Science* 321 (5891): 926-29.
- Doraiswamy, P., G. McCarty, E. Hunt, R. Yost, M. Doumbia y A. Franzluebbbers. 2007. "Modeling Soil Carbon Sequestration in Agricultural Lands of Mali". *Agricultural Systems* 94 (1): 63-74.
- Dorward, A., S. Fan, J. Kydd, H. Lofgren, J. Morrison, C. Poulton, N. Rao, L. Smith, H. Tchale, S. Thorat, I. Urey y P. Wobst. 2004. "Institutions and Policies for Pro-Poor Agricultural Growth". *Development Policy Review* 22 (6): 611-22.
- Duda, A. M. y K. Sherman. 2002. "A New Imperative for Improving Management of Large Marine Ecosystems". *Ocean and Coastal Management* 45: 797-833.
- Dudley, N. y S. Stolton. 1999. *Conversion of "Paper Parks" to Effective Management: Developing a Target*. Gland, Suiza: Informe para la Alianza WWF-Banco Mundial, de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y WWF, Forest Innovation Project.
- Dye, P. y D. Versfeld. 2007. "Managing the Hydrological Impacts of South African Plantation Forests: An Overview". *Forest Ecology and Management* 251 (1-2): 121-28.
- 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*, ed. M. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. Van der Linden y C. E. Hanson. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Erenstein, O. 2009. "Adoption and Impact of Conservation Agriculture Based Resource Conserving Technologies in South Asia". En *Lead Papers, 4th World Congress on Conservation Agriculture*. Febrero 4-7, 2009, Nueva Delhi, India. Nueva Delhi: WCCA.
- Erenstein, O., U. Farooq, R. K. Malik y M. Sharif. 2008. "On-Farm Impacts of Zero Tillage Wheat in South Asia's Rice-Wheat Systems". *Field Crops Research* 105 (3): 240-52.
- Erenstein, O. y V. Laxmi. 2008. "Zero Tillage Impacts in India's Rice-Wheat Systems: A Review". *Soil and Tillage Research* 100 (1-2): 1-14.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2001. "Integrated Agriculture-Aquaculture". Pesca, documento técnico 407, Roma.
- . 2004a. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2004*. Roma: FAO.
- . 2004b. "Water Desalination For Agricultural Applications". Documento para discusión sobre tierra y agua, FAO, Roma.
- . 2005. *Agricultural Biodiversity in FAO*. Roma: FAO.
- . 2008. *Food Outlook: Global Market Analysis*. Roma: FAO.
- . 2009a. "Anchoring Agriculture within a Copenhagen Agreement: A Policy Brief for UNFCCC Parties by FAO". FAO, Roma.
- . 2009b. "AquaStat". FAO, Roma.
- . 2009c. "FAOSTAT". FAO, Roma.
- . 2009d. "Fisheries and Aquaculture in a Changing Climate". FAO, Roma.
- . 2009e. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2008*. Roma: FAO.
- Evaluación de Ecosistemas del Milenio. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis*. Washington, DC: Instituto de Recursos Mundiales.
- Fay, M., R. I. Block y J. Ebinger, ed. 2010. *Adapting to Climate Change in Europe and Central Asia*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Fischer, G., M. Shah, F. Tubiello y H. T. Van Velthuizen. 2005. "Socioeconomic and Climate Change Impacts on Agriculture: An Integrated Assessment, 1990-2080". *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360: 2067-83.
- Fischer, G., M. Shah y H. Van Velthuizen. 2002. "Climate Change and Agricultural Vulnerability". Documento presentado en la World Summit on Sustainable Development, Johannesburgo.
- FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial). 2009. *From Ridge to Reef: Water, Environment and Community Security: GEF Action on Transboundary Water Resources*. Washington, DC: FMAM.
- Franzluebbbers, A. J. 2002. "Water Infiltration and Soil Structure Related to Organic Matter and

- Its Stratification with Depth". *Soil and Tillage Research* 66: 197-205.
- Frappart, F., K. D. Minh, J. L'Hermitte, A. Caze-nave, G. Ramillien, T. Le Toan y N. Mognard-Campbell. 2006. "Water Volume Change in the Lower Mekong from Satellite Altimetry and Imagery Data". *Geophysical Journal International* 167 (2): 570-84.
- Gaston, K. J., S. F. Jackson, L. Cantu-Salazar y G. Cruz-Pinon. 2008. "The Ecological Performance of Protected Areas". *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 39: 93-113.
- Gatlin, D. M., F. T. Barrows, P. Brown, K. Dabrowski, T. G. Gaylord, R. W. Hardy, E. Herman, G. Hu, A. Krogdahl, R. Nelson, K. Overturf, M. Rust, W. Sealey, D. Skonberg, E. J. Souza, D. Stone, R. Wilson y E. Wurtele. 2007. "Expanding the Utilization of Sustainable Plant Products in Aquafeeds: A Review". *Aquaculture Research* 38 (6): 551-79.
- Gleick, P. 2008. *The World's Water 2008-2009: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington, DC: Island Press.
- Gobierno de España. 2009. *La desalinización en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Gordon, I. J. 2007. "Linking Land to Ocean: Feedbacks in the Management of Socio-Ecological Systems in the Great Barrier Reef Catchments". *Hydrobiologia* 591 (1): 25-33.
- Govaerts, B., K. Sayre y J. Deckers. 2005. "Stable High Yields With Zero Tillage and Permanent Bed Planting?". *Field Crops Research* 94: 33-42.
- Govaerts, B., N. Verhulst, A. Castellanos-Navarrete, K. D. Sayre, J. Dixon y L. Dendooven. 2009. "Conservation Agriculture and Soil Carbon Sequestration: Between Myth and Farmer Reality". *Critical Reviews in Plant Sciences* 28 (3): 97-122.
- Groves, D. G., M. Davis, R. Wilkinson y R. Lempert. 2008. "Planning for Climate Change in the Inland Empire: Southern California". *Water Resources Impact* 10 (4): 14-17.
- Groves, D. G. y R. J. Lempert. 2007. "A New Analytic Method for Finding Policy-Relevant Scenarios". *Global Environmental Change* 17 (1): 73-85.
- Groves, D. G., D. Yates y C. Tebaldi. 2008. "Developing and Applying Uncertain Global Climate Change Projections for Regional Water Management Planning". *Water Resources Research* 44 (12): 1-16.
- Gruere, G. P., P. Mehta-Bhatt y D. Sengupta. 2008. "Bt Cotton and Farmer Suicides in India: Reviewing the Evidence". Documento para discusión 00808, Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria, Washington, DC.
- 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.
- Gyllenhammar, A. y L. Hakanson. 2005. "Environmental Consequence Analyses of Fish Farm Emissions Related to Different Scales and Exemplified by Data from the Baltic: A Review". *Marine Environmental Research* 60: 211-43.
- Hannah, L., G. Midgley, S. Anelman, M. Araújo, G. Hughes, E. Martínez-Meyer, R. Pearson y P. Williams. 2007. "Protected Areas Needs in a Changing Climate". *Frontiers in Ecology and Evolution* 5 (3): 131-38.
- Hansen, J., L. Nazarenko, R. Ruedy, M. Sato, J. Willis, A. Del Genio, D. Koch, A. Lacis, K. Lo, S. Menon, T. Novakov, J. Perlwitz, G. Russell, G. A. Schmidt y N. Tausnev. 2005. "Earth's Energy Imbalance: Confirmation and Implications". *Science* 308 (5727): 1431-35.
- Hardin, G. 1968. "The Tragedy of the Commons". *Science* 162 (3859): 1243-48.
- Hazell, P. B. R. 2003. "The Green Revolution: Curse or Blessing?". En *Oxford Encyclopedia of Economic History*, ed. J. Mokyr. Nueva York: Oxford University Press.
- Henson, I. E. 2008. "The Carbon Cost of Palm Oil Production in Malaysia". *The Planter* 84: 445-64.
- Hilborn, R. 2007a. "Defining Success in Fisheries and Conflicts in Objectives". *Marine Policy* 31 (2): 153-58.
- . 2007b. "Moving to Sustainability by Learning from Successful Fisheries". *Ambio* 36 (4): 296-303.
- Hobbs, P. R., K. Sayre y R. Gupta. 2008. "The Role of Conservation Agriculture in Sustainable Agriculture". *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363 (1491): 543-55.
- Hoekstra, A. Y. y A. K. Chapagain. 2007. "Water Footprints of Nations: Water Use by People as a Function of Their Consumption Pattern". *Water Resources Management* 21 (1): 35-48.
- Hofmann, M. y H.-J. Schellnhuber. 2009. "Oceanic Acidification Affects Marine Carbon Pump and Triggers Extended Marine Oxygen Holes". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (9): 3017-22.
- IAASTD (Evaluación Internacional del papel del Conocimiento, la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Agrícola). 2009. *Summary for Decision Makers of the Global Report*. Washington, DC: IAASTD.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 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: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave y L. A. Meyer. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- James, C. 2000. *Global Review of Commercialized Transgenic Crops*. Ithaca, NY: International Ser-



- vice for the Acquisition of AgriBiotech Applications.
- . 2007. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2007*. Ithaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications.
- . 2008. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2008*. Ithaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications.
- Johnston, C. A., P. Groffman, D. D. Breshears, Z. G. Cardon, W. Currie, W. Emanuel, J. Gaudinski, R. B. Jackson, K. Lajtha, K. Nadelhoffer, D. Nelson, W. MacPost, G. Retallack y L. Wielopolski. 2004. "Carbon Cycling in Soil". *Frontiers in Ecology and the Environment* 2 (10): 522-28.
- Kaonga, M. L. y K. Coleman. 2008. "Modeling Soil Organic Carbon Turnover in Improved Fallows in Eastern Zambia Using the RothC-26.3 Model". *Forest Ecology and Management* 256 (5): 1160-66.
- Klein, A. M., B. E. Vaissiere, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen y T. Tscharntke. 2007. "Importance of Pollinators in Changing Landscapes for World Crops". *Proceedings of the Royal Society* 274 (1608): 303-13.
- Koh, L. P., P. Levang y J. Ghazoul. De próxima publicación. "Designer Landscapes for Sustainable Biofuels". *Trends in Ecology and Evolution*.
- Koh, L. P. y D. S. Wilcove. 2009. "Is Oil Palm Agriculture Really Destroying Tropical Biodiversity?". *Conservation Letters* 1 (2): 60-64.
- Kosgei, J. R., G. P. W. Jewitt, V. M. Kongo y S. A. Lorentz. 2007. "The Influence Of Tillage on Field Scale Water Fluxes and Maize Yields in Semi-Arid Environments: A Case Study of Potshini Catchment, South Africa". *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 32 (15-18): 1117-26.
- Kotilainen, L., R. Rajalahti, C. Ragasa y E. Pehu. 2006. "Health Enhancing Foods: Opportunities for Strengthening the Sector in Developing Countries". Documento para discusión 30 sobre agricultura y desarrollo rural, Banco Mundial, Washington, DC.
- Kumar, R. 2004. "eChoupals: A Study on the Financial Sustainability of Village Internet Centers in Rural Madhya Pradesh". *Information Technologies and International Development* 2 (1): 45-73.
- Kurien, J. 2005. "International Fish Trade and Food Security: Issues and Perspectives". Documento presentado en la 31st Annual Conference of the International Association of Aquatic and Marine Science Libraries, Roma.
- Laffoley, D. d'A. 2008. "Towards Networks of Marine Protected Areas: The MPA Plan of Action for IUCN's World Commission on Protected Areas". Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Comisión Mundial sobre Áreas Protegidas, Gland, Suiza.
- Lal, R. 2005. "Enhancing Crop Yields in the Developing Countries through Restoration of the Soil Organic Carbon Pool in Agricultural Lands". *Land Degradation and Development* 17 (2): 197-209.
- Lehmann, J. 2007a. "A Handful of Carbon". *Nature* 447: 143-44.
- . 2007b. "Bio-Energy in the Black". *Frontiers in Ecology and the Environment* 5 (7): 381-87.
- Lightfoot, C. 1990. "Integration of Aquaculture and Agriculture: A Route Towards Sustainable Farming Systems". *Naga: The ICLARM Quarterly* 13 (1): 9-12.
- Lin, B. B., I. Perfecto y J. Vandermeer. 2008. "Synergies between Agricultural Intensification and Climate Change Could Create Surprising Vulnerabilities for Crops". *BioScience* 58 (9): 847-54.
- Lobell, D. B., M. Burke, C. Tebaldi, M. D. Mastrandrea, W. P. Falcon y R. L. Naylor. 2008. "Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030". *Science* 319 (5863): 607-10.
- Lodge, M. W. 2007. "Managing International Fisheries: Improving Fisheries Governance by Strengthening Regional Fisheries Management Organizations". Chatham House Energy, Environment and Development Programme; documento para información EEDPBP07/01, Londres.
- 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 *IDM 2010*.
- Louati, Mohamed El Hedi. "Tunisia's Experience in Water Resource Mobilization and Management". Nota de antecedentes para el *IDM 2010*.
- Mason, S. J. 2008. "Flowering Walnuts in the Wood' and Other Bases for Seasonal Climate Forecasting". En *Seasonal Forecasts, Climatic Change and Human Health: Health and Climate*. ed. M. C. Thomson, R. Garcia-Herrera y M. Beniston. Amsterdam: Springer.
- McKinsey & Company. 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.
- Meehl, G. A., T. F. Stocker, W. D. Collins, P. Friedlingstein, A. T. Gaye, J. M. Gregory, A. Kitoh, R. Knutti, J. M. Murphy, A. Noda, S. C. B. Raper, I. G. Watterson, A. J. Weaver y Z.-C. Zhao. 2007. "Global Climate Projections". 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*, ed. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor y H. L. Miller. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Menenti, M. 2000. "Evaporation". En *Remote Sensing in Hydrology and Water Management*, ed. G. A. Schultz y E. T. Engman. Berlin: Springer.
- 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.
- Milly, P. C. D., K. A. Dunne y A. V. Vecchia. 2005. "Global Pattern of Trends in Stream flow and Water Availability in a Changing Climate". *Nature* 438 (17): 347-50.
- Mitchell, D. 2008. "A Note on Rising Food Prices". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4682, Banco Mundial, Washington, DC.
- Molden, D. 2007. *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. Londres: Earthscan e Instituto Internacional de Gestión de Recursos Hídricos.
- Molle, F. y J. Berkoff. 2007. *Irrigation Water Pricing: The Gap between Theory and Practice*. Wallingford, RU: CAB International.
- Moller, M., J. Tanny, Y. Li y S. Cohen. 2004. "Measuring and Predicting Evapotranspiration in an Insect-Proof Greenhouse". *Agricultural and Forest Meteorology* 127 (12): 35-51.
- Moron, V., A. Lucero, F. Hilario, B. Lyon, A. W. Robertson y D. DeWitt. De próxima publicación. "Spatio-Temporal Variability and Predictability of Summer Monsoon Onset over the Philippines". *Climate Dynamics*.
- Moron, V., A. W. Robertson y R. Boer. 2009. "Spatial Coherence and Seasonal Predictability of Monsoon Onset over Indonesia". *Journal of Climate* 22 (3): 840-50.
- Moron, V., A. W. Robertson y M. N. Ward. 2006. "Seasonal Predictability and Spatial Coherence of Rainfall Characteristics in the Tropical Setting of Senegal". *Monthly Weather Review* 134 (11): 3248-62.
- . 2007. "Spatial Coherence of Tropical Rainfall at Regional Scale". *Journal of Climate* 20 (21): 5244-63.
- Müller, C., A. Bondeau, A. Popp, K. Waha y M. Fader. 2009. "Climate Change Impacts on Agricultural Yields". Nota de antecedentes para el *IDM 2010*.
- Naciones Unidas. 2004. *Guidelines for Reducing Flood Losses*. Ginebra: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres y Nacional Oceanic and Atmosphere Administration.
- . 2009. *World Population Prospects: The 2008 Revision*. Nueva York: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.
- Naylor, R. L., R. J. Goldburg, J. H. Primavera, N. Kautsky, M. C. M. Beveridge, J. Clay, C. Folke, J. Lubchenco, H. Mooney y M. Troell. 2000. "Effects of Aquaculture on World Fish Supplies". *Nature* 405 (6790): 1017-24.
- Normile, D. 2006. "Agricultural Research: Consortium Aims to Supercharge Rice Photosynthesis". *Science* 313 (5786): 423.
- NRC (Consejo Nacional de Investigaciones). 2007. *Water Implications of Biofuels Production in the United States*. Washington, DC: National Academies Press.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2008. *Agricultural Policies in OECD Countries: At a Glance 2008*. París: OCDE.
- . 2009. *Managing Water for All: An OECD Perspective on Pricing and Financing*. París: OCDE.
- Olmstead, S., W. M. Hanemann y R. N. Stavins. 2007. "Water Demand under Alternative Price Structures". Documento de trabajo 13573, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2000. "Fifth WMO Long-term Plan 2000-2009: Summary for Decision Makers". Ginebra: OMM.
- . 2007. *Climate Information for Adaptation and Development Needs*. Ginebra: OMM.
- Parry, M. 2007. "The Implications of Climate Change for Crop Yields, Global Food Supply and Risk of Hunger". *SAT e-Journal* 4 (1), Open Access e-Journal, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). <http://www.icrisat.org/Journal/SpecialProject/sp14.pdf>.
- Parry, M., C. Rosenzweig, A. Iglesias, G. Fischer y M. Livermore. 1999. "Climate Change and World Food Security: A New Assessment". *Global Environmental Change* 9 (S1): S51-S67.
- Parry, M., C. Rosenzweig, A. Iglesias, M. Livermore y G. Fischer. 2004. "Effects of Climate Change on Global Food Production under SRES Emissions and Socio-Economic Scenarios". *Global Environmental Change* 14 (1): 53-67.
- Parry, M., C. Rosenzweig y M. Livermore. 2005. "Climate Change, Global Food Supply and Risk of Hunger". *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360 (1463): 2125-38.
- Passioura, J. 2006. "Increasing Crop Productivity When Water Is Scarce: From Breeding to Field Management". *Agricultural Water Management* 80 (1-3): 176-96.
- Patt, A. G., P. Suárez y C. Gwata. 2005. "Effects of Seasonal Climate Forecasts and Participatory Workshops among Subsistence Farmers in Zimbabwe". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102 (35): 12623-28.
- Peden, D., G. Tadesse y M. Mammo. 2004. "Improving the Water Productivity of Livestock: An Opportunity for Poverty Reduction". Documento presentado en la Integrated Water and Land Management Research and Capacity Building Priorities for Ethiopia Conference. Addis Abeba.
- Pender, J. y O. Mertz. 2006. "Soil Fertility Depletion Sub-Saharan Africa: What Is the Role of Organic Agriculture". En *Global Development or Organic Agriculture: Challenges and Prospects*, ed. N. Halberg, H. F. Alroo, M. T. Knudsen y E.

- S. Kristensen. Wallingford, RU: CAB International.
- Pérez, C., C. Roncoli, C. Neely y J. Steiner. 2007. "Can Carbon Sequestration Markets Benefit Low-Income Producers in Semi-Arid Africa? Potentials and Challenges". *Agricultural Systems* 94 (1): 2-12.
- Perry, C., P. Steduto, R. G. Allen y C. M. Burt. De próxima publicación. "Increasing Productivity in Irrigated Agriculture: Agronomic Constraints and Hydrological Realities". *Agricultural Water Management*.
- Phipps, R. y J. Park. 2002. "Environmental Benefits of Genetically Modified Crops: Global and European Perspectives on Their Ability to Reduce Pesticide Use". *Journal of Animal and Feed Science* 11: 1-18.
- Pimentel, D., B. Berger, D. Filiberto, M. Newton, B. Wolfe, E. Karabinakis, S. Clark, E. Poon, E. Abbett y S. Nandagopal. 2004. "Water Resources: Agricultural and Environmental Issues". *BioScience* 54 (10): 909-18.
- Pingali, P. L. y M. W. Rosegrant. 2001. "Intensive Food Systems in Asia: Can the Degradation Problems Be Reversed?". En *Tradeoffs or Synergies? Agricultural Intensification, Economic Development and the Environment*, ed. D. R. Lee y C. B. Barrett. Wallingford, RU: CAB International.
- Pitcher, T., D. Kalikoski, K. Short, D. Varkey y G. Pramod. 2009. "An Evaluation of Progress in Implementing Ecosystem-Based Management of Fisheries in 33 Countries". *Marine Policy* 33 (2): 223-32.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1990. *Global Assessment of Soil Degradation*. Nueva York: PNUMA.
- PNUMA-WCMC (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación). 2008. *State of the World's Protected Areas 2007: An Annual Review of Global Conservation Progress*. Cambridge, RU: PNUMA-WCMC.
- Poulton, C., J. Kydd y A. Dorward. 2006. "Increasing Fertilizer Use in Africa: What Have We Learned?". Documento para discusión 25, Banco Mundial, Washington, DC.
- Primavera, J. H. 1997. "Socioeconomic Impacts of Shrimp Culture". *Aquaculture Research* 28: 815-27.
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. 2009. *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*. París y Londres: UNESCO y Earthscan.
- Qaddumi, H. 2008. "Practical Approaches to Transboundary Water Benefit Sharing". Documento de trabajo 292, Overseas Development Institute, Londres.
- Randolph, T. F., E. Schelling, D. Grace, C. F. Nicholson, J. L. Leroy, D. C. Cole, M. W. Demment, A. Omoro, J. Zinsstag y M. Ruel. 2007. "Invited Review: Role of Livestock in Human Nutrition and Health for Poverty Reduction in Developing Countries". *Journal of Animal Science* 85 (11): 2788-2800.
- Reardon, T., K. Stamoulis, M. E. Cruz, A. Baliasacan, J. Berdugue y K. Savadogo. 1998. "Diversification of Household Incomes into Nonfarm Sources: Patterns, Determinants and Effects". Documento presentado en the IFPRI/ World Bank Conference on Strategies for Stimulating Growth of the Rural Nonfarm Economy in Developing Countries, Airlie House, Virginia.
- Ricketts, T. H., J. Regetz, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen, A. Bogdanski, B. Gemmill-Herren, S. S. Greenleaf, A. M. Klein, M. M. Mayfeld, L. A. Morandin, A. Ochieng y B. F. Viana. 2008. "Landscape Effects on Crop Pollination Services: Are There General Patterns?". *Ecology Letters* 11(5): 499-515.
- Ritchie, J. E. 2008. "Land-Ocean Interactions: Human, Freshwater, Coastal and Ocean Interactions under Changing Environments". Documento presentado en el Hydrology Expert Facility Workshop: Hydrologic Analysis to Inform Bank Policies and Projects: Bridging the Gap, 24 de noviembre, Washington, DC.
- Rivera, J. A., C. Hotz, T. González-Cossio, L. Neufeld y A. García-Guerra. 2003. "The Effect of Micronutrient Deficiencies on Child Growth: A Review of Results from Community-Based Supplementation Trials". *Journal of Nutrition* 133 (11): 4010S-20S.
- Robles, M. y M. Torero. De próxima publicación. "Understanding the Impact of High Food Prices in Latin America". *Economía*.
- Rochette, P., D. A. Angers, M. H. Chantigny y N. Bertrand. 2008. "Nitrous Oxide Emissions Respond Differently to No-Till in a Loam and a Heavy Clay Soil". *Soil Science Society of America Journal* 72: 1363-69.
- Rosegrant, M. W. y H. Binswanger. 1994. "Markets in Tradable Water Rights: Potential for Efficiency Gains in Developing Country Water Resource Allocation". *World Development* 22 (11): 1613-25.
- Rosegrant, M. W., X. Cai y S. Cline. 2002. *World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity*. Washington, DC: Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria.
- Rosegrant, M. W., S. A. Cline y R. A. Valmonte-Santos. 2007. "Global Water and Food Security: Emerging Issues". En *Proceedings of the International Conference on Water for Irrigated Agriculture and the Environment: Finding a Flow for All*, ed. A. G. Brown. Canberra: ATSE Crawford Fund.
- Rosegrant, M. W., M. Fernández y A. Sinha. 2009. "Looking into the Future for Agriculture and KST". En *IAASTD Global Report*, ed. B. McIntyre, H. R. Herren, J. Wakhungu y R. T. Watson. Washington, DC: Island Press.
- Rosegrant, M. W. y P. B. R. Hazell. 2000. *Transforming the Rural Asian Economy: The Unfinished Revolution*. Nueva York: Oxford University Press.
- Rosegrant, M. W., M. Paisner, S. Meijer y J. Witter. 2001. *Global Food Projections to 2020*:

- Emerging Trends and Alternative Futures*. Washington, DC: Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria.
- Rosenzweig, C., A. Iglesias, X. Yang, P. R. Epstein y E. Chivian. 2001. "Climate Change and Extreme Weather Events: Implications for Food Production, Plant Diseases and Pests". *Global Change and Human Health* 2 (2): 90-104.
- Sabine, C. L., R. A. Feely, N. Gruber, R. M. Key, K. Lee, J. L. Bullister, R. Wanninkhof, C. S. Wong, D. W. R. Wallace, B. Tilbrook, F. J. Millero, T.-H. Peng, A. Kozyr, T. Ono y A. F. Ríos. 2004. "The Oceanic Sink for Anthropogenic CO<sub>2</sub>". *Science* 305: 367-71.
- Salman, S. M. A. 2007. "The United Nations Watercourses Convention Ten Years Later: Why Has Its Entry into Force Proven Difficult?". *Water International* 32 (1): 1-15.
- 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 B* 363: 477-94.
- Schmidhuber, J. y F. N. Tubiello. 2007. "Global Food Security under Climate Change". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (50): 19703-08.
- Schoups, G., J. W. Hopmans, C. A. Young, J. A. Vrugt, W. W. Wallender, K. K. Tanji y S. Panday. 2005. "Sustainability of Irrigated Agriculture in the San Joaquin Valley, California". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102 (43): 15352-56.
- Shiklomanov, I. A. 1999. *World Water Resources: An Appraisal for the 21st Century*. París: Programa Hidrológico Internacional de Unesco.
- Shiklomanov, I. A. y J. C. Rodda. 2003. *World Water Resources at the Beginning of the 21st Century*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Simler, K. R. 2009. "The Impact of Higher Food Prices on Poverty in Uganda". Banco Mundial, Washington, DC.
- Singh, U. 2005. "Integrated Nitrogen Fertilization for Intensive and Sustainable Agriculture". *Journal of Crop Improvement* 15 (2): 259-88.
- Sivakumar, M. V. K. y J. Hansen, ed. 2007. *Climate Prediction and Agriculture: Advances and Challenges*. Nueva York: Springer.
- Smith, L. D., J. P. Gilmour y A. J. Heyward. 2008. "Resilience of Coral Communities on an Isolated System of Reefs Following Catastrophic Mass-bleaching". *Coral Reefs* 27 (1): 197-205.
- 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. 2009. "Greenhouse Gas Mitigation in Agriculture". *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363: 789-813.
- Sohi, S., E. López-Capel, E. Krull y R. Bol. 2009. *Biochar, Climate Change and Soil: A Review to Guide Future Research*. Australia: CSIRO Land and Water Science Report 05/09.
- Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales y C. De Haan. 2006. *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Struhsaker, T. T., P. J. Struhsaker y K. S. Siex. 2005. "Conserving Africa's Rain Forests: Problems in Protected Areas and Possible Solutions". *Biological Conservation* 123 (1): 45-54.
- Strzepek, K., G. Yohe, R. S. J. Tol y M. W. Rosegrant. 2004. "Determining the Insurance Value of the High Aswan Dam for the Egyptian Economy". Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria, Washington, DC.
- Su, Z., J. Zhang, W. Wu, D. Cai, J. Lv, G. Jiang, J. Huang, J. Gao, R. Hartmann y D. Gabriels. 2007. "Effects of Conservation Tillage Practices on Winter Wheat Water-Use Efficiency and Crop Yield on The Loess Plateau, China". *Agricultural Water Management* 87 (3): 307-14.
- Sullivan, P., D. Hellerstein, L. Hansen, R. Johansson, S. Koenig, R. Lubowski, W. McBride, D. McGranahan, M. Roberts, S. Vogel y S. Bucholtz. 2004. *The Conservation Reserve Program: Economic Implications for Rural America*. Washington, DC: Departamento de Agricultura.
- Sundby, S. y O. Nakken. 2008. "Spatial Shifts in Spawning Habitats of Arcto-Norwegian Cod Related to Multidecadal Climate Oscillations and Climate Change". *ICES Journal of Marine Sciences* 65 (6): 953-62.
- Swift, M. J. y K. D. Shepherd, ed. 2007. *Saving Africa's Soils: Science and Technology for Improved Soil Management in Africa*. Nairobi: World Agroforestry Centre.
- Tacon, A. G. J., M. R. Hasan y R. P. Subasinghe. 2006. "Use of Fishery Resources as Feed Inputs for Aquaculture Development: Trends and Policy". FAO Fisheries Circular 1018, Roma.
- Tal, Y., H. Schreier, K. R. Sowers, J. D. Stubblefield, A. R. Place y Y. Zohar. 2009. "Environmentally Sustainable Land-Based Marine Aquaculture". *Aquaculture* 286 (1-2): 28-35.
- Thierfelder, C., E. Amézquita y K. Stahr. 2005. "Effects of Intensifying Organic Manuring and Tillage Practices on Penetration Resistance and Infiltration Rate". *Soil and Tillage Research* 82 (2): 211-26.
- Thornton, P. 2009. "The Inter-Linkage between Rapid Growth in Livestock Production, Climate Change, and the Impacts on Water Resources, Land Use and Reforestation". Documento de antecedentes para el *IDM 2010*.
- Tilman, D., J. Hill y C. Lehman. 2006. "Carbon-Negative Biofuels from Low-Input High-Diversity Grassland Biomass". *Science* 314: 1598-1600.
- Tschakert, P. 2004. "The Costs of Soil Carbon Sequestration: An Economic Analysis for Small-Scale Farming Systems in Senegal". *Agricultural Systems* 81: 227-53.

- Turner, W., S. Spector, N. Gardiner, M. Fladeland, E. Sterling y M. Steininger. 2003. "Remote Sensing for Biodiversity Science and Conservation". *Trends in Ecology and Evolution* 18 (6): 306-14.
- Unesco (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 2007. "A Global Perspective on Research And Development". Institute for Statistics Fact Sheet 5, Unesco, Montreal.
- Van Buskirk, J. e Y. Willi. 2004. "Enhancement of Farmland Biodiversity within Set-Aside Land". *Conservation Biology* 18 (4): 987-94.
- Van der Werf, G. R., J. Dempewolf, S. N. Trigg, J. T. Randerson, P. S. Kasibhatla, L. Giglio, D. Murdiyarsa, W. Peters, D. C. Morton, G. J. Collatz, A. J. Dolman y R. S. DeFries. 2008. "Climate Regulation of Fire Emissions and Deforestation in Equatorial Asia". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (51): 20350-55.
- Vassolo, S. y P. Döll. 2005. "Global-Scale Gridded Estimates of Thermoelectric Power and Manufacturing Water Use". *Water Resources Research* 41: W04010-doi:10.1029/2004WR003360.
- Venter, O., E. Meijaard, H. Possingham, R. Dennis, D. Sheil, S. Wich, L. Hovani y K. Wilson. 2009. "Carbon Payments as a Safeguard for Threatened Tropical Mammals". *Conservation Letters* 2: 123-29.
- 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". Resumen de políticas, Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria, Washington, DC.
- Ward, F. A. y M. Pulido-Velázquez. 2008. "Water Conservation in Irrigation Can Increase Water Use". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (47):18215-20.
- Wardle, D. A., M-C. Nilsson y O. Zackrisson. 2008. "Fire-derived Charcoal Causes Loss of Forest Humus". *Science* 320 (5876): 629-29.
- West, P. O. y W. M. Post. 2002. "Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation: A Global Data Analysis". *Soil Science Society of America Journal* 66: 1930-46.
- Williams, A. G., E. Audsley y D. L. Sandars. 2006. *Determining the Environmental Burdens and Resource Use in the Production of Agricultural and Horticultural Commodities*. Londres: Department for Environmental Food and Rural Affairs.
- 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. "Implications of Limiting CO<sub>2</sub> Concentrations for Land Use and Energy". *Science* 324 (5931): 1183-86.
- Woelcke, J. y T. Tennigkeit. 2009. "Harvesting Agricultural Carbon in Kenya". *Rural* 21 43 (1): 26-27.
- Wolf, D. 2008. "Biochar as a Soil Amendment: A Review of the Environmental Implications". Swansea University School of the Environment and Society. [http://www.orgprints.org/13268/01/Biochar\\_as\\_a\\_soil\\_amendment\\_-\\_a\\_review.pdf](http://www.orgprints.org/13268/01/Biochar_as_a_soil_amendment_-_a_review.pdf) (consultado el 15 de julio de 2009).
- Xiaofeng, X. 2007. *Report on Surveying and Evaluating Benefits of China's Meteorological Service*. Beijing: Administración Meteorológica China.
- Yan, X., H. Akiyama, K. Yagi y H. Akimoto. 2009. "Global Estimations of the Inventory and Mitigation Potential of Methane Emissions from Rice Cultivation Conducted Using the 2006 Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines". *Global Biogeochemical Cycles* 23: 1-15.
- Young, M. y J. McColl. 2005. "Defining Tradable Water Entitlements and Allocations: A Robust System". *Canadian Water Resources Journal* 30 (1): 65-72.
- . De próxima publicación. "A Robust Framework for the Allocation of Water in an Ever Changing World". En H. Bjornlund, ed., *Incentives and Instruments for Sustainable Irrigation*. Southampton: WIT Press.
- Zhang, G. S., K. Y. Chan, A. Oates, D. P. Heenan y G. B. Huang. 2007. "Relationship between Soil Structure and Runoff/Soil Loss After 24 Years of Conservation Tillage". *Soil and Tillage Research* 92: 122-28.
- Zilberman, D., T. Sproul, D. Rajagopal, S. Sexton y P. Hellegers. 2008. "Rising Energy Prices and the Economics of Water in Agriculture". *Water Policy* 10: 11-21.
- Ziska, L. H. 2008. "Three-year Field Evaluation of Early and Late 20th Century Spring Wheat Cultivars to Projected Increases in Atmospheric Carbon Dioxide". *Field Crop Research* 108 (1): 54-59.
- Ziska, L. H. y A. McClung. 2008. "Differential Response of Cultivated and Weedy (Red) Rice to Recent and Projected Increases in Atmospheric Carbon Dioxide". *Agronomy Journal* 100 (5): 1259-63.



## Vigorizar el desarrollo sin afectar el clima

**E**n vista de que se prevé que la economía mundial cuadruplicará su volumen hacia mediados de este siglo, de continuar con las tendencias actuales, las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) vinculadas con la energía se incrementarían a más del doble. Esto ubicaría al mundo en una trayectoria catastrófica que podría provocar un incremento de la temperatura de más de 5 °C por encima de los valores de la época preindustrial. Esa trayectoria no es inevitable. Si se logra una acción internacional concertada para adoptar políticas adecuadas y tecnologías de baja emisión de carbono, existen los medios para pasar a una trayectoria más sostenible, en la que el calentamiento se limite a cerca de 2°C. Este proceso es una oportunidad para generar enormes beneficios para el desarrollo económico a través del ahorro de energía, una mejor salud pública, mayor seguridad energética y creación de empleos.

Un camino energéticamente sostenible exige que todos los países adopten medidas

inmediatas para volverse más eficientes desde el punto de vista energético y lograr una intensidad de carbono notoriamente menor. Para encarar este camino, se necesita un cambio drástico en la combinación actual de fuentes de energía –que deben pasar de los combustibles fósiles a las fuentes renovables y, posiblemente, a la energía nuclear– y el uso generalizado de la captura y almacenamiento del carbono (CAC). Esto, a su vez, implica reducir significativamente los costos de las tecnologías de energía renovable, difundirlas ampliamente, elaborar salvaguardias para contener la proliferación de armas y desechos nucleares y lograr avances tecnológicos que abarquen desde las baterías a la captura y almacenamiento del carbono. Implica también cambios fundamentales en el desarrollo económico y los estilos de vida. Si tan sólo uno de estos requisitos no se cumple, tal vez sea imposible mantener el aumento de temperatura cerca de 2°C por encima de los niveles preindustriales.

Para limitar el calentamiento a los 2°C, las emisiones de todo el mundo deberían alcanzar su pico a más tardar en 2020 para luego disminuir entre un 50 y un 80% respecto de los niveles actuales hacia 2050 y continuar reduciéndose hacia 2100 y más allá. Una demora de 10 años en la adopción de medidas necesarias haría imposible alcanzar este objetivo. La inercia inherente a las reservas de capital vinculadas con la energía implica que las inversiones que se hagan en el próximo decenio determinarían en gran medida las emisiones hasta 2050 y luego de esa fecha. Cualquier demora confinaría al mundo a una infraestructura con elevado nivel de emisiones de carbono, que luego exigiría un costoso reacondicionamiento y el descarte prematuro de las reservas de capital existentes.

### Mensajes clave

Para resolver el problema del cambio climático se requieren acciones inmediatas en todos los países y una transformación radical de los sistemas energéticos, esto es, una significativa mejora en la eficiencia energética, un cambio decidido hacia energías renovables y posiblemente hacia la energía nuclear, y el uso generalizado de tecnologías avanzadas para capturar y almacenar 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), llevar al mercado nuevas tecnologías y ayudar a financiar la transición de los países en desarrollo hacia caminos de energía no contaminante. Pero la acción inmediata también redundará en beneficio de los países en desarrollo, puesto que evitarán así atarse a una infraestructura con altos niveles de emisión de carbono. Muchos de estos cambios, como la eliminación de señales distorsivas de los precios y el incremento de la eficiencia energética, son beneficiosos tanto para el desarrollo como para el medio ambiente.

Los gobiernos no deberían usar la crisis financiera actual como excusa para postergar las medidas contra el cambio climático. Es probable que la crisis climática futura sea aún mucho más perjudicial para la economía mundial. La desaceleración económica posiblemente retarde unos años el crecimiento habitual de las emisiones, pero es poco probable que modifique significativamente su curso en el largo plazo. En cambio, la crisis ofrece oportunidades para que los gobiernos dirijan las inversiones destinadas a reactivar la economía hacia una energía eficiente y limpia, de modo de alcanzar el doble objetivo de revitalizar el crecimiento económico y mitigar el cambio climático (recuadro 4.1).

Los gobiernos pueden encarar ahora políticas internas que reflejen un enfoque inteligente respecto del clima y les permitan desplegar las tecnologías de baja emisión de carbono ya existentes mientras se negocia un acuerdo mundial respecto del clima. La eficiencia energética es la fuente de reducción de emisiones más importante y menos costosa, y su uso se justifica plenamente por los beneficios que entraña para el desarrollo y el ahorro futuro de energía. El potencial es enorme, tanto en el lado de la oferta (por ejemplo, la quema de carbón, petróleo y gas, y en la producción, transmisión y distribución de electricidad) como en el de la demanda (uso de energía en edificios,

transporte y manufacturas). Pero el hecho de que siga desaprovechándose un potencial tan grande para generar eficiencia sugiere que esto no es fácil de concretar en la práctica. Para lograr un ahorro significativo de energía, es necesario que se incrementen los precios y se eliminen los subsidios de los combustibles fósiles, y se adopte una estrategia concertada que permita abordar las deficiencias del mercado y otros obstáculos con normas eficaces, incentivos financieros, reformas institucionales y mecanismos de financiamiento.

La segunda fuente más importante para reducir las emisiones es el uso de combustibles de bajas emisiones o cero emisiones –particularmente, de energía renovable– en la generación de electricidad. Muchas de estas tecnologías ya están disponibles en el mercado, generan beneficios para el desarrollo y podrían implantarse mucho más ampliamente si se contara con los marcos normativos adecuados. Para extender su aplicación, es necesario fijar un precio al carbono y ofrecer incentivos financieros para la instalación de tecnologías de baja emisión. Su difusión en gran escala ayudará a reducir sus costos y volverlas más competitivas.

Pero estas medidas provechosas desde todo punto de vista, que benefician tanto al desarrollo como a la lucha contra el cambio climático, simplemente no bastan para seguir una trayectoria que mantenga el aumento de temperatura cerca de 2°C. Urge contar con tecnologías avanzadas que aún no se han probado, como la captura y el almacenamiento del carbono, y aplicarlas en gran escala. Para acelerar su uso y difusión generalizados, será necesario intensificar en gran medida la investigación, el desarrollo y las actividades de demostración, así como el intercambio y la transferencia de tecnología.

Es esencial que exista un mecanismo de mercado que abarque toda la economía, como programas de fijación de límites máximos y comercio del carbono o impuestos a la emisión (véase el capítulo 6), para movilizar fuertes inversiones e innovaciones del sector privado a fin de lograr profundos recortes en las emisiones al menor costo. En el seno de los gobiernos, se necesitan enfoques coordinados e integrados para lograr economías con bajos niveles de emisión de carbono y minimizar a la vez los riesgos de perturbaciones sociales y económicas.

Los países desarrollados deben colocarse a la vanguardia y comprometerse a efectuar reducciones profundas en sus emisiones, establecer precios para el carbono y desarrollar

#### RECUADRO 4.1 *La crisis financiera es una oportunidad para adoptar formas de energía eficientes y limpias*

La crisis financiera genera tanto desafíos como oportunidades en el ámbito de la energía limpia. La caída abrupta de los precios de los combustibles fósiles desalienta la conservación de la energía y vuelve menos competitiva la energía renovable. La debilidad del entorno macroeconómico y la restricción del crédito han generado una caída en la demanda y una merma en las inversiones. Esto perjudica gravemente a la energía renovable, puesto que se trata de un sector con elevado coeficiente de capital (se caracteriza por altos costos de capital inicial y costos bajos de operación y combustible). En el último trimestre de 2008, las inversiones en energía limpia cayeron a menos de la mitad respecto del pico alcanzado a fines de 2007<sup>a</sup>.

No obstante, la crisis financiera no debería ser una excusa para demorar las medidas contra el cambio climático, puesto que ofrece la oportunidad de

pasar a una economía con bajos niveles de emisión de carbono (véase el capítulo 1). En primer lugar, las inversiones que tengan como meta la reactivación económica y se destinen a eficiencia energética, energía renovable y transporte masivo pueden crear puestos de trabajo y fortalecer la capacidad productiva de la economía<sup>b</sup>. Segundo, la baja en los precios de la energía brinda una oportunidad única para poner en marcha programas que permitan eliminar los subsidios a los combustibles fósiles en las economías emergentes y fijar impuestos a los combustibles en las avanzadas, de modos que resulten política y socialmente aceptables.

Fuentes: Equipo a cargo del IDM, sobre la base de los siguientes trabajos:

- Foro Económico Mundial (FEM), 2009.
- Bowen y otros, 2009.



tecnologías avanzadas. Esta es la forma más segura de propiciar la creación de las tecnologías necesarias y garantizar su disponibilidad a precios competitivos. Pero a menos que los países en desarrollo comiencen también a transformar sus sistemas energéticos a medida que crecen, no será posible limitar el calentamiento en torno a 2°C por encima de los niveles preindustriales. Esta transformación exige que se transfieran montos significativos de recursos financieros y tecnologías de baja emisión de carbono desde los países desarrollados a las naciones en desarrollo.

Las medidas de mitigación correspondientes al sector energético y la combinación de políticas y tecnologías que se requieren para aplicarlas son diferentes en los países de ingreso alto, mediano o bajo, en función de su estructura económica, los recursos de que disponen y sus capacidades institucionales y técnicas. Una decena de países de ingreso alto y mediano generan dos tercios de las emisiones mundiales relacionadas con la energía, por lo que es esencial que reduzcan sus emisiones para evitar un cambio climático peligroso. En el presente capítulo, se analizan las opciones de mitigación y los desafíos que deben afrontar algunos de estos países. También se presenta una cartera de instrumentos normativos y tecnologías de energía limpia que pueden utilizarse para seguir la trayectoria de 2°C.

### Hallar el equilibrio entre objetivos encontrados

Las políticas energéticas deben encontrar un equilibrio entre cuatro objetivos encontrados: sostener el crecimiento económico, ampliar el acceso de los pobres del mundo a la energía, incrementar la seguridad energética y mejorar el medio ambiente, metas todas muy ambiciosas. La combustión de sustancias fósiles genera cerca del 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>1</sup> y es la causa principal de la contaminación del aire en el plano local. Existen muchas opciones beneficiosas desde todo punto de vista con las que se puede mitigar el cambio climático y reducir la contaminación local del aire a través de la reducción de la combustión de productos fósiles (recuadro 4.2). Otras alternativas representan soluciones de compromiso que se deben ponderar. Por ejemplo, los sulfatos que se emiten cuando se quema el carbón perjudican la salud humana y provocan lluvia ácida, pero también tienen efectos locales de enfriamiento que contrarrestan el calentamiento de la Tierra.

Los países en desarrollo necesitan energía confiable y accesible para crecer y extender el suministro a los 1.600 millones de personas que carecen de electricidad y a los 2.600 millones que no tienen combustibles no contaminantes para cocinar. La ampliación del acceso al suministro eléctrico y a los combustibles para cocinar no contaminantes en numerosos países en desarrollo de ingreso bajo (en particular, en Asia meridional y África subsahariana) sumaría menos de un 2% a las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub><sup>2</sup>. Si se reemplazan los combustibles tradicionales de biomasa utilizados para cocinar y calefaccionar con formas de energía moderna, también se pueden reducir las emisiones de carbono negro (un gas que contribuye significativamente al calentamiento de la Tierra<sup>3</sup>), mejorar la salud de mujeres y niños (que, de lo contrario, estarían expuestos a los altos niveles de contaminación del aire en las viviendas generados por la biomasa tradicional) y reducir la deforestación y la degradación de la tierra (véase el recuadro 7.10 del capítulo 7)<sup>4</sup>.

El suministro de energía también enfrenta dificultades vinculadas con la adaptación. Es probable que el aumento de temperatura genere mayor demanda de métodos de refrigeración y reduzca la de calefacción<sup>5</sup>. El incremento de la demanda de mecanismos de refrigeración somete a los sistemas eléctricos a una fuerte exigencia, como ocurrió durante la ola de calor de 2007 en Europa. Los fenómenos climáticos extremos representaron el 13% de la variación en la productividad energética de los países en desarrollo en 2005<sup>6</sup>. Los patrones de precipitaciones cambiantes o poco fiables afectan la confiabilidad de la energía hidroeléctrica. Asimismo, las sequías y las olas de calor que influyen en la disponibilidad y temperatura del agua dificultan la producción de energía térmica y nuclear<sup>7</sup>, puesto que las centrales requieren cantidades importantes de agua para refrigeración; esto es lo que provocó escasez de electricidad en Francia durante la ola de calor de 2007.

El desafío, entonces, consiste en brindar servicios energéticos confiables y accesibles para posibilitar la prosperidad y el crecimiento económico sin afectar el clima. En la actualidad, los países de ingreso bajo representan tan sólo el 3% de la demanda mundial de energía y de las emisiones vinculadas con ella. Si bien su demanda energética se incrementará a medida que aumenten sus ingresos, según las proyecciones, en 2050 sus emisiones seguirán siendo una parte pequeña de las emisiones mundiales.

## RECUADRO 4.2 *La energía limpia y eficiente puede ser beneficiosa para el desarrollo*

La valoración de los beneficios adicionales de la eficiencia energética y la energía no contaminante para el desarrollo (más ahorro, menos contaminación del aire a nivel local, mayor seguridad energética, más puestos de trabajo en la industria local y mayor competitividad por el aumento en la productividad) puede justificar parte de los costos de mitigación y volver más atractivas las políticas ecológicas. El ahorro de energía podría compensar una parte significativa de los costos de mitigación<sup>a</sup>. Las medidas que se necesitan para lograr una concentración de CO<sub>2</sub> de 450 partes por millón (ppm), con la que se mantendría el calentamiento en torno a 2°C, podrían reducir la contaminación local del aire (dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno) en un 20-35% en relación con lo que ocurriría en 2030 de continuar con las prácticas actuales<sup>b</sup>. En 2006, el sector

de la energía renovable creó 2,3 millones de puestos de trabajo en todo el mundo (directa o indirectamente) y la eficiencia energética sumó otros 8 millones de empleos en Estados Unidos<sup>c</sup>. Los programas de eficiencia energética e innovación tecnológica que se han aplicado en California durante los últimos 35 años han permitido incrementar de hecho el producto bruto del Estado<sup>d</sup>.

Muchos países, tanto desarrollados como en desarrollo, están estableciendo metas y políticas para emplear tecnologías energéticas limpias (véase el cuadro). Muchas de estas iniciativas procuran lograr beneficios para el desarrollo interno, pero también pueden reducir significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>. El objetivo del gobierno chino, que se propone reducir la intensidad de utilización de energía en un 20% entre 2005 y 2010,

implicaría una reducción de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> de 1.500 millones de toneladas para 2010. Esta constituye la meta de reducción de emisiones más ambiciosa de todo el mundo, cinco veces mayor que la reducción de 300 millones de toneladas a la que se comprometió la Unión Europea en Kyoto y ocho veces superior a los 175 millones de toneladas de emisiones que se propuso reducir California<sup>e</sup>.

Fuentes:

a. Agencia Internacional de la Energía (AIE), 2008b; McKinsey & Company, 2009a.

b. AIE, 2008c.

c. Instituto de Estudio del Medio Ambiente y la Energía (EESI), 2008.

d. Roland-Holst, 2008.

e. Lin, 2007.

### Muchos países tienen propuestas o planes de alcance nacional referidos a la energía y el cambio climático

País	Cambio climático	Energía renovable	Eficiencia energética	Transporte
Unión Europea	Reducción de un 20% de las emisiones entre 1990 y 2020 (30% si otros países se comprometen a realizar reducciones significativas); reducción del 80% entre 1990 y 2050.	20% de la combinación de fuentes de energía primaria para 2020.	20% de ahorro de energía para 2020 respecto de la situación de referencia.	10% de transporte alimentado con biocombustibles para 2020.
Estados Unidos	Reducción hasta alcanzar los niveles de 1990 hacia 2020; reducción del 80% entre 1990 y 2050.	25% de la electricidad para 2025.		Aumento de los parámetros establecidos en las normas sobre ahorro de combustible hasta llegar a 35 millas por galón para 2016.
Canadá	Reducción del 20% entre 2006 y 2020.			
Australia	Reducción del 15% entre 2000 y 2020.			
China	Plan nacional sobre cambio climático y documento oficial sobre políticas y medidas contra el cambio climático; creación de un grupo directivo dedicado a la conservación de la energía y reducción de las emisiones, presidido por el primer ministro.	15% de la combinación de fuentes de energía primaria para 2020.	Reducción del 20% en la intensidad de utilización de energía entre 2005 y 2010.	Meta de ahorro de combustible de 35 millas por galón ya lograda; plan para situarse como líder mundial en vehículos eléctricos; construcción en gran escala de subterráneos, ya en curso.
India	Plan nacional de acción contra el cambio climático: las emisiones per cápita no deben superar las de los países desarrollados; creación de un consejo asesor sobre el cambio climático, presidido por el primer ministro.	23 gigavatios de capacidad renovable para 2012.	Ahorro energético de 10 gigavatios para 2012.	Política sobre transporte urbano: incremento de las inversiones en transporte público.
Sudáfrica	Hipótesis de mitigación de largo plazo: las emisiones llegan a su pico entre 2020 y 2025, meseta durante una década y luego reducción en términos absolutos.	4% de la combinación de fuentes de energía para 2013.	Mejora del 12% en la eficiencia energética para 2015.	Prevé convertirse en líder mundial en vehículos eléctricos y extender el tránsito rápido de autobuses.
México	Reducción del 50% en las emisiones entre 2002 y 2050; estrategia nacional referida al cambio climático: creación de una comisión compuesta por varias secretarías para coordinar la labor sobre cambio climático.	8% de la combinación de fuentes de energía para 2012.	Normas sobre eficiencia, cogeneración.	Incremento de las inversiones en transporte público.
Brasil	Plan nacional contra el cambio climático: reducción de la deforestación en un 70% para 2018.	10% de la combinación de fuentes de energía para 2030.	Ahorro energético de 103 teravatios-hora para 2030.	Líder mundial en la producción de etanol.

Fuentes: gobierno de China, 2008; gobierno de la India, 2008; gobierno de México, 2008; Comité Interministerial Brasileño sobre Cambio Climático, 2008; Centro Pew, 2008a y 2008b; Project Catalyst, 2009.

Nota: algunas de las metas mencionadas aquí representan compromisos formales, mientras que otras están aún en debate.

Pero los países de ingreso mediano –muchos de ellos, con economías en expansión y una importante proporción de industria pesada– tendrán enormes necesidades energéticas. Y los países desarrollados demandan cantidades importantísimas de energía para mantener sus estilos de vida actuales.

Las opciones de baja emisión de carbono pueden mejorar significativamente la seguridad energética reduciendo la volatilidad de los precios o la exposición a perturbaciones en el suministro de energía<sup>8</sup>. La eficiencia energética puede atenuar la demanda, y las energías renovables diversifican la combinación energética y disminuyen el grado de exposición a las crisis en los precios de los combustibles<sup>9</sup>.

Sin embargo, el carbón (el combustible fósil con mayor intensidad de carbono) abunda en las cercanías de numerosas zonas de rápido crecimiento y constituye una fuente de energía segura y de bajo costo. Las recientes variaciones en los precios del petróleo y la incertidumbre respecto del suministro de gas han intensificado el interés de muchos países (tanto desarrollados como en desarrollo) en nuevas centrales eléctricas alimentadas a carbón. Si se pretendiera reducir la dependencia respecto de las importaciones de petróleo y gas mediante la transformación de carbón en líquido y en gas, se incrementarían significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>. Desde el año 2000, el consumo mundial de carbón ha crecido más rápido que el de cualquier otro combustible, lo que presenta un formidable dilema entre crecimiento económico, seguridad energética y cambio climático.

En vista de semejantes desafíos y objetivos contrapuestos, el mercado por sí solo no podrá brindar energía limpia y eficiente en el momento y con la magnitud necesarios para prevenir un cambio climático peligroso. Se debe poner un precio a la contaminación. Para lograr el avance necesario en la eficiencia energética, hacen falta incentivos de precios, normas y reformas institucionales. Asimismo, los riesgos y la envergadura de las inversiones en tecnologías aún no probadas exigen un importante apoyo del sector público.

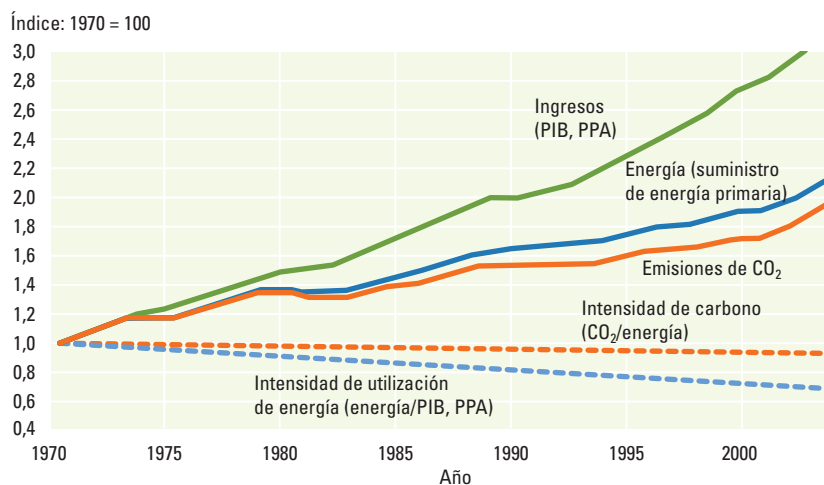
### Abandonar el hábito de emitir elevados niveles de carbono

Las emisiones de carbono derivadas de la energía están determinadas por la combinación del consumo energético total y su intensidad de carbono (definida como las unidades de CO<sub>2</sub> que produce una unidad de energía consumida). El consumo de energía aumenta

con el ingreso y la cantidad de población, pero hay variaciones considerables en función de la estructura económica (las manufacturas y la minería tienen más intensidad de utilización de energía que la agricultura y los servicios), el clima (que influye en la necesidad de calefaccionar o refrigerar) y las políticas (los países que fijan normas más restrictivas y precios más elevados para la energía son más eficientes desde el punto de vista energético). De modo semejante, la intensidad de carbono de la energía varía según los recursos energéticos con los que cuente el país (si es rico en carbón o tiene gran potencial para producir energía hidroeléctrica) y sus políticas. De modo que entre los instrumentos normativos para encarar un crecimiento con baja emisión de carbono se incluyen el de reducir la intensidad de utilización de energía (definida como la energía consumida por cada dólar de PIB) incrementando la eficiencia energética y adoptando estilos de vida de bajo consumo energético, y disminuir la intensidad de carbono de la energía mediante el empleo de combustibles que generen bajos niveles de emisión, como la energía renovable.

La duplicación del consumo de energía desde la década de 1970, combinada con una intensidad de carbono casi constante, ha provocado que las emisiones se duplicaran (gráfico 4.1). La intensidad de utilización de energía ha disminuido, pero en medida demasiado pequeña para compensar la triplicación del

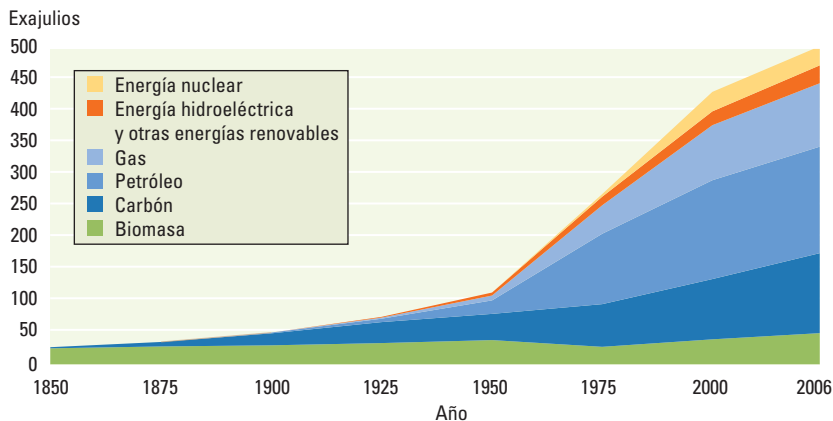
**Gráfico 4.1 La verdad detrás de la duplicación de las emisiones: las mejoras en la intensidad de utilización de energía y del carbono no han sido suficientes para compensar la creciente demanda energética impulsada por el aumento de los ingresos**



Fuente: IPCC, 2007.

Nota: el PIB se calcula utilizando dólares ajustados según la paridad de poder adquisitivo (PPA).

**Gráfico 4.2 Combinación de fuentes de energía primaria entre 1850 y 2006. De 1850 a 1950, el consumo energético creció 1,5% al año, impulsado principalmente por el consumo de carbón. Entre 1950 y 2006, creció un 2,7% anual, impulsado principalmente por el petróleo y el gas natural**



Fuente: equipo a cargo de la elaboración del Informe sobre el desarrollo mundial (IDM), sobre la base de datos extraídos de Grubler, 2008 (datos correspondientes a 1850-2000) y AIE, 2008c (datos correspondientes a 2006).  
 Nota: a fin de garantizar la coherencia entre los dos conjuntos de datos, se utiliza el método de sustitución por un equivalente para convertir la energía hidroeléctrica al equivalente de energía primaria, suponiendo la cantidad de energía necesaria para generar una cantidad equivalente de electricidad en centrales termoeléctricas convencionales con una eficiencia de generación promedio de 38,6%.

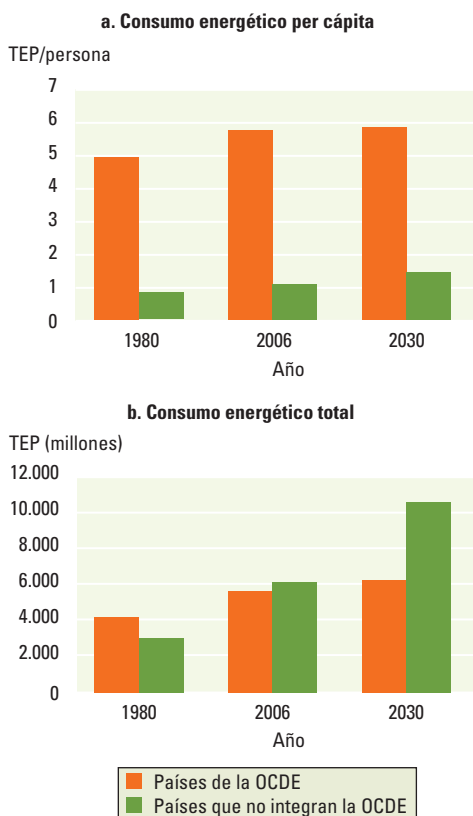
ingreso mundial. Y la intensidad de carbono se ha mantenido relativamente constante, debido a que los logros en la producción de energías no contaminantes se han visto contrarrestados en gran medida por el gigantesco aumento en el uso de combustibles fósiles. Éstos dominan las existencias mundiales de energía: representan más del 80% de la combinación de fuentes de energía primaria (gráfico 4.2)<sup>10</sup>.

Los países desarrollados son responsables de aproximadamente dos tercios de las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> vinculadas con la energía que se encuentran hoy en la atmósfera<sup>11</sup>. Asimismo, consumen cinco veces más energía per cápita, en promedio, que los países en desarrollo. No obstante, estos últimos ya representan el 52% de las emisiones anuales relacionadas con la energía, y su consumo energético se incrementa con rapidez: es probable que el 90% del aumento proyectado para los próximos 20 años en el consumo energético mundial, el uso de carbón y las emisiones de CO<sub>2</sub> vinculadas con la energía se produzca en países en desarrollo<sup>12</sup>. Las proyecciones sugieren que, debido a que gran parte de la población mundial habita en países en desarrollo, para 2030 éstos utilizarán un 70% más de energía total por año que los países desarrollados, aun cuando su consumo energético per cápita seguirá siendo bajo (gráfico 4.3).

En todo el mundo, la electricidad es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (26%), seguida por la industria (19%), el transporte (13%) y los edificios (8%)<sup>13</sup>, mientras que el cambio en el uso de la tierra, la agricultura y los desechos generan el porcentaje restante (gráfico 4.4). Sin embargo, este panorama varía según el nivel de ingreso de los países. En los de ingreso alto, predominan las emisiones generadas por los sectores de electricidad y transporte, mientras que el cambio en el uso de la tierra y la agricultura son las principales fuentes de emisión en los países de ingreso bajo. En las naciones de ingreso mediano, la electricidad, la industria y el cambio en el uso de la tierra son las actividades que más emisiones aportan, pero las derivadas del cambio en el uso de la tierra se concentran en un puñado de países (Brasil e Indonesia representan la mitad de las emisiones generadas por este tipo de actividades). Es muy probable que el sector de la electricidad siga siendo la fuente más importante de emisiones, pero se prevé que éstas se incrementarán con mayor rapidez en el transporte y la industria.

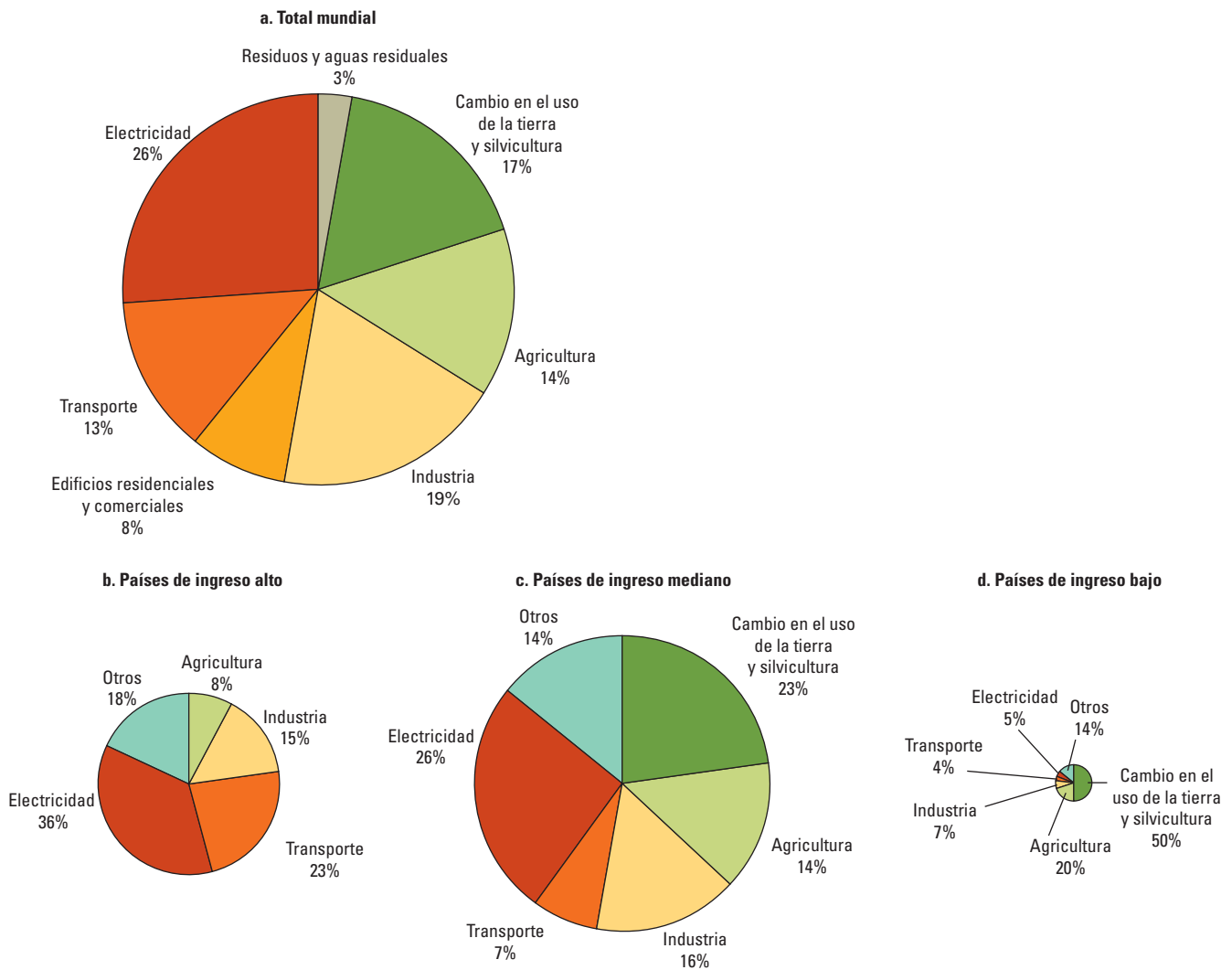
Las ciudades, en tanto importantes centros de producción y de concentración de personas,

**Gráfico 4.3 A pesar del escaso consumo energético y el bajo nivel de emisiones per cápita, los países en desarrollo generarán gran parte del crecimiento futuro en el consumo total de energía y de las emisiones de CO<sub>2</sub>**



Fuente: equipo a cargo de la elaboración del IDM, a partir de datos extraídos de AIE, 2008c.  
 Nota: TEP = toneladas de equivalente en petróleo.

**Gráfico 4.4 Emisiones de gases de efecto invernadero, por sector: total mundial y de países de ingreso alto, mediano y bajo**



Fuente: equipo a cargo de la elaboración del IDM, a partir de Barker y otros, 2007 (gráfico 4a), e Instituto de Recursos Mundiales, 2008 (gráficos 4b, c y d).

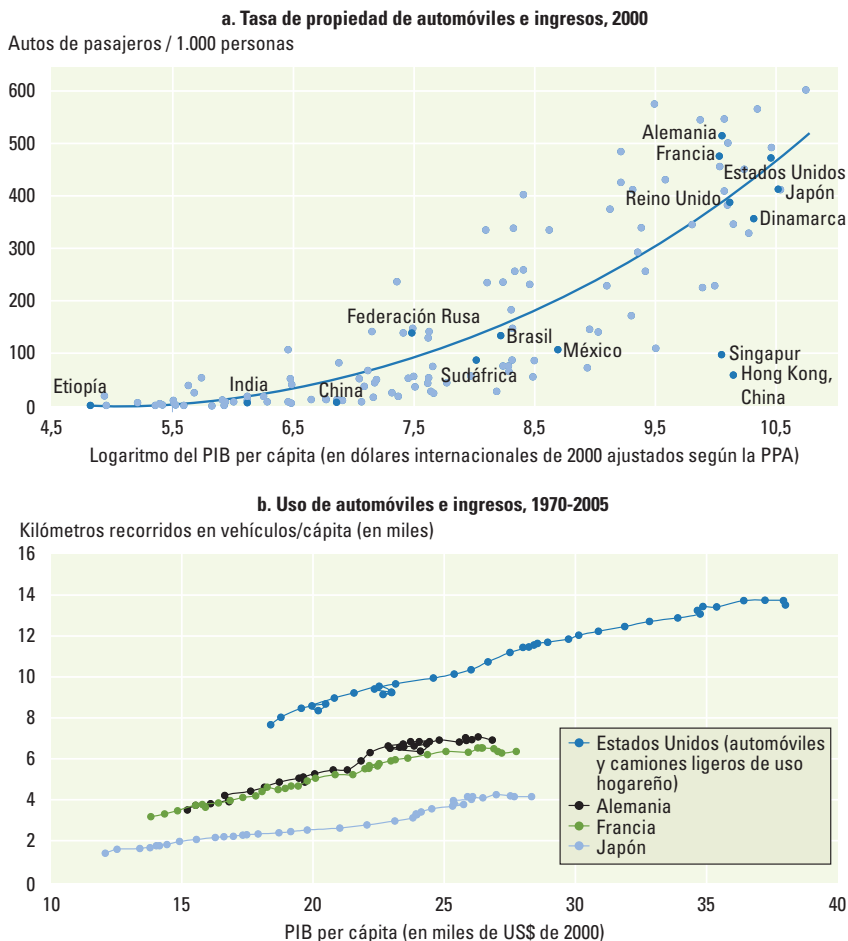
Nota: las proporciones sectoriales de las emisiones mundiales indicadas en el gráfico 4.4a corresponden a 2004. La proporción sectorial de las emisiones de los países de ingreso alto, mediano y bajo indicadas en los gráficos 4.4b, 4.4c y 4.4d se basan en las emisiones provenientes del sector energético y el agrícola correspondientes a 2005 y de los cambios en el uso de la tierra y la silvicultura para el año 2000. El tamaño de cada gráfico representa la contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero, incluidas las derivadas del cambio en el uso de la tierra de países de ingreso alto, mediano y bajo; las proporciones respectivas son 35, 58 y 7%. Si se consideran sólo las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la energía, las proporciones son 49, 49 y 2%, respectivamente. En el gráfico 4.4a, las emisiones derivadas del consumo de electricidad de los edificios se incluyen dentro de las del sector de la electricidad. En el gráfico 4.4b no se incluyen las emisiones generadas por el cambio en el uso de la tierra y la silvicultura puesto que fueron insignificantes en los países de ingreso alto.

consumen en la actualidad más de dos tercios de la energía del mundo y producen más del 70% de las emisiones de CO<sub>2</sub>. En los próximos 20 años se generará un crecimiento urbano sin precedentes: la cantidad de población de las ciudades pasará de 3.000 millones de personas a 5.000 millones, la mayoría de ellas en el mundo en desarrollo<sup>14</sup>. Es probable que, desde ahora hasta 2050, se dupliquen las edificaciones<sup>15</sup>, la mayor parte de las cuales se ubicará en países en desarrollo. Si las ciudades crecen mediante expansión en lugar de densificación, la demanda de transporte se incrementará de

manera tal que no será fácilmente satisfecha por los medios públicos.

La tasa de propiedad de automóviles se incrementa velozmente a medida que crece el ingreso. Si se mantienen las tendencias actuales, entre 2005 y 2050 se sumarán 2.300 millones de automóviles, más del 80%, en países en desarrollo<sup>16</sup>. Pero si se establecen las políticas adecuadas, el incremento en la tasa de posesión no necesariamente se traducirá en aumentos similares en el uso de automóviles (gráfico 4.5)<sup>17</sup>. Dado que el uso de éstos impulsa la demanda de energía y las emisiones derivadas

**Gráfico 4.5 La tasa de propiedad de automóviles se incrementa a medida que crece el ingreso, pero los precios, el transporte público, la planificación y la densidad urbanas pueden refrenar el uso de automóviles**



Fuentes: Schipper, 2007; Banco Mundial, 2009c.

Nota: en el gráfico 4.5b, los datos corresponden a Alemania Occidental hasta 1992 y a la Alemania unificada desde 1993 en adelante. Nótese que los índices de propiedad de automóviles de Estados Unidos, Japón, Francia y Alemania son similares (panel a), mientras que la distancia recorrida varía considerablemente (panel b).

del transporte, las políticas de fijación de precios (por ejemplo, establecer cargos por el uso de carreteras y tarifas de estacionamiento elevadas), la infraestructura del transporte público y la forma urbana pueden marcar una diferencia importante.

Los países en desarrollo pueden aprender de Europa y de los países desarrollados de Asia a desacoplar la posesión de automóviles de su uso. Los automovilistas europeos y japoneses viajan entre 30 y 60% menos kilómetros en vehículos propios que los de Estados Unidos, con ingresos y tasas de propiedad similares. En Hong Kong (China), la tasa de propiedad es la tercera parte de la de Nueva York, la ciudad estadounidense con el índice de autos per cápita más bajo<sup>18</sup>. ¿Cómo es posible? Porque allí se combinan una gran densidad urbana,

elevados impuestos al combustible y políticas de peajes, por un lado, con una infraestructura de transporte público bien establecida, por otro. De modo semejante, en Europa el número de rutas de transporte público por cada 1.000 personas es cuatro veces superior al de Estados Unidos<sup>19</sup>. Pero en muchos países en desarrollo, el transporte público no ha acompañado el crecimiento urbano, de modo que la tendencia hacia la propiedad de automóviles particulares está causando problemas de congestión vehicular crónicos y crecientes.

La infraestructura de transporte también afecta los patrones de asentamiento humano: un gran volumen de carreteras facilita los asentamientos de baja densidad y una forma urbana a la que los sistemas de transporte masivo no puede atender con facilidad. Por otro lado, los asentamientos de poca densidad dificultan la adopción de sistemas de calefacción distrital eficientes desde el punto de vista energético en los edificios<sup>20</sup>.

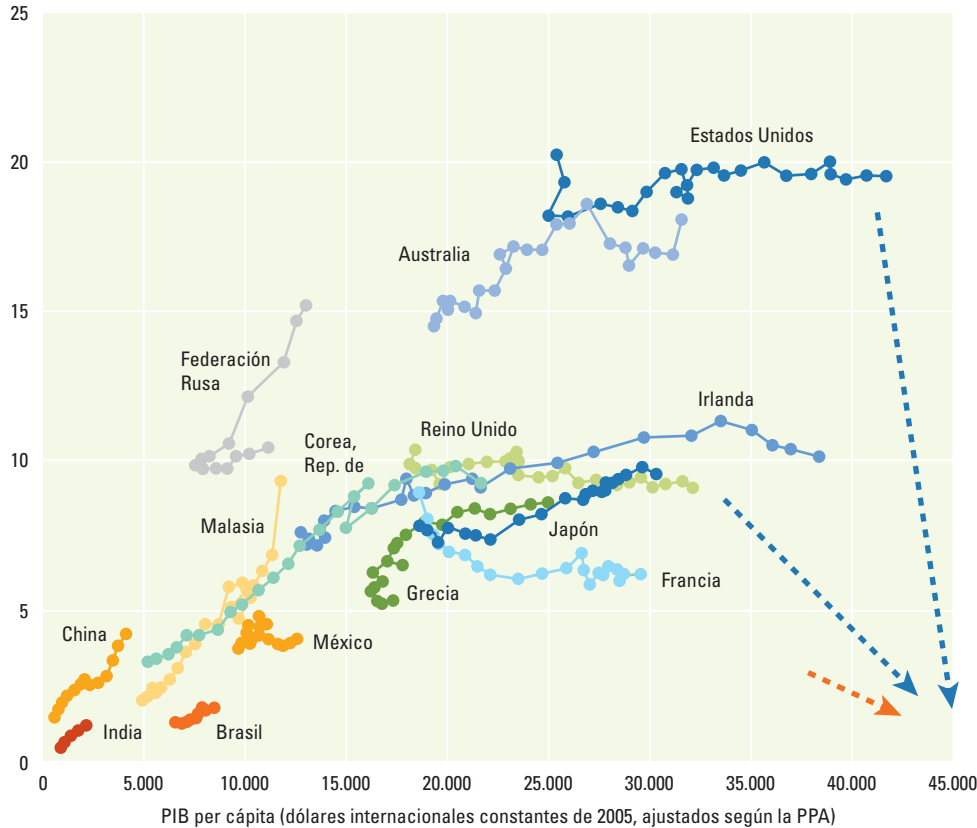
**Hacia dónde debe dirigirse el mundo: la transformación hacia un futuro con energía sostenible**

Para lograr una prosperidad y un crecimiento sostenible y equitativo, es necesario que los países de ingreso alto reduzcan significativamente sus emisiones totales y per cápita (las flechas azules del gráfico 4.6). También se requiere que las naciones en desarrollo eviten el camino de elevada intensidad de carbono que han seguido países desarrollados como Australia y Estados Unidos y adopten, en cambio, un crecimiento con bajas emisiones (flecha naranja). En consecuencia, es necesario que los países desarrollados introduzcan cambios fundamentales en sus estilos de vida y que las naciones en desarrollo den un salto hacia nuevos modelos de crecimiento.

Para lograr estos objetivos, se debe conciliar lo que resulta adecuado para prevenir un cambio climático peligroso con lo que es técnicamente factible a costos aceptables. Limitar el calentamiento de la Tierra a no mucho más que 2°C por encima de las temperaturas preindustriales significa que las emisiones de todo el mundo deben alcanzar su pico a más tardar en 2020 y luego disminuir entre un 50 y un 80% respecto de los niveles actuales hacia 2050, tal vez incluso con emisiones negativas hacia 2100<sup>21</sup>. Esta es una empresa ambiciosa: sólo la mitad de los modelos energéticos analizados la consideran factible (gráfico 4.7) y, aun así, la mayoría exige que todos los países comiencen a adoptar medidas de inmediato.

**Gráfico 4.6 Hacia dónde debe ir el mundo: emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> vinculadas con la energía**

Emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita (en toneladas)

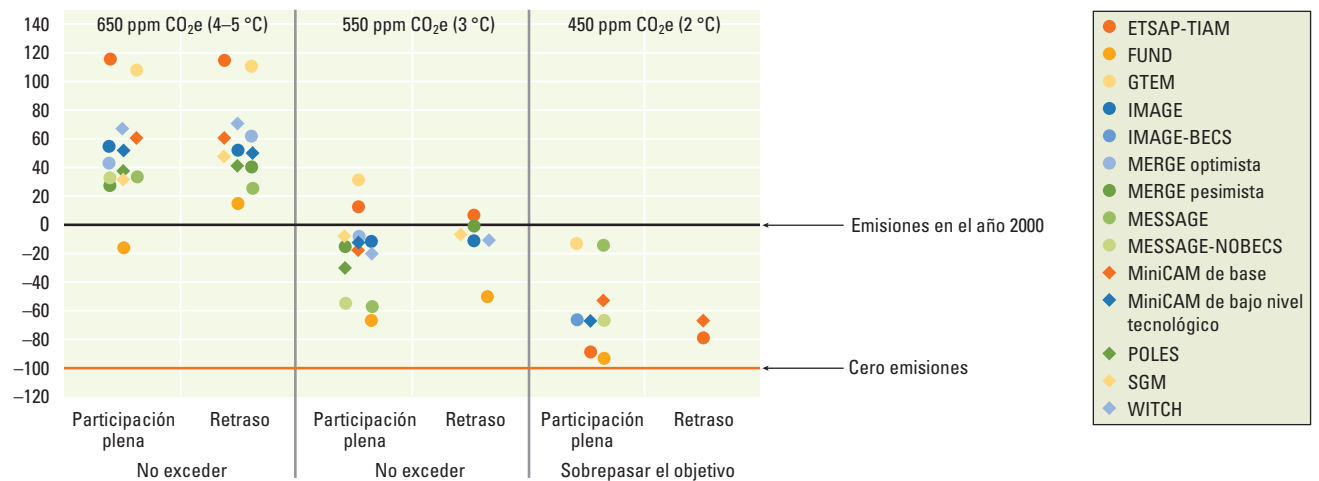


Fuente: adaptado de Consejo Nacional de Investigaciones (NRC), 2008, sobre la base de datos extraídos de Banco Mundial, 2008e.

Nota: las emisiones y el PIB per cápita corresponden al período comprendido entre 1980 y 2005.

**Gráfico 4.7 Sólo la mitad de los modelos de energía consideran posible lograr la reducción de emisiones necesaria para mantener una concentración cercana a los 450 ppm de CO<sub>2</sub>e (2°C)**

Variación de las emisiones de CO<sub>2</sub> en 2050 respecto de las de 2000 (en porcentajes)



Fuente: Clarke y otros, de próxima publicación.

Nota: cada punto representa la reducción en las emisiones que un modelo determinado asocia con una meta de concentración para 2050: 450, 550, 650 partes por millón (ppm) de equivalente en CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e). La cantidad de puntos de cada columna indica cuántos de los 14 modelos y variantes de modelos lograron encontrar una trayectoria que condujera a un determinado resultado en la concentración. La expresión "Sobrepasar el objetivo" describe un camino de mitigación que permite que las concentraciones excedan el objetivo para que bajen luego hasta su meta hacia el año 2100, mientras que "No exceder" implica que no se debe exceder la concentración en ningún momento. "Participación plena" se refiere a la participación de todos los países, de modo que se logren reducciones de emisiones en el lugar y el momento que resulte más eficaz en función de los costos. "Retraso" significa que los países de ingreso alto comienzan a reducir sus emisiones en 2012; Brasil, China, India y la Federación Rusa, en 2030, y el resto del mundo, en 2050.

Más específicamente, para que el calentamiento se mantenga en torno a 2°C, es necesario que las concentraciones de gases de efecto invernadero de la atmósfera se estabilicen en no más de 450 ppm de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e)<sup>22</sup>. Las concentraciones actuales de gases de efecto invernadero se ubican ya en 387 ppm de CO<sub>2</sub>e y se incrementan a un ritmo de cerca de 2 ppm por año<sup>23</sup>. En consecuencia, si se pretende estabilizar el calentamiento alrededor de los 2°C, queda poco margen para que aumenten las emisiones. En la mayoría de los modelos, se supone que para lograr 450 ppm de CO<sub>2</sub>e se deberá superar la meta de concentración durante algunas décadas y luego volver a los 450 ppm de CO<sub>2</sub>e hacia fines del siglo (cuadro 4.1). La reducción más rápida de emisiones de gases de efecto invernadero de corta vida, como el metano y el carbono negro, podría reducir este exceso respecto de la meta, pero no evitarlo<sup>24</sup>. Asimismo, las trayectorias de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e dependen de que se produzcan emisiones negativas<sup>25</sup> a partir de la captura y almacenamiento del carbono generado por biomasa<sup>26</sup>. Pero en vista de la competencia por la tierra y el agua que surge entre la producción de alimentos y el almacenamiento del carbono (véase el capítulo 3), será dificultoso contar

con un suministro de biomasa sostenible<sup>27</sup>. Para limitar el calentamiento a 2°C, se deberán introducir cambios fundamentales en la combinación mundial de las fuentes de energía (recuadros 4.3 y 4.4; véase la nota final 28 para obtener detalles sobre los modelos)<sup>28</sup>.

Los costos de mitigación que conllevaría lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e se estiman en un 0,3-0,9% del PIB mundial en 2030, suponiendo que todas las medidas de mitigación se encararan en el momento y el lugar que resultara más económico (gráfico 4.8)<sup>29</sup>. Estos valores difieren del total de gastos actuales del sector energético, que alcanza el 7,5% del PIB. Asimismo, los costos de la inacción (derivados de los daños que provocaría un calentamiento mayor) pueden exceder con creces estos costos de mitigación (véase en el capítulo 1 la exposición sobre el análisis de costos-beneficios de las políticas climáticas).

Para llegar a una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, es necesario adoptar tecnologías con costos marginales de entre US\$35 y US\$100 por tonelada de CO<sub>2</sub> en 2030, para una inversión anual en mitigación de entre US\$425.000 millones y US\$1 billón en ese mismo año (cuadro 4.2)<sup>30</sup>. El ahorro energético futuro compensaría un porcentaje importante de la inversión

**Cuadro 4.1 ¿Qué haría falta para lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, necesaria para que el calentamiento no se aleje de los 2°C? Hipótesis ilustrativa**

	No exceder	Sobrepasar el objetivo
Participación inmediata	1) Participación inmediata de todas las regiones 2) Reducción drástica del 70% de las emisiones para 2020 3) Transformación significativa en el sistema energético para 2020, incluida la construcción de 500 reactores nucleares nuevos y la captura de 20.000 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> 4) El precio del carbono es de US\$100/tCO <sub>2</sub> en todo el mundo en 2020 5) Aplicación de un impuesto a las emisiones derivadas del uso de la tierra a partir de 2020	1) Participación inmediata de todas las regiones 2) Construcción de 126 reactores nucleares nuevos y captura de casi 1.000 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> en 2020 3) Emisiones mundiales negativas hacia fines del siglo, lo que exige un amplio despliegue de CAC de biomasa 4) Los precios del carbono trepan hasta los US\$775/tCO <sub>2</sub> en 2095 5) Es posible lograrlo sin un impuesto a las emisiones derivadas del uso de la tierra, pero daría como resultado la triplicación de los impuestos al carbono y un importante incremento en el costo de cumplir el objetivo
Participación demorada		1) Reducciones drásticas en las emisiones de los países no incluidos en el Anexo I (países en desarrollo) en el momento en que inicien su participación 2) Emisiones negativas en los países incluidos en el Anexo I (de ingreso alto) para 2050 y emisiones mundiales negativas para fines del siglo, lo que exige un amplio despliegue de CAC de biomasa 3) Los precios del carbono comienzan en US\$50/tCO <sub>2</sub> y se elevan hasta US\$2.000/tCO <sub>2</sub> 4) Esto da como resultado una importante fuga de carbono, porque la producción de cultivos se desvía hacia regiones que no participan, con lo que aumentan fuertemente las emisiones derivadas del cambio en el uso de la tierra en esas regiones

Fuente: Clarke y otros, de próxima publicación.

Nota: es casi imposible mantener las emisiones en 450 ppm de CO<sub>2</sub>e o menos en todo momento. Si se permite que las concentraciones excedan los 450 ppm de CO<sub>2</sub>e antes de 2100, de todos modos será sumamente dificultoso mantener el calentamiento cerca de los 2°C, como indica la columna de la derecha. Los países incluidos en el Anexo I son los miembros de la OCDE y las economías en transición que se comprometieron a reducir las emisiones en virtud del Protocolo de Kyoto. Los países que no se incluyen en el Anexo I no asumieron ningún compromiso respecto de la reducción de emisiones.



### RECUADRO 4.3 *Un mundo con una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e (2°C más cálido) exige un cambio fundamental en el sistema energético mundial*

Para elaborar este informe, el equipo a cargo de la tarea analizó cinco modelos de alcance mundial de energía y clima que difieren en la metodología, los supuestos que subyacen en sus valores de referencia, el estado de la tecnología, los índices de aprendizaje, los costos y los gases de efecto invernadero que incluyen (además del CO<sub>2</sub>). La posibilidad de lograr una trayectoria que derive en una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e depende de las características de la situación de referencia. Algunos modelos de evaluación integrada no pueden alcanzar una trayectoria de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e a partir de una situación de referencia caracterizada por un uso intensivo de combustibles fósiles y un crecimiento con elevado componente energético.

Son varios los modelos en los que se pueden lograr 450 ppm de CO<sub>2</sub>e con un costo moderado, pero cada uno de ellos adopta distintos niveles de emisión y estrategias de mitigación en el sector energético<sup>a</sup>. Las diversas trayectorias de emisiones representan un compromiso entre las reducciones en el corto y mediano plazo (2005-2050) y el largo plazo (2050-2100). Si la reducción de las emisiones antes de 2050 es modesta, se requerirán recortes notoriamente más profundos en el largo plazo a través del uso generalizado de la captura y el almacenamiento del carbono<sup>b</sup>. Estas diferencias en las metodologías y los supuestos de los modelos también dan como resultado volúmenes distintos de inversión necesaria en el corto plazo (2030), tal como se muestra en el cuadro 4.2. Los modelos también difieren significativamente en la combinación de fuentes de energía que contemplan desde el presente hasta 2050 (véase el gráfico de la página opuesta), si bien la

conclusión última no varía. La consecuencia en el ámbito de las políticas es que se necesita una combinación de opciones tecnológicas que varíe según el país y el momento: todas las estrategias de costo mínimo se apoyan en una cartera amplia de tecnologías energéticas.

#### Combinación mundial de fuentes de energía para lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e

La trayectoria correspondiente a 450 ppm de CO<sub>2</sub>e requiere una revolución energética a nivel mundial: fuertes reducciones en la demanda total y cambios importantes en la combinación de fuentes de energía utilizadas. Para lograrlo, los modelos de clima y energía exigen que se adopten medidas agresivas de eficiencia que permitan reducir drásticamente la demanda, de los aproximadamente 900 exajulios que alcanzaría en 2050 si nada cambiara, a 650-750 exajulios, esto es, un recorte de entre el 17 y el 28%.

En la mayor parte de los modelos se proyecta que los combustibles fósiles deberán caer del 80% del total del suministro energético que representan hoy hasta un 50-60% para 2050. El uso futuro de los combustibles fósiles (en particular, el carbón y el gas) en un mundo con limitaciones a la emisión de carbono depende del empleo generalizado de la captura y almacenamiento del carbono (CAC), que para 2050 debería estar instalado en un 80-90% de las centrales alimentadas a carbón, suponiendo que la tecnología de este proceso se vuelva técnica y económicamente viable para aplicaciones de gran escala en el curso de los próximos 10 o 20 años (véase el cuadro más abajo)<sup>c</sup>.

**Para recortar a la mitad las emisiones vinculadas con la energía hacia 2050, hace falta una profunda descarbonización del sector de la electricidad**

Sector	Porcentaje estimado de carbono que debe eliminarse, por sector, 2005-2050	
	AIE	MiniCAM
Electricidad	-71	-87
Edificios	-41	-50
Transporte	-30	+47
Industria	-21	-71
Total	-50	-50

Fuentes: equipo a cargo de la elaboración del IDM, a partir de datos extraídos de AIE, 2008b; Calvin y otros, de próxima publicación.

Esta reducción significativa en el uso de combustibles fósiles deberá ser compensada con energía nuclear y fuentes renovables. El incremento mayor se registraría en el uso de energía renovable, que pasaría del 13% actual (principalmente, combustibles elaborados con biomasa tradicional y energía hidroeléctrica) a cerca del 30-40% para 2050, con predominio de los combustibles de biomasa moderna con captura y almacenamiento del carbono o sin ellos, y el resto, de energía solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica (véase el gráfico). También debería incrementarse el uso de la energía nuclear, de cerca del 5% actual a un 8-15% hacia 2050<sup>d</sup>.

La magnitud de la acción requerida es importante: equivale a 17.000 turbinas eólicas (que produzcan 4 megavatios cada una), 215 millones de metros cuadrados de paneles solares fotovoltaicos, 80 centrales de energía solar concentrada (que generen 250 megavatios cada una) y 32 plantas nucleares (que produzcan 1.000 megavatios cada una) más que en la situación de referencia por año durante los próximos 40 años<sup>e</sup>. Sería necesario descarbonizar prácticamente por completo el sector de la electricidad, y reducir en menor medida las emisiones del sector industrial y de la construcción (véase cuadro más arriba).

Fuentes:

a. Knopf y otros, de próxima publicación; Rao y otros, 2008.

b. Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas (IIASA), 2009.

c. AIE, 2008b; Calvin y otros, de próxima publicación; Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009; Van Vuuren y otros, de próxima publicación; Weyant y otros, 2009.

d. AIE, 2008b; Calvin y otros, de próxima publicación; Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009; Van Vuuren y otros, de próxima publicación.

e. AIE, 2008b.

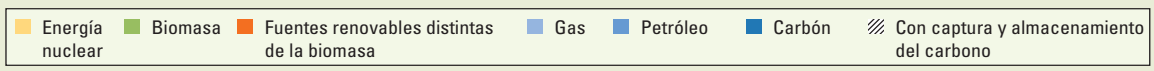
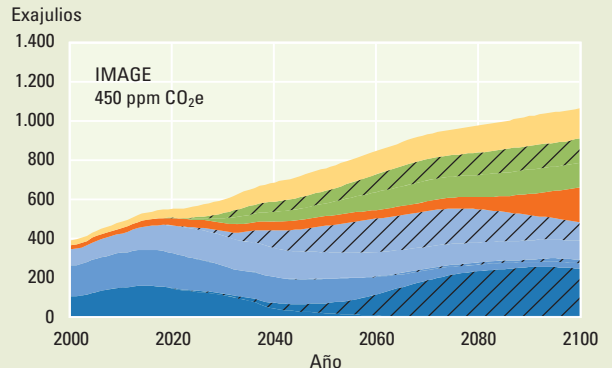
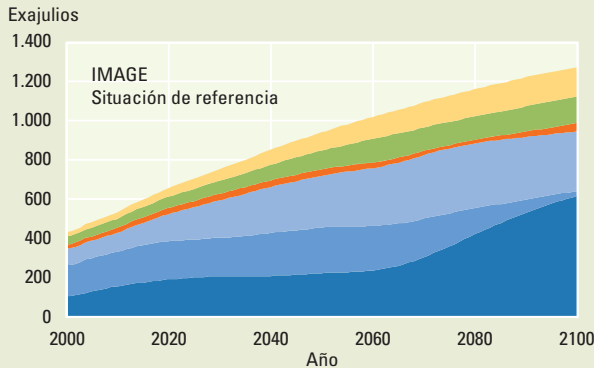
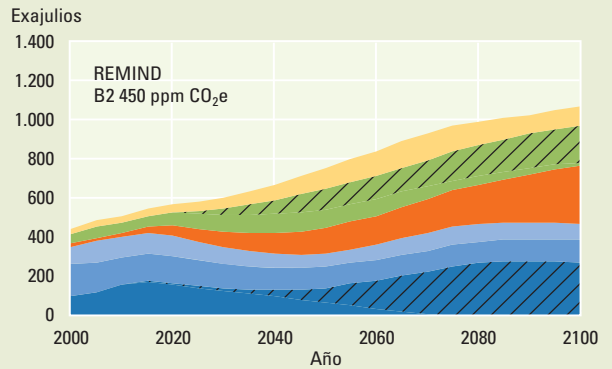
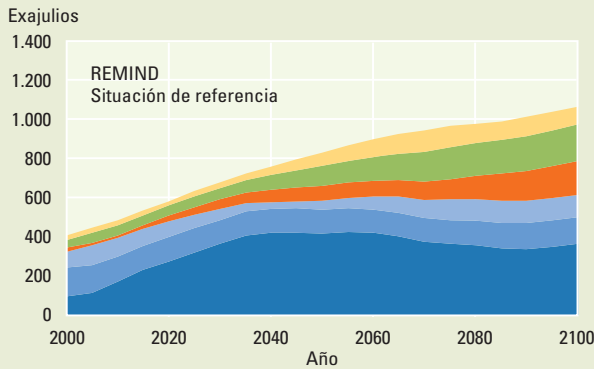
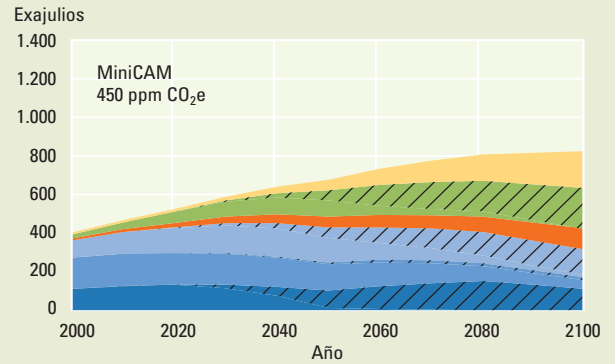
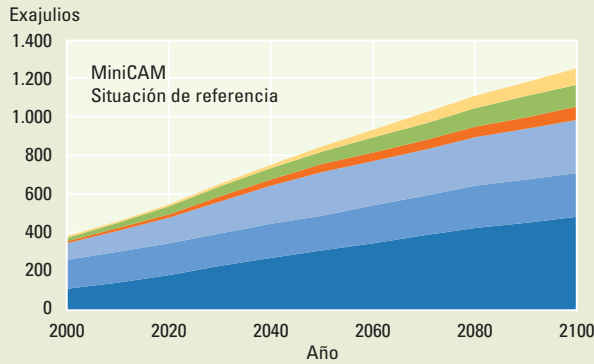
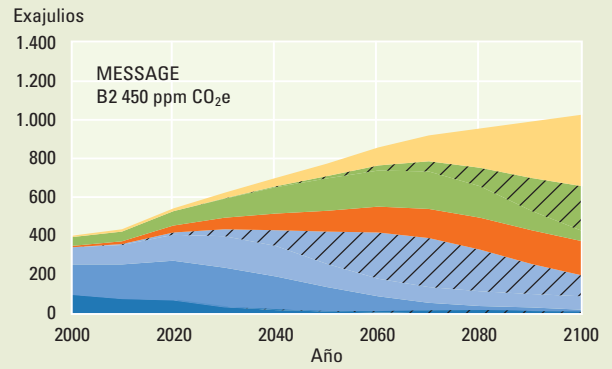
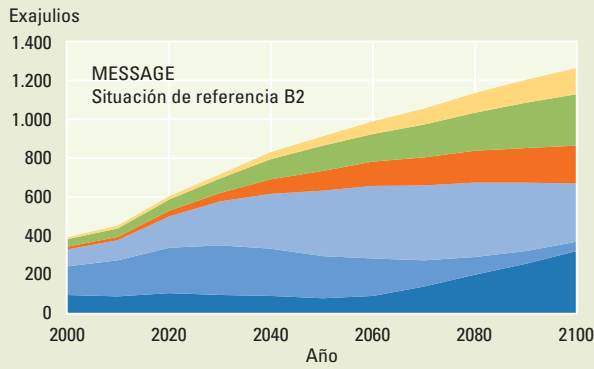
#### La combinación de fuentes de energía adecuada para lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e puede variar, pero se deben utilizar todas las opciones

Tipo de energía	Combinación actual de fuentes de energía	Combinación de fuentes de energía en 2050				
	Todo el mundo	Todo el mundo	Estados Unidos	Unión Europea	China	India
		Porcentaje del total				
Carbón sin CAC	26	1-2	0-1	0-2	3-5	2-3
Carbón con CAC	0	1-13	1-12	2-9	0-25	3-26
Petróleo	34	16-21	20-26	11-23	18-20	18-19
Gas sin CAC	21	19-21	20-21	20-22	9-13	5-9
Gas con CAC	0	8-16	6-21	7-31	1-29	3-8
Energía nuclear	6	8	8-10	10-11	8-12	9-11
Biomasa sin CAC	10	12-21	10-18	10-11	9-14	16-30
Biomasa con CAC	0	2-8	1-7	3-9	1-12	2-12
Fuentes renovables distintas de la biomasa	3	8-14	7-12	7-12	10-13	5-19
Total (exajulios al año)	493	665-775	87-121	70-80	130-139	66-68

Fuentes: equipo a cargo de la elaboración del IDM a partir de datos extraídos de Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas (IIASA), 2009; Calvin y otros, de próxima publicación; AIE, 2008b.

**RECUADRO 4.3** *Continuación*

**Para lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, se necesita un cambio fundamental en la combinación de fuentes de energía primaria a nivel mundial**



#### RECUADRO 4.4 *Combinación de fuentes de energía en el nivel regional para lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e (y limitar el calentamiento a 2°C)*

Es importante que los encargados de diseñar las políticas nacionales comprendan las consecuencias que una trayectoria de emisiones que conduzca a 450 ppm de CO<sub>2</sub>e tiene en sus sistemas energéticos. La mayoría de los modelos de evaluación integrada siguen el enfoque de "costo mínimo", en el cual la reducción de emisiones se lleva a cabo en el lugar y el momento en que resulte más económico entre todos los sectores y todos los países<sup>a</sup>. Pero el país en el que se ponen en práctica las medidas de mitigación no es necesariamente el mismo que carga con los costos (véase el capítulo 6). No es el propósito de este capítulo defender ningún enfoque específico sobre distribución de la carga ni asignar las reducciones de emisiones a los distintos países; ese tema se debe someter a negociación.

Estados Unidos, la Unión Europea y China representan en la actualidad casi el 60% del total de las emisiones mundiales. Hoy, India aporta sólo el 4% de las emisiones mundiales, a pesar de que alberga al 18% de la población del mundo; no obstante, si no se aplican políticas de mitigación, según las proyecciones, su participación se incrementará hasta el 12% para 2050. En consecuencia, la contribución de estos países a la reducción de las emisiones mundiales será esencial para estabilizar el clima.

##### **Estados Unidos y la Unión Europea**

La eficiencia energética podría reducir en un 20% el total de la demanda de energía de los países desarrollados en 2050 respecto de lo que ocurriría si no se introdujera cambio alguno. Esto exigiría una disminución anual de la intensidad de utilización de energía de entre 1,5-2% durante las próximas cuatro décadas, lo que continuaría la tendencia de los últimos 20 años. Para lograr 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, Estados Unidos y la Unión Europea deberían recortar significativamente su consumo de petróleo para 2050. Esto constituye un desafío muy importante, dado que en la actualidad consumen casi la mitad de la producción mundial de petróleo. También deberían reducir considerablemente el uso de carbón (tarea más que ardua para Estados Unidos, el segundo productor y consumidor de carbón del mundo) e instalar ampliamente tecnologías de captura y almacenamiento del carbono.

Estados Unidos y la Unión Europea cuentan con los recursos necesarios para poner en marcha estas medidas y superar estos desafíos. Ambos tienen abundante potencial para generar energía renovable. Algunos modelos plantean que, para 2050, tendrá que haberse incorporado la captura y el almacenamiento del carbono en aproximadamente el 80-90%

de las centrales alimentadas a carbón y a gas y en el 40% de las centrales que utilizan biomasa en Estados Unidos (véase el cuadro en la parte inferior del recuadro 4.3). Esto es factible en principio dada la capacidad estimada de almacenamiento de CO<sub>2</sub>. Pero si se duplicara la proporción de gas natural en la combinación de fuentes energéticas primarias de Europa y se pasara del 24% actual a un 50% para 2050 (como plantean algunas hipótesis de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e), posiblemente se pondría en riesgo la seguridad energética, en particular en vista de las alteraciones recientes en el suministro de gas a Europa. La hipótesis de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e exige una inversión anual adicional de entre US\$110.000 millones y US\$175.000 millones para Estados Unidos (0,8-1% del PIB) y de entre US\$90.000 millones y US\$130.000 millones para la Unión Europea (0,6-0,9% del PIB) en 2030 (véase el cuadro 4.2).

##### **China**

Para China, el principal productor y consumidor de carbón del mundo, reducir significativamente sus emisiones por debajo de los niveles actuales representa un objetivo de magnitud formidable. El país depende del carbón para satisfacer el 70% de sus necesidades energéticas comerciales (frente al 24% en Estados Unidos y el 16% en Europa). Para lograr una trayectoria de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, la demanda total de energía primaria debería ser entre un 20 y un 30% inferior a la proyectada para 2050 en una situación sin cambios. La intensidad de utilización de energía debería reducirse un 3,1% al año en el curso de los próximos cuatro decenios.

Es de destacar que, entre 1980 y 2000, el PIB chino se cuadruplicó, mientras que el consumo de energía sólo se duplicó. Luego de 2000, sin embargo, la tendencia se invirtió, aunque la intensidad de utilización de energía sigue disminuyendo en los subsectores industriales. El principal motivo de esta situación es el abrupto aumento de la participación de la industria pesada, impulsado por una fuerte demanda del mercado interno y de exportación<sup>b</sup>. China produce el 35% del acero, el 50% del cemento y el 28% del aluminio de todo el mundo. En esta etapa del desarrollo, en la que la economía está dominada por industrias de alto consumo energético, es sumamente difícil desacoplar las emisiones del crecimiento.

Durante los últimos 10 años, China ha incrementado la eficiencia promedio de las centrales eléctricas alimentadas a carbón en un 15%, hasta llevarla al 34%. Gracias a una política que, durante los últimos dos años,

ha exigido el cierre de centrales de pequeña escala alimentadas a carbón y su sustitución por otras eficientes y de gran escala, se han reducido las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en 60 millones de toneladas. La mayoría de las plantas nuevas alimentadas a carbón están equipadas con tecnologías supercríticas y ultrasupercríticas de última generación<sup>c</sup>.

A pesar de estos avances, China aún debería reducir notablemente la participación del carbón en la combinación de fuentes de energía primaria para lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e (véase el cuadro de la parte inferior del recuadro 4.3). Con la energía renovable se podría satisfacer hasta un 40% de la demanda total de energía en 2050. Varias de las hipótesis planteadas incluyen programas nucleares sumamente ambiciosos, en virtud de los cuales China construiría centrales nucleares a un ritmo tres veces superior al logrado por Francia en su historia, y su capacidad nuclear en 2050 equivaldría a siete veces la capacidad actual de Francia. En vista de que las reservas de gas de China son limitadas, resultaría problemático incrementar el porcentaje que representa el gas en la combinación de energía primaria de manera que pase del 2,5% actual al 40% para 2050, como plantean algunos modelos.

Dada la gran cantidad de reservas de carbón con las que cuenta el país, este combustible probablemente siga siendo una fuente importante de energía en China durante varias décadas. La captura y almacenamiento del carbono es esencial para el crecimiento del país en un mundo con limitaciones a la emisión de ese gas. En algunas situaciones hipotéticas de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, se estipula que para 2050 tendría que haberse instalado tecnología de captura y almacenamiento del carbono en el 85-95% de las centrales eléctricas de China alimentadas a carbón. Esto es más de lo que resulta viable en las proyecciones actuales sobre la capacidad de almacenamiento de CO<sub>2</sub> económicamente disponible, que alcanza a 3 gigatoneladas al año en un radio de 100 kilómetros de las fuentes de emisión. Pero esta situación podría modificarse con una evaluación ulterior de los emplazamientos, avances tecnológicos y la futura fijación de precios al carbono. Para lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, China debería invertir entre US\$15.000 millones y US\$300.000 millones adicionales al año para 2030 (entre el 0,1 y el 2,6% de su PIB).

##### **India y otros países en desarrollo**

India tendrá enormes dificultades para alterar de modo significativo la trayectoria de

#### RECUADRO 4.4 *Continuación*

sus emisiones debido a que sus posibilidades para utilizar recursos energéticos alternativos y establecer sitios de almacenamiento del carbono son limitadas. Al igual que China, India depende en gran medida del carbón (que representa el 53% de su demanda energética comercial). Para lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, haría falta una verdadera revolución energética en el país. La demanda total de energía primaria debería disminuir cerca de un 15 a un 20% para 2050 respecto de lo que se proyecta para una situación sin cambios, mientras que la intensidad de utilización de energía debería declinar un 2,5% anual desde ahora hasta 2050, lo que duplicaría los esfuerzos de la década pasada. Si hay un amplio margen, en cambio, para mejorar la eficiencia energética y reducir el 29% de pérdida que se produce en la transmisión y distribución de electricidad, de modo de acercar este valor al promedio mundial, de 9%. Por otro lado, si bien la eficiencia de las centrales eléctricas alimentadas a carbón ha mejorado en los últimos años en la India, el promedio sigue siendo bajo, un 29%, y casi todas las plantas de este tipo son subcríticas.

Al igual que en China, la proporción del carbón en la combinación de fuentes de energía primaria deberá reducirse marcadamente si se pretende lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e. El potencial para generar energía hidroeléctrica (150 gigavatios) y eólica con vientos de tierra (65 gigavatios) es grande en términos absolutos, pero resulta pequeño en relación con las necesidades energéticas futuras (12% de la combinación de fuentes de energía para 2050 en una situación de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e). El país cuenta con muchas posibilidades aún no aprovechadas de importar gas natural y energía hidroeléctrica de países vecinos, pero persisten las dificultades para establecer acuerdos sobre el comercio transfronterizo de energía. Para que la energía solar adquiera mayor relevancia, sus costos deberían bajar considerablemente. En algunos

modelos se sugiere que, para lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e en 2050, la India debería generar el 30% de su energía primaria a partir de biomasa. Pero es posible que estas cifras excedan el potencial sostenible de biomasa del país, puesto que la producción de biomasa compite con la agricultura y la silvicultura en el uso de tierra y agua.

India tiene un número reducido de emplazamientos económicamente disponibles para el almacenamiento del carbono, y el total de su capacidad en este ámbito es inferior a 5 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>. Esto alcanzaría para almacenar carbono tan sólo durante tres años si para 2050 el 90% de las centrales alimentadas a carbón estuviera equipado con tecnología de captura y almacenamiento del carbono, como proyectan algunas hipótesis de concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e. Este panorama podría modificarse con evaluaciones ulteriores de los emplazamientos o adelantos tecnológicos importantes. Para lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, la India debería invertir entre US\$40.000 millones y US\$75.000 millones adicionales al año para 2030 (del 1,2 al 2,2% de su PIB).

La región de África subsahariana (excluida Sudáfrica) aporta en la actualidad el 1,5% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> vinculadas con la energía, un volumen que, según las proyecciones, crecerá hasta sólo el 2-3% para 2050. Suministrar servicios energéticos modernos básicos a los pobres debería ser la prioridad principal: sólo incrementará ligeramente las emisiones totales de gases de efecto invernadero. Sin embargo, una revolución mundial hacia una energía limpia es importante para los países de ingreso bajo, que podrían dar el salto a la próxima generación de tecnologías. La energía no contaminante puede ser un factor significativo para ampliar el acceso a la energía; asimismo, la búsqueda de eficiencia energética es una solución de corto plazo y eficaz en función de los costos para el problema de los cortes de electricidad.

Según los modelos de energía y clima, en las hipótesis que incluyen una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, la mayoría de los países en desarrollo tendrían que impulsar su producción de energía renovable. África, América Latina y Asia podrían contribuir a esta solución optando por la producción de biomasa moderna. Por otro lado, América Latina y África cuentan con un importante potencial no aprovechado para la generación de energía hidroeléctrica, si bien el volumen podría verse afectado por un ciclo hidrológico menos confiable provocado por el cambio climático. Estos países también necesitarían un importante impulso a su producción de gas natural.

*Fuentes:* AIE, 2008b; AIE, 2008c; Banco Mundial, 2008c; Calvin y otros, de próxima publicación; Chikkatur, 2008; Comisión de Planificación del Gobierno de la India, 2006; Consejo Consultivo Alemán sobre los Cambios Mundiales, 2008; Dahowski y otros, 2009; De la Torre, Fajnzylber y Nash, 2008; Dooley y otros, 2006; Holloway y otros, 2008; IIASA, 2009; Lin y otros, 2006; McKinsey & Company, 2009a; Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; Wang y Watson, 2009; Weber y otros, 2008; Zhang, 2008.

a. Se basan en un mercado mundial integrado del carbono y no toman en cuenta ninguna distribución explícita de la carga entre los diversos países. En realidad, es poco probable que esto suceda. La distribución de las cargas se analiza en el capítulo 1, mientras que en el capítulo 6 se estudian las consecuencias de una demora en la participación de los países no incluidos en el Anexo I. También se han analizado modelos de los países en desarrollo (China e India), pero no se dispone de información pública referida a las hipótesis de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e.

b. Lin y otros, 2006. La producción para el mercado externo representó cerca de un tercio de las emisiones de China en 2005 (Weber y otros, 2008).

c. Las centrales supercríticas y ultrasupercríticas utilizan vapor a temperaturas y presiones más elevadas para lograr una mayor eficiencia, de entre 38-40% y 40-42%, respectivamente, mientras que el promedio de eficiencia de las grandes centrales subcríticas es de 35-38%.

inicial<sup>31</sup>. Pero gran parte de estas operaciones debe realizarse dentro de los próximos 10 años en los países en desarrollo, que padecen restricciones crediticias. Y será todo un desafío eliminar los obstáculos que impiden reformar y dirigir el capital hacia inversiones de bajo nivel de emisión de carbono en el momento y el lugar donde se necesiten.

Una opción menos dificultosa sería la de apuntar a una concentración mayor, por ejemplo, 550 ppm de CO<sub>2</sub>e. Esa concentración se

asocia con un 50% de probabilidades de que el calentamiento exceda los 3°C y con un mayor riesgo de que los efectos del cambio climático generen daños, pero deja un poco más de tiempo para que las emisiones lleguen a su pico (2030). Éstas tendrían que volver a reducirse hasta los niveles actuales hacia 2050 y continuar reduciéndose significativamente a partir de entonces. Los costos de mitigación que entrañaría una concentración de 550 ppm de CO<sub>2</sub>e son ligeramente menores, entre 0,2 y

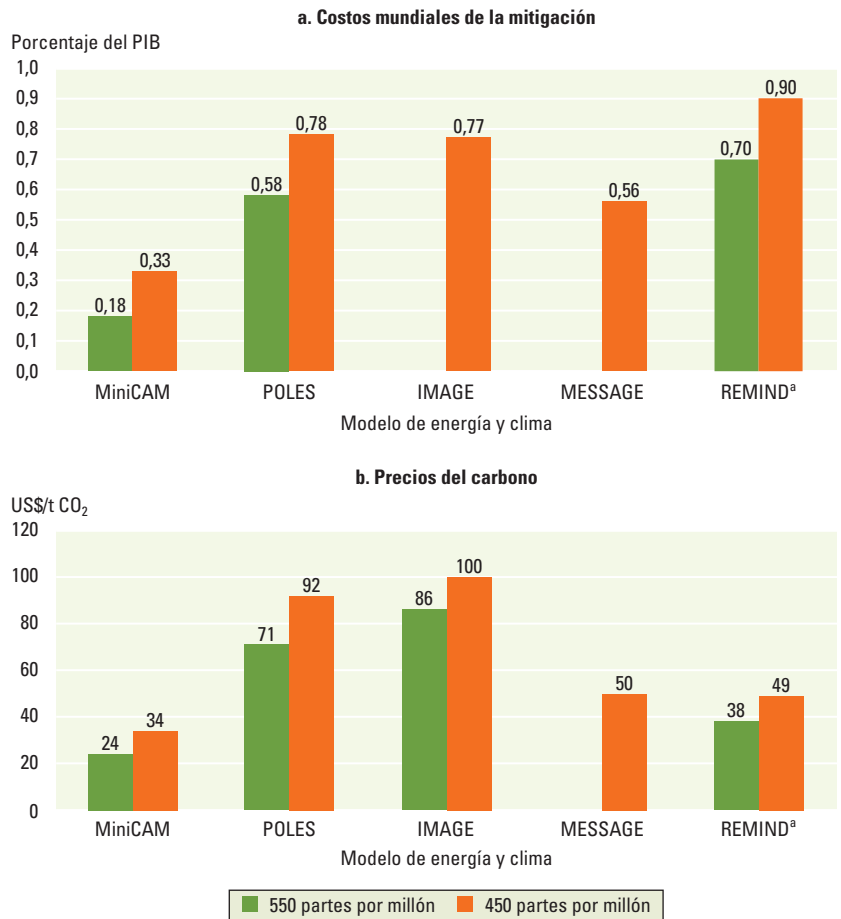
0,7% del PIB mundial en 2030 (gráfico 4.8a) y exigen la adopción de tecnologías con costos marginales de entre US\$25 y US\$75 por tonelada de CO<sub>2</sub> en 2030 (gráfico 4.8b) para un monto anual promedio de inversiones adicionales cercano a los US\$220.000 millones durante los próximos 20 años<sup>32</sup>. Aun para lograr este objetivo más modesto, harían falta reformas normativas de amplio alcance.

**Las medidas deben ser inmediatas y de alcance mundial**

Una demora de más de 10 años en la adopción de medidas de alcance mundial hará imposible estabilizar las concentraciones de la atmósfera en 450 ppm de CO<sub>2</sub>e<sup>33</sup>, debido a que el plazo para que las emisiones lleguen a su pico es poco flexible. Para lograr las 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía deberán alcanzar el punto máximo de 28-32 gigatoneladas en 2020 (en 2005 llegaron a 26 gigatoneladas) y luego disminuir a 12-15 gigatoneladas hacia 2050<sup>34</sup>. Esta trayectoria exige un recorte de 2-3% en las emisiones todos los años a partir de 2020. Si las emisiones continúan incrementándose durante 10 años luego de 2020, la reducción anual deberá ser de 4-5%. Como contraposición, cabe señalar que, entre 2000 y 2006, las emisiones aumentaron un 3% anual, de modo que la mayor parte de los países se dirige hacia una trayectoria con elevados niveles de carbono, en la que el crecimiento del total de emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> superaría la hipótesis pesimista proyectada por el IPCC<sup>35</sup>.

Las centrales eléctricas, carreteras, vías férreas y edificios nuevos que se construyan durante el próximo decenio confinarán a los países a una cierta tecnología y determinarán en gran medida las emisiones que se produzcan hasta 2050 y después de esa fecha. ¿Por qué? Porque el capital energético tiene una vida prolongada: reemplazar centrales eléctricas puede llevar décadas, y sustituir la infraestructura urbana, un siglo<sup>36</sup>. Si se postergara la adopción de medidas, se incrementarían significativamente los costos de mitigación futuros y el mundo se encerraría de hecho durante décadas en una infraestructura con elevada intensidad de carbono. Aun las tecnologías energéticas no contaminantes de bajo costo que ya existen tardarán decenios en penetrar completamente en el sector. Y dado que el desarrollo de nuevas tecnologías conlleva un tiempo muy prolongado, para instalar tecnologías avanzadas en gran escala a partir de 2030 es necesario encarar medidas energéticas hoy mismo.

**Gráfico 4.8 Estimaciones de los costos mundiales de mitigación y los precios del carbono para lograr concentraciones de 450 y 550 ppm de CO<sub>2</sub>e (2 y 3°C) en 2030, extraídas de cinco modelos**



Fuentes: equipo a cargo de la elaboración del IDM, sobre la base de datos extraídos de Knopf y otros, de próxima publicación, Rao y otros, 2008; Calvin y otros, de próxima publicación.

Nota: este gráfico compara los costos de mitigación y los precios del carbono establecidos por cinco modelos mundiales de energía y clima: MiniCAM, IMAGE, MESSAGE, POLES y REMIND (véanse en la nota 28 los supuestos y las metodologías de los modelos). MiniCAM, POLES, IMAGE y MESSAGE consignan los costos de la reducción de emisiones correspondientes a la transformación de los sistemas energéticos en relación con la situación de referencia como un porcentaje del PIB en 2030, donde el PIB es exógeno.

a. Los costos de mitigación de REMIND se consignan como costos macroeconómicos expresados en pérdidas del PIB en 2030 en relación con la situación de referencia, donde el PIB es endógeno.

**Cuadro 4.2 Inversiones necesarias para limitar el calentamiento a 2°C (450 ppm de CO<sub>2</sub>e) en 2030 (en miles de millones de dólares constantes de 2005)**

Región	AIE	McKinsey	MESSAGE	REMIND
Alcance mundial	846	1.013	571	424
Países en desarrollo	565	563	264	384
Norteamérica	-	175	112	-
Unión Europea	-	129	92	-
China	-	263	49	-
India	-	75	43	-

Fuentes: AIE, 2008b; Knopf y otros, de próxima publicación, y datos adicionales obtenidos de B. Knopf; Riahi, Grübler y Nakicenović, 2007; IIASA, 2009, y datos adicionales provistos por V. Krey; McKinsey & Company, 2009a, con desglose adicional de datos provisto por McKinsey (J. Dinkel).

Una postergación, además, implicaría un costoso reacondicionamiento y abandono prematuro de la infraestructura energética. Construir con las normas actuales para luego reacondicionar la capacidad existente, ya sean centrales eléctricas o edificios, será mucho más costoso que construir directamente infraestructura nueva, eficiente y con bajas emisiones de carbono. Lo mismo rige para el abandono prematuro forzoso del capital energético ineficiente. El ahorro de energía a menudo justifica los montos más elevados de la inversión inicial en capital nuevo, pero es menos probable que alcance a cubrir el reemplazo prematuro del capital existente. Aun cuando el precio del CO<sub>2</sub> fuera alto, es posible que no bastara para modificar este panorama<sup>37</sup>.

Para evitar estos callejones sin salida, la escala y el ritmo de la urbanización constituyen una oportunidad sin igual, en particular en el caso de los países en desarrollo, para adoptar hoy decisiones de gran envergadura que permitan construir ciudades con bajo nivel de emisiones de carbono, diseños urbanos compactos, buenas redes de transporte público, edificios eficientes y vehículos no contaminantes.

Uno de los rasgos beneficiosos de la inercia de la infraestructura energética es que la introducción de tecnologías eficientes de bajo nivel de carbono en dicha infraestructura es una oportunidad para atarse a una trayectoria de bajo nivel de emisión. Los países en desarrollo instalarán entre el momento actual y 2020 al menos la mitad del capital energético de vida útil prolongada que construyan<sup>38</sup>. Por ejemplo, la mitad de las edificaciones con las que cuenta China en 2015 se habrán construido entre 2000 y 2015<sup>39</sup>. Las oportunidades son más escasas en los países desarrollados, donde la vida útil de los edificios residenciales tiende a ser prolongada: el 60% de los edificios residenciales que se prevé habrá en Francia en 2050 ya se han construido. Este hecho limita el potencial para reducir la demanda de calefacción y refrigeración, que requiere el reacondicionamiento y el reemplazo de las carcassas de los edificios. Pero hay numerosas oportunidades para construir, en el curso del próximo decenio, nuevas centrales eléctricas con tecnologías no contaminantes tanto en países desarrollados como en desarrollo, lo que evitaría que éstos quedaran aún más atados al uso de combustibles con elevado nivel de emisión de carbono.

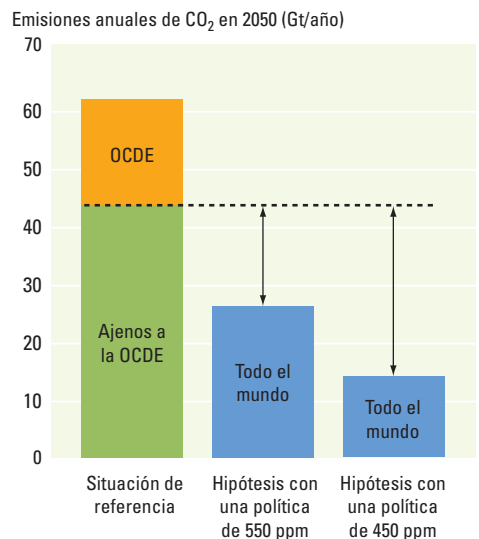
Por las razones expuestas en el Plan de Acción de Bali –a partir del cual se están configurando las negociaciones en curso en el seno de la Convención Marco de las Naciones

Unidas sobre el Cambio Climático–, los países desarrollados deben tomar la iniciativa en el recorte de las emisiones (véase el capítulo 5). Pero estas naciones por sí solas no podrían encaminar al mundo hacia una trayectoria de 2°C, aun si pudieran reducir sus propias emisiones a cero (gráfico 4.9). Para 2050, unos 8.000 millones de personas (de una población mundial de 9.000 millones) vivirán en los actuales países en desarrollo y producirán el 70% de las emisiones mundiales que se proyectan para esa fecha<sup>40</sup>. Los países desarrollados pueden, sin embargo, brindar a las naciones en desarrollo asistencia financiera y transferencia de tecnologías de bajo nivel de emisión de carbono a la vez que procuran desarrollar tecnologías avanzadas de este tipo y demuestran que es posible lograr un crecimiento con bajo nivel de emisión (cuadro 4.3).

**Actuar en todos los frentes técnicos y políticos**

¿Cuáles son los cambios fundamentales que deben hacerse en el sistema energético para reducir la brecha entre el camino que está

**Gráfico 4.9 Es esencial encarar medidas de alcance mundial para limitar el calentamiento a 2°C (450 ppm) o 3°C (550 ppm). Los países desarrollados por sí solos no podrían encaminar al mundo hacia una trayectoria de 2 o 3°C, aun si redujeran sus emisiones a cero para 2050**



Fuentes: adaptado de AIE, 2008b; Calvin y otros, de próxima publicación.

Nota: aun cuando las emisiones vinculadas con la energía de los países desarrollados (en naranja) se redujeran a cero, si en las naciones en desarrollo no se introdujera ningún cambio, sus emisiones (en verde) de todos modos excederían los niveles mundiales necesarios para lograr concentraciones de 550 ppm y 450 ppm de CO<sub>2</sub>e para 2050.

adoptando el mundo y el que debe seguir? La respuesta radica en una cartera de tecnologías energéticas eficientes y no contaminantes que permitan reducir la intensidad de utilización de energía y emplear combustibles con baja emisión de carbono. Si se continúa con las tendencias actuales, las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> vinculadas con la energía se incrementarán de 26 gigatoneladas en 2005 a 43-62 gigatoneladas hacia 2050<sup>41</sup>. Pero para lograr una trayectoria que lleve a una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, es necesario reducir las emisiones a 12 o 15 gigatoneladas, una brecha de mitigación de entre 28 y 48 gigatoneladas para 2050 (gráfico 4.10). Para salvar esta diferencia, los modelos recurren a cuatro tecnologías diferentes: eficiencia energética (la que lleva la mayor proporción), seguida de energía renovable, captura y almacenamiento del carbono, y energía nuclear<sup>42</sup>.

Dado que cada una de estas tecnologías presenta limitaciones físicas y económicas (que, sin embargo, varían de un país a otro), es necesario contar con una cartera completa si se pretende lograr los profundos recortes en las emisiones que hacen falta para seguir una trayectoria de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e a un costo mínimo. La eficiencia energética enfrenta barreras y fallas vinculadas con el mercado. La energía eólica, la hidroeléctrica y la geotérmica están restringidas por la disponibilidad de emplazamientos adecuados; la biomasa tiene como limitación la competencia por el agua y la tierra que ejercen la producción de alimentos y la silvicultura (véase el capítulo 3), mientras que la energía solar sigue siendo costosa (recuadro 4.5). La energía nuclear genera inquietudes acerca de la proliferación de armas, el manejo de los desechos y la seguridad de los reactores. Las tecnologías de captura y almacenamiento del carbono para centrales eléctricas aún no están probadas comercialmente, son costosas y, en algunos países, pueden verse limitadas por la disponibilidad de sitios de almacenamiento.

El análisis de sensibilidad que incorpora estas limitaciones tecnológicas sugiere que no se puede lograr una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e si no se difunden en gran escala la eficiencia energética, la energía renovable y la captura y almacenamiento del carbono<sup>43</sup>, y que si se redujera la participación de la energía nuclear, se debería aumentar significativamente la captura y el almacenamiento del carbono emitido por combustibles fósiles y el uso de energías renovables<sup>44</sup>. Entre los elementos clave que generan incertidumbre, se encuentran la disponibilidad de tecnología

**Cuadro 4.3 Las distintas circunstancias de los países exigen enfoques especialmente adaptados**

Países	Políticas y tecnologías de bajo nivel de emisión de carbono
Países de ingreso bajo	<p>Ampliar el acceso a la energía a través de opciones con conexión a la red o fuera de la red</p> <p>Aplicar eficiencia energética y utilizar energías renovables allí donde tengan el costo mínimo</p> <p>Eliminar los subsidios a los combustibles fósiles</p> <p>Adoptar políticas de fijación de precios que permitan recuperar los costos</p> <p>Dar un salto hacia la generación distribuida donde no existe infraestructura de red</p>
Países de ingreso mediano	<p>Ampliar la aplicación de eficiencia energética y energías renovables</p> <p>Integrar los enfoques sobre desarrollo urbano y transporte referidos al uso de bajos niveles de carbono</p> <p>Eliminar los subsidios a los combustibles fósiles</p> <p>Adoptar políticas de fijación de precios que permitan recuperar los costos e incluyan las externalidades locales</p> <p>Realizar investigaciones, desarrollar y poner a prueba nuevas tecnologías</p>
Países de ingreso alto	<p>Recortar marcadamente las emisiones del país</p> <p>Fijar un precio para el carbono: límites y comercio de emisiones o impuesto al carbono</p> <p>Eliminar los subsidios a los combustibles fósiles</p> <p>Incrementar la investigación, el desarrollo y la demostración de nuevas tecnologías</p> <p>Modificar los estilos de vida que conllevan un elevado consumo energético</p> <p>Brindar financiamiento y tecnologías de bajos niveles de emisión de carbono a los países en desarrollo</p>

Fuente: equipo a cargo de la elaboración del IDM.

de captura y almacenamiento del carbono y el desarrollo de biocombustibles de segunda generación. Con las tecnologías que se conocen en la actualidad, el margen para la flexibilidad en la cartera de tecnologías es escaso.

Sin embargo, históricamente los avances y las innovaciones tecnológicas han reducido los costos que implicaba superar barreras técnicas formidables, en los casos en que las acciones en materia de política fueron eficaces y oportunas: un desafío clave en el mundo de hoy. La lluvia ácida y el agotamiento de la capa de ozono estratosférico son dos de los numerosos ejemplos que demuestran que las estimaciones sobre los costos de la protección ambiental basadas en la tecnología existente antes de la promulgación de normas son marcadamente exageradas<sup>45</sup>.

Las políticas de desarrollo que reflejen un enfoque inteligente respecto del clima deben estar adaptadas al grado de madurez de cada tecnología y al contexto nacional y pueden, a su vez, acelerar el desarrollo y la utilización de esas tecnologías (gráfico 4.11 y cuadro 4.4).

#### RECUADRO 4.5 *Las tecnologías de energía renovable encierran un enorme potencial pero tienen limitaciones*

##### **Biomasa**

La biomasa moderna como combustible para el suministro eléctrico, la calefacción y el transporte es el recurso renovable con más potencial de mitigación<sup>a</sup>. Se produce a partir de los desechos de la agricultura y los bosques, así como de los cultivos especialmente destinados a generar energía. La dificultad que enfrenta el uso de residuos de biomasa es la de garantizar que la centrales eléctricas cuenten en el largo plazo con un suministro confiable y a un costo razonable; los problemas fundamentales son las limitaciones logísticas y los costos de recolección del combustible. Por otro lado, los cultivos destinados a generar energía, si no se gestionan adecuadamente, compiten con la producción de alimentos y pueden provocar efectos no deseados en el precio de éstos (véase el capítulo 3). La producción de biomasa también es sensible a los impactos físicos de los cambios en el clima.

En vista de las limitaciones al suministro sostenible de biomasa, es probable que las proyecciones acerca del papel que desempeñará la biomasa en el futuro estén sobrevaluadas, a menos que algún avance tecnológico notable permita aumentar significativamente la productividad. En los modelos de clima y energía, se proyecta que el uso de biomasa podría incrementarse a casi el cuádruple, hasta llegar cerca de los 150-200 exajulios, casi una cuarta parte de la energía primaria del mundo en 2050<sup>b</sup>. Sin embargo, el potencial técnico sostenible máximo que pueden alcanzar la biomasa (tanto residuos como cultivos plantados para producir energía) sin alterar los recursos destinados a alimentos y bosques oscila entre 80 y 170 exajulios al año para 2050<sup>c</sup>, y sólo una parte de esta cifra es viable desde el punto de vista fáctico y económico. Asimismo, algunos modelos climáticos incluyen captura y almacenamiento del carbono generado por biomasa –una tecnología que aún no ha sido probada– para lograr emisiones negativas y ganar un poco de tiempo durante la primera mitad del siglo<sup>d</sup>.

Algunos biocombustibles líquidos, como el etanol de maíz, utilizado principalmente para el transporte, pueden agravar en lugar de mejorar la situación de las emisiones en su ciclo de vida. Los biocombustibles de segunda generación, que se basan en materias primas lignocelulósicas (como paja, bagazo, césped y madera), encierran una promesa de producción sostenible con altos rendimientos y bajos niveles de emisión de gases de efecto invernadero, pero aún se encuentran en la etapa de investigación y desarrollo.

##### **Energía solar**

La energía solar, la fuente energética más abundante del planeta, es el sector de la energía renovable que crece con mayor rapidez. Incluye dos tecnologías principales: sistemas fotovoltaicos y energía solar concentrada. Los sistemas de paneles fotovoltaicos convierten la energía solar directamente en electricidad. La energía solar concentrada utiliza espejos para enfocar la luz del sol en un fluido termointercambiador que genera vapor, con el que se impulsa una turbina convencional. La energía solar concentrada es mucho más barata y es la que encierra mayor potencial para producir electricidad de carga de base en gran escala y reemplazar las centrales alimentadas con combustibles fósiles. Pero esta tecnología necesita agua para enfriar las turbinas, lo cual representa una limitación en las zonas desérticas, donde suelen instalarse las centrales solares. De modo que la expansión de este tipo de plantas se ve restringida por la geografía (puesto que la energía solar concentrada sólo puede usar luz directa del Sol), así como por la falta de infraestructura de transmisión y las grandes cantidades de financiamiento que requiere. Los sistemas de paneles solares fotovoltaicos no dependen tanto de una ubicación específica, se construyen con mayor rapidez y son adecuados tanto para la generación distribuida como para las aplicaciones sin conexión a la red. Los calentadores solares de agua pueden reducir significativamente el uso de gas o electricidad para calentar agua en los edificios. China domina el mercado de este tipo de calentadores, puesto que produce más del 60% de la capacidad mundial.

A costos actuales, la energía solar concentrada se volvería competitiva si el precio del carbón se ubicara entre US\$60 y US\$90 por tonelada de CO<sub>2</sub><sup>e</sup>. Pero si se generan conocimientos y economías de escala, este tipo de energía podría volverse competitiva respecto del carbón en menos de 10 años, y la capacidad mundial instalada podría aumentar hasta los 45 o 50 gigavatios para 2020<sup>f</sup>. De modo semejante, la tasa de asimilación de los conocimientos vinculados con las células fotovoltaicas genera una reducción de costos de entre el 15% y el 20% cada vez que se duplica la capacidad instalada<sup>g</sup>. Dado que la capacidad instalada en el mundo es aún escasa, la posible reducción de costos a través del aprendizaje es importante.

##### **Energía eólica, hidroeléctrica y geotérmica**

La utilización de las energías eólica, hidroeléctrica y geotérmica está limitada por la disponibilidad de recursos y de emplazamientos

adecuados. La energía eólica ha crecido a un ritmo de 25% anual durante los últimos cinco años; la capacidad instalada en 2008 llegaba a los 120 gigavatios. Ese año, en Europa se instalaron más turbinas de energía eólica que cualquier otra tecnología de generación de electricidad. Pero el cambio climático podría afectar los recursos eólicos y generar vientos de mayor velocidad pero con patrones más variables<sup>h</sup>.

La energía hidroeléctrica es, entre las energías renovables, la principal fuente de electricidad en el mundo, puesto que representa el 16% de toda la electricidad. Su potencial está limitado por la disponibilidad de emplazamientos adecuados (el potencial mundial económicamente explotable es de 6 millones de gigavatios-hora al año)<sup>i</sup>, el gran volumen de capital que exige, el tiempo que lleva desarrollarlo y las inquietudes acerca de su impacto social y ambiental, así como por la variabilidad climática (en particular, los recursos hídricos). Más del 90% del potencial económicamente viable que aún no ha sido explotado se ubica en los países en desarrollo, en particular en África subsahariana, Asia meridional y oriental y América Latina<sup>j</sup>. África explota tan sólo el 8% de su potencial hidroeléctrico.

Para muchos países de África y Asia meridional, el comercio regional de energía hidroeléctrica podría ser la fuente de suministro eléctrico de menor costo con cero emisiones de carbono. Pero la falta de voluntad política y de confianza, así como las inquietudes respecto de la seguridad energética, restringe dicho comercio. Por otro lado, una mayor variabilidad climática afectará el ciclo hidrológico. Las sequías o el derretimiento de glaciares podrían restar confiabilidad al suministro hidroeléctrico en algunas regiones. No obstante, después de dos decenios de estancamiento, la energía hidroeléctrica ha comenzado a expandirse, en particular en Asia. Pero la crisis financiera actual hace más difícil obtener financiamiento para cubrir las grandes sumas de capital que se necesitan.

La energía geotérmica puede suministrar electricidad, calefacción y refrigeración. Con ella se cubre el 26% de las necesidades de suministro eléctrico de Islandia y el 87% de su demanda de calefacción para edificios. Pero esta fuente energética exige compromisos financieros de gran envergadura para solventar las investigaciones geológicas iniciales y la costosa perforación de pozos geotérmicos.

##### **Medidores y redes inteligentes**

Mediante las comunicaciones digitales de doble vía entre centrales eléctricas y usuarios,



**RECUADRO 4.5** *Continuación*

las redes inteligentes pueden equilibrar la oferta y la demanda en tiempo real, atenuar los picos de demanda y lograr que los usuarios sean participantes activos en la producción y el consumo de electricidad. A medida que aumenta la proporción de electricidad generada a partir de fuentes renovables, como la energía eólica o solar, una red inteligente puede manejar más adecuadamente las fluctuaciones<sup>k</sup>. Puede permitir que los vehículos eléctricos almacenen energía cuando sea

necesario o la vendan nuevamente a la red. Los medidores inteligentes pueden comunicarse con los clientes, quienes entonces pueden reducir los costos sustituyendo los electrodomésticos o modificando el tiempo de uso.

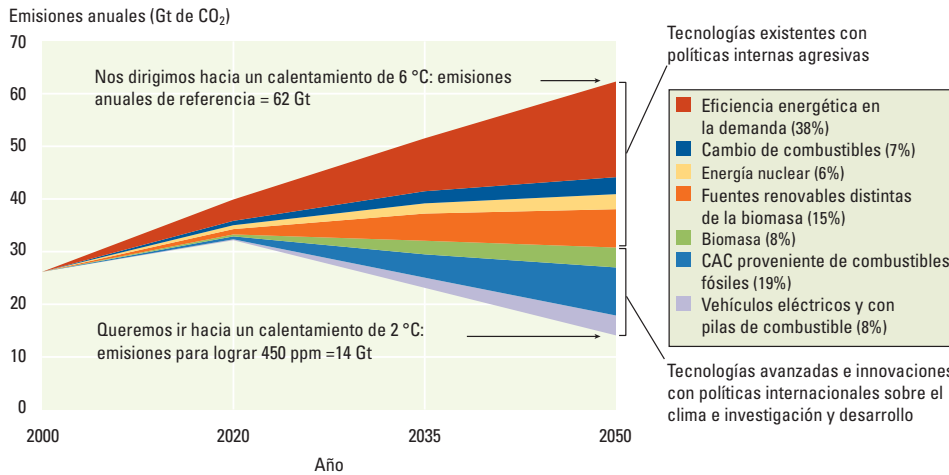
Fuentes:

- a. AIE, 2008b.
- b. AIE, 2008b; Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009; Knopf y otros, de próxima publicación.

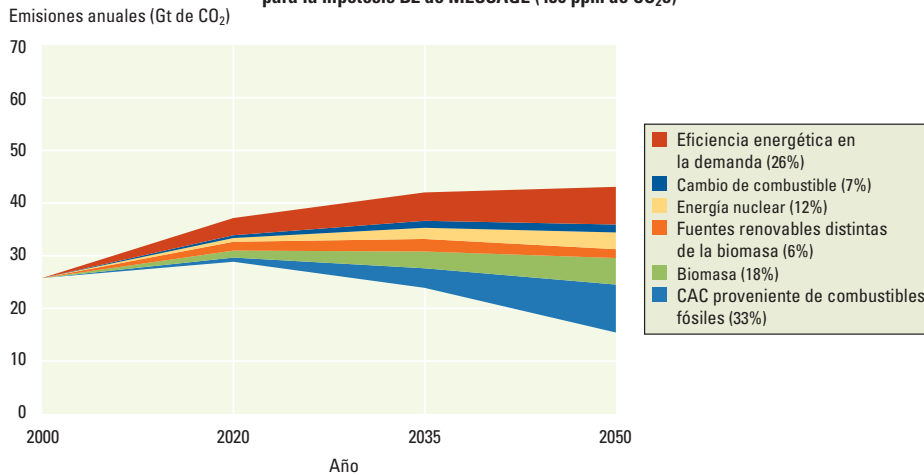
- c. Consejo Consultivo Alemán sobre los Cambios Mundiales, 2008; Rokityanskiy y otros, 2006; Wise y otros, 2009.
- d. Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009.
- e. AIE, 2008b; Yates, Heller y Yeung, 2009.
- f. Yates, Heller y Yeung, 2009.
- g. Neij, 2007.
- h. Pryor, Barthelmie y Kjellstrom, 2005.
- i. AIE, 2008b.
- j. Banco Mundial, 2008b.
- k. Instituto de la Vigilancia Mundial, 2009.

**Gráfico 4.10** La diferencia en el volumen de emisiones entre la situación a la que se encamina el mundo y aquella a la que debe dirigirse es enorme, pero una cartera de energías no contaminantes puede ayudar a mantener una concentración de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e (2°C)

**a. Emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del sector energético: análisis de cuña (wedge) para la hipótesis BLUE de la AIE (450 ppm de CO<sub>2</sub>e)**



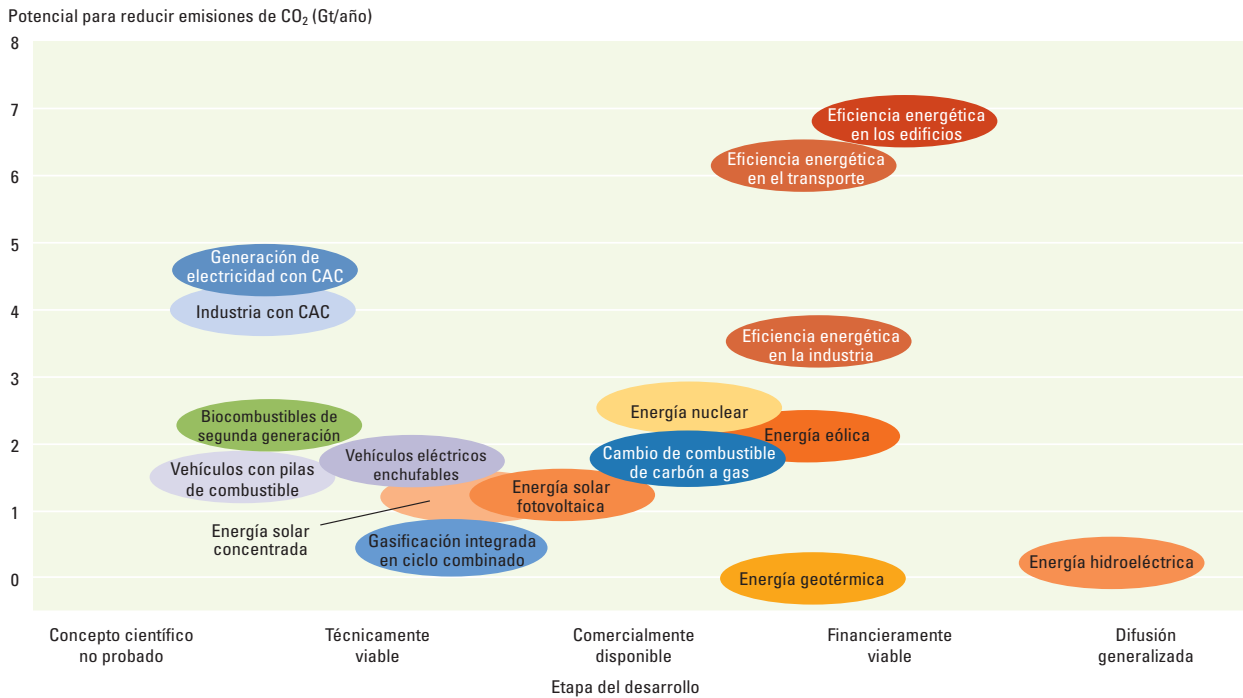
**b. Emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del sector energético: análisis de cuña (wedge) para la hipótesis B2 de MESSAGE (450 ppm de CO<sub>2</sub>e)**



Fuentes: equipo a cargo de la elaboración del IDM, a partir de datos extraídos de Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009; AIE, 2008b.

Nota: el cambio de combustible es de carbón a gas. Las fuentes renovables distintas de la biomasa incluyen la energía solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica. La CAC proveniente de combustibles fósiles se refiere a la producción de combustibles fósiles con captura y almacenamiento del carbono. Si bien el potencial de mitigación exacto de cada cuña puede variar de un modelo a otro en función de los valores de referencia, las conclusiones generales siguen siendo las mismas.

**Gráfico 4.11 El objetivo es impulsar las tecnologías de bajo nivel de emisión de carbono para que dejen de ser un concepto no probado, se difundan ampliamente y den lugar a una mayor reducción de las emisiones**



*Fuente:* equipo a cargo de la elaboración del IDM, a partir de datos extraídos de Banco Mundial, 2008a, y de AIE, 2008a (potencial de mitigación de la hipótesis azul de la AIE en 2050).  
*Nota:* véanse en el cuadro 4.4 definiciones más detalladas de la etapa de desarrollo tecnológico. Es posible que un determinado grupo de tecnologías esté atravesando etapas diferentes al mismo tiempo, pero en escalas y entornos nacionales distintos. La energía eólica, por ejemplo, ya ha alcanzado un costo competitivo frente a las plantas eléctricas alimentadas a gas en la mayor parte del territorio de Estados Unidos (Wiser y Bolinger, 2008). En cambio, en China e India, si bien es viable económicamente, no lo es desde el punto de vista financiero si se la compara con las centrales eléctricas alimentadas a carbón. De modo que, para que las tecnologías limpias se adopten en más sitios y en escalas mayores, deben desplazarse desde el extremo superior al inferior en el cuadro 4.4.

**Cuadro 4.4 Instrumentos normativos adaptados al grado de madurez de las tecnologías**

Grado de madurez	Situación	Cuestiones que se deben resolver para pasar a la etapa siguiente	Respaldo normativo
Técnicamente viable	La ciencia básica ya se ha demostrado y puesto a prueba en laboratorio o en escala limitada. Persisten algunas barreras técnicas y de costos.	Se deben realizar actividades de desarrollo y demostración para probar la viabilidad operativa en gran escala y minimizar los costos. Se deben internalizar las externalidades mundiales.	Políticas de desarrollo tecnológico: Importante volumen de investigación y desarrollo del sector público y el privado, demostración en gran escala. Se internalizan las externalidades mundiales a través de un impuesto al carbono o un sistema de fijación de límites y comercio de emisiones. Transferencia de tecnologías.
Disponible comercialmente y económicamente viable	La tecnología es provista por proveedores comerciales. Se comprenden plenamente los costos proyectados. La tecnología es viable desde el punto de vista económico y se justifica por los beneficios que aportará al desarrollo del país. Pero aún no puede competir con los combustibles fósiles sin subsidios o internalización de las externalidades locales.	Se debe poner a las energías limpias en igualdad de condiciones respecto de los combustibles fósiles.	Políticas internas para equiparar las condiciones: Eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles e internalización de las externalidades locales. Incentivos financieros para las tecnologías energéticas limpias.
Financieramente viable	La tecnología resulta financieramente viable para los inversionistas en los proyectos: su costo es competitivo frente a los combustibles fósiles o tiene un rendimiento financiero importante y un período de recuperación breve para opciones de demanda.	Las barreras y las deficiencias del mercado impiden que se acelere su adopción a través del mercado.	Normas e incentivos financieros para eliminar las barreras y las deficiencias del mercado. Respaldo a los mecanismos de provisión y programas de financiamiento para ampliar la adopción de las tecnologías. Educación del consumidor.
Difusión generalizada	La tecnología se adopta ampliamente a través de operaciones de mercado.		

*Fuente:* equipo a cargo de la elaboración del IDM.

**Eficiencia energética.** En el corto plazo, la fuente de reducción de emisiones más importante y menos costosa es el aumento de la eficiencia energética, tanto en la demanda como en la oferta del suministro eléctrico, la industria, los edificios y el transporte. Hay tecnologías bien establecidas que permiten reducir en el corto plazo las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la captura de las emisiones de metano<sup>46</sup> provenientes de las minas de carbón, los desechos municipales sólidos y la quema de gas, y a través de la reducción de emisiones de carbono negro originadas en combustibles de biomasa tradicional. Estas tecnologías pueden también incrementar la seguridad en las minas de carbón y mejorar la salud pública al reducir la contaminación del aire<sup>47</sup>. Muchas medidas de eficiencia energética son financieramente viables para los inversionistas, pero no se han concretado plenamente. Para lograr estos ahorros de bajo costo se necesitan normas, como códigos y parámetros de eficiencia, que se combinen con incentivos financieros, reformas institucionales, mecanismos de financiamiento y educación del consumidor para superar las barreras y las fallas del mercado.

**Tecnologías existentes con baja emisión de carbono en el lado de la demanda.** En el corto y mediano plazo, estarán comercialmente disponibles diversos combustibles de cero emisiones o baja emisión de carbono para el sector de la electricidad (como las energías renovables y la energía nuclear), y, de contar con los marcos normativos y de políticas adecuados, podrían difundirse mucho más ampliamente. Las redes inteligentes y sólidas pueden incrementar la confiabilidad de las redes eléctricas y minimizar las desventajas que, por su variabilidad, trae aparejada la dependencia de fuentes de energía renovable y de la generación distribuida (véase el recuadro 4.5). La sustitución del carbón por el gas natural como combustible también encierra un gran potencial de mitigación pero incrementa los riesgos a la seguridad energética en el caso de los países importadores de gas. La mayor parte de las tecnologías de energía renovable son viables desde el punto de vista comercial pero no aún en el aspecto financiero; en consecuencia, se necesita de algún tipo de subsidio (que permita internalizar las externalidades), de modo que su costo resulte competitivo respecto de los combustibles fósiles. Para adoptar estas tecnologías en una escala mayor se requerirá que los precios de

los combustibles fósiles reflejen la totalidad de sus costos de producción y sus externalidades, además de incentivos financieros para adoptar tecnologías de baja emisión de carbono.

**Tecnologías avanzadas.** Si bien las tecnologías comercialmente disponibles pueden generar una proporción significativa de la reducción de emisiones que se necesita entre el corto y el mediano plazo<sup>48</sup>, para limitar el calentamiento de la Tierra a 2°C será necesario que se desarrollen y se instalen tecnologías avanzadas (captura y almacenamiento del carbono en el sector eléctrico y la industria, biocombustibles de segunda generación y vehículos eléctricos) a una velocidad y en una escala sin precedentes (recuadro 4.6). Es esencial contar con políticas que fijen un precio adecuado al carbono y realizar esfuerzos en el plano internacional para transferir tecnologías con bajo nivel de emisión de carbono a los países en desarrollo. En vista del tiempo prolongado que lleva crear tecnologías y dado que, para limitar los incrementos de temperatura a 2°C, las emisiones deben llegar a su pico en una fecha temprana, los gobiernos han de incrementar sin demoras los esfuerzos que destinan a investigación, desarrollo y demostración, de modo de acelerar la innovación y la utilización de tecnologías avanzadas. Los países desarrollados deberán tomar la iniciativa en la tarea de hacer realidad estas tecnologías.

Se necesita un enfoque de sistemas integrados para garantizar la aplicación de políticas compatibles en la reducción de emisiones en todos los sectores y toda la economía. Los mecanismos basados en el mercado, como un sistema de límites y comercio de emisiones de carbono o un impuesto al carbono (véase el capítulo 6), alientan al sector privado a invertir en las tecnologías de bajos niveles de emisión que resulten más económicas para lograr profundos recortes en esta esfera.

Los enfoques integrados sobre desarrollo urbano y transporte combinan planificación urbana, transporte público, edificios eficientes desde el punto de vista energético, generación distribuida de electricidad a partir de fuentes renovables y vehículos no contaminantes (recuadro 4.7). Las experiencias pioneras de América Latina (carriles exclusivos para autobuses, pago anticipado de boletos de autobuses y conexiones eficientes entre diversas modalidades de transporte) son ejemplos de una transformación urbana más amplia<sup>49</sup>. El cambio en favor del transporte terrestre masivo tiene grandes beneficios adicionales para el

#### RECUADRO 4.6 *Tecnologías avanzadas*

**La captura y almacenamiento del carbono (CAC)** podría reducir las emisiones derivadas de los combustibles fósiles en un 85-95%, y resulta esencial para que estos combustibles mantengan una participación importante en un mundo con limitaciones a la emisión de carbono. Consta de tres pasos principales:

- Captura de CO<sub>2</sub> de grandes fuentes estacionarias, como centrales eléctricas u otros procesos industriales, ya sea antes de la combustión o después.
- Transporte hasta los sitios de almacenamiento a través de gasoductos.
- Almacenamiento a través de la inyección de CO<sub>2</sub> en emplazamientos geológicos, entre los que se cuentan los siguientes: yacimientos de gas y petróleo casi agotados para la recuperación asistida de esos productos, yacimientos de carbón para la recuperación asistida de metano, formaciones salinas profundas y océanos.

En la actualidad, la CAC podría competir con el carbón convencional únicamente a un precio de entre US\$50 y US\$90 por tonelada de CO<sub>2</sub><sup>3</sup>. Este proceso se encuentra aún en la etapa de investigación y desarrollo, por lo que es tecnológicamente inmaduro. La cantidad de emplazamientos geológicos económicamente disponibles situados cerca de fuentes de emisión de carbono varía considerablemente de un país a otro. Las oportunidades que se pueden aprovechar tempranamente para bajar los costos se encuentran en los yacimientos de petróleo agotados y en los sitios de recuperación

asistida de petróleo, pero para lograr recortes profundos en las emisiones, será también necesario almacenar carbono en acuíferos salinos profundos. Por otro lado, con la CAC también se reduce significativamente la eficiencia de las centrales eléctricas y pueden producirse fugas.

La prioridad en el corto plazo debería ser impulsar proyectos de demostración de gran escala que permitan reducir los costos e incrementar la confiabilidad. En la actualidad, hay cuatro proyectos comerciales de gran escala de demostración de CAC –en Sleipner (Noruega), Weyburn (Canadá-Estados Unidos), Salah (Argelia) y Snohvit (Noruega)–, en los que se capturan principalmente emisiones derivadas del gas o de la gasificación del carbón. En conjunto, en estos proyectos se capturan 4 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Para lograr una trayectoria de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, se necesita contar con 30 plantas de demostración de gran escala para 2020<sup>b</sup>. La captura de CO<sub>2</sub> emitido por centrales eléctricas de baja eficiencia no es viable desde el punto de vista económico, por lo que se deberían construir nuevas centrales con tecnologías sumamente eficientes, que puedan luego reacondicionarse con CAC. Se deben establecer marcos jurídicos y normativos que regulen la inyección de CO<sub>2</sub> y encaren el tema de las responsabilidades en el largo plazo. La Unión Europea ha adoptado una directiva sobre el almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub>, mientras que Estados Unidos ha propuesto normas referidas a la CAC. Asimismo, es necesario realizar evaluaciones detalladas

de los posibles sitios de almacenamiento del carbono, en particular en los países en desarrollo. De no emprenderse un esfuerzo internacional de gran envergadura, resolver toda la cadena de cuestiones técnicas, legales, institucionales, financieras y ambientales para lograr escala en las aplicaciones podría llevar un decenio o más.

Los *híbridos enchufables* representan una opción posible en el corto plazo, una transición hacia los vehículos completamente eléctricos<sup>c</sup>. En ellos se combinan baterías con motores de combustión interna más pequeños, que les permiten funcionar parte del tiempo impulsados por la electricidad que les suministra la red mediante la recarga nocturna. Cuando se impulsan con electricidad generada mediante fuentes renovables, emiten un 65% menos de CO<sub>2</sub> que un automóvil impulsado a gasolina<sup>d</sup>. Sin embargo, incrementan el consumo de electricidad, y las reducciones netas que generen dependerán de la fuente de la electricidad. Es necesario lograr mejoras significativas e importantes reducciones en los costos de las tecnologías de almacenamiento de energía. Los vehículos eléctricos se impulsan exclusivamente a batería, pero requieren una batería de mucha mayor capacidad que los híbridos enchufables y son más costosos.

Fuentes:

a. AIE, 2008b.

b. AIE, 2008b.

c. AIE, 2008b.

d. Consejo para la Defensa de Recursos Naturales (NRDC), 2007.

desarrollo: ahorro del tiempo de viaje, menos congestión y mejor salud pública por la menor contaminación del aire.

El cambio de conductas y estilos de vida que dé lugar a sociedades con bajo nivel de emisión de carbono exigirá poner en marcha un esfuerzo educativo concertado a lo largo de muchos años. Pero con la disminución del uso del transporte, la calefacción, la refrigeración y los electrodomésticos y con el cambio en favor de los medios masivos de transporte, las modificaciones en los estilos de vida podrían reducir las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en 3,5-5,0 gigatoneladas para 2030, esto es, un 8% de la reducción que se necesita (véase el capítulo 8)<sup>50</sup>.

No hace falta que los gobiernos esperen hasta lograr un acuerdo mundial respecto del clima: pueden adoptar políticas internas de eficiencia energética y energía no contaminante ya mismo, puesto que se justifican por sus

beneficios financieros y de desarrollo adicionales. Medidas internas de este tipo, que resultan beneficiosas en todos los sentidos, pueden contribuir en gran medida a salvar la brecha de la mitigación<sup>51</sup>, pero deben complementarse con acuerdos internacionales sobre el clima que permitan superar la diferencia restante.

#### Hacer realidad los ahorros de la eficiencia energética

En el mundo, cada dólar adicional que se invierte en eficiencia energética evita invertir más de dos dólares en el lado de la oferta, y los beneficios son aún mayores en los países en desarrollo<sup>52</sup>. Por ende, a la hora de planificar el uso de los recursos energéticos, se debería considerar la eficiencia energética (megavatios) en el mismo plano que las medidas tradicionales del lado de la oferta (megavatios). La eficiencia energética hace bajar los montos de las boletas

### RECUADRO 4.7 El papel de la política urbana para lograr los beneficios adicionales de la mitigación y el desarrollo

A menudo se cita la urbanización como uno de los principales causantes del crecimiento de las emisiones en el mundo<sup>a</sup>, pero se la define mejor como uno de los factores fundamentales de desarrollo<sup>b</sup>. En consecuencia, es un elemento central en la formulación de políticas climáticas y de desarrollo. La mayor parte de las emisiones se produce en las ciudades precisamente porque es allí donde tiene lugar la mayor parte de la producción y el consumo. Por otro lado, la gran concentración de población y actividad económica de las ciudades puede de hecho aumentar la eficiencia, siempre que se hayan establecido las políticas adecuadas. Son numerosos los factores que hacen necesario un programa climático vinculado con las ciudades.

En primer lugar, las ciudades más densas son más eficientes en lo que respecta a la energía y las emisiones (por ejemplo, en el sector del transporte; véase el gráfico más abajo), y las políticas locales son esenciales para alentar la densificación<sup>c</sup>. En segundo lugar, la influencia fuerte y persistente de la infraestructura en las decisiones de largo plazo sobre el emplazamiento de edificios residenciales y comerciales reduce la sensibilidad de las emisiones a las señales de los precios. Por tanto, se necesitan normas complementarias y planificación del uso de la tierra. En tercer lugar, la interdependencia de los sistemas que componen la forma urbana (calles y recorridos de los medios de

transporte público; servicios de agua, recolección de aguas residuales y suministro eléctrico; y edificios residenciales, comerciales e industriales) y la dificultad para modificarlos una vez que se han establecido los modelos iniciales vuelven más urgente la necesidad de diseñar ciudades con bajos niveles de emisión de carbono en los países que atraviesan un proceso de rápida urbanización.

Como se analiza en el capítulo 8, las ciudades ya se han convertido en una fuente de impulso político y propiciarán las medidas de mitigación en el plano internacional aun cuando estén poniendo en práctica sus propias iniciativas internas. En contraposición al supuesto general de que las decisiones en el nivel local se centran en problemas locales, más de 900 ciudades de Estados Unidos se han comprometido a alcanzar o superar las metas establecidas en el Protocolo de Kyoto para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>d</sup>, mientras que el Grupo de Liderazgo Climático de Grandes Ciudades C40, que tiene como objetivo promover medidas para combatir el cambio climático, está compuesto por grandes ciudades de todos los continentes<sup>e</sup>.

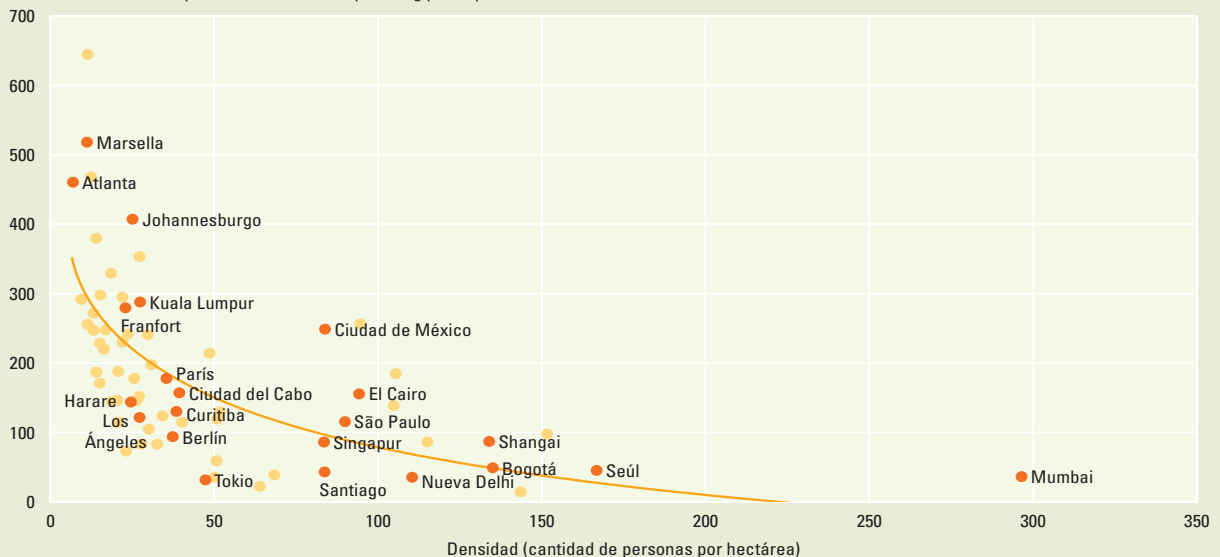
Las ciudades tienen la capacidad única de responder a un problema mundial como el cambio climático a través de medidas concretas en el nivel local. En muchas ciudades se ha legislado para limitar el uso de bolsas de plástico, vasos descartables o agua embotellada.

Estas iniciativas pueden ser importantes en tanto mensajes para la sociedad pero, hasta ahora, su impacto ambiental ha sido mínimo. En definitiva, los esfuerzos más contundentes y de mayor impacto (como los cargos por congestión, los incentivos para la construcción de edificios ecológicos, el respaldo a un diseño urbano que exija un grado menor de dependencia de los automóviles y la inclusión de precios al carbono dentro de los impuestos inmobiliarios y los derechos de urbanización) exigirán un impulso cultural más amplio que les permita superar las preferencias arraigadas (o las aspiraciones) que favorecen un estilo de vida de altos niveles de emisión de carbono. Afortunadamente, muchas de las medidas necesarias para la mitigación que deben poner en práctica las ciudades generan beneficios para la adaptación al cambio climático, lo que reducirá la necesidad de adoptar soluciones de compromiso.

Fuentes: equipo a cargo de la elaboración del IDM.  
 a. Dodman, 2009.  
 b. Banco Mundial, 2008f.  
 c. Banco Mundial, 2009b.  
 d. Acuerdo de Protección contra el Cambio Climático de la Conferencia de Alcaldes de Estados Unidos.  
 e. Véase <http://www.c40cities.org/>. Asimismo, Ciudades y Gobiernos Locales Unidos y el Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales han emitido una resolución conjunta en la que solicitan mayor participación de las ciudades en el proceso de negociación de la CMNUCC.

#### Las emisiones derivadas del transporte son mucho menores en las ciudades más densamente pobladas

Emisiones individuales provenientes del transporte (kg per cápita)



Fuente: Banco Mundial, 2009b.

Nota: en el gráfico no se efectuaron correcciones en función de los ingresos puesto que una regresión de las emisiones derivadas del transporte sobre la densidad y los ingresos muestra que el factor clave es la densidad, no el ingreso. Los datos corresponden a 1995.

de los usuarios, aumenta la competitividad de las empresas y genera puestos de trabajo. Es esencial para lograr una trayectoria de un calentamiento cercano a los 2°C, puesto que permite ganar tiempo: aplaza la necesidad de construir capacidad adicional mientras se desarrollan y se difunden en el mercado las nuevas tecnologías avanzadas de energía limpia.

Los edificios consumen casi el 40% de la energía final del mundo<sup>53</sup>, cerca de la mitad para calentar el aire y el agua, y el resto para hacer funcionar aparatos eléctricos, incluidas lámparas, aire acondicionado y refrigeración<sup>54</sup>. Los elementos con los que se puede mejorar la eficiencia energética se sitúan en la carcasa de los edificios (techo, paredes, ventanas, puertas y materiales aislantes), en la calefacción del aire y el agua y en los electrodomésticos. Los edificios constituyen una de las opciones de mitigación más eficaces en función de los costos, puesto que el 90% del potencial de mitigación puede lograrse con un precio del CO<sub>2</sub> inferior a los US\$20 por tonelada<sup>55</sup>. En diversos estudios se señala que, con las tecnologías existentes de eficiencia energética, se puede ahorrar entre un 30 y un 40% de consumo de energía a un costo razonable en los edificios nuevos, cuando se las evalúa en función de su ciclo de vida<sup>56</sup>.

Si bien la mayor parte de estos estudios se basa en datos de países de ingreso alto, el potencial para generar ahorros a partir de la eficiencia energética en las naciones en desarrollo puede ser aun mayor debido a que los valores de referencia de los primeros son bajos. Por ejemplo, la tecnología que se usa actualmente para calefaccionar el aire en los edificios de China consume entre un 50 y un 100% más de energía que la que se utiliza en Europa occidental. Mejorar la eficiencia energética de los edificios de este país implicaría un aumento en los costos de construcción de un 10%, pero también una reducción de los de energía de más del 50%<sup>57</sup>. Las innovaciones tecnológicas, como los materiales de construcción de avanzada, pueden incrementar aún más la posibilidad de ahorrar energía (véase el capítulo 7). El diseño integrado de edificios de cero emisiones, que combina medidas de eficiencia energética con electricidad y calefacción generada en el mismo sitio a partir de la energía solar y biomasa, son viables tanto técnica como económicamente, y su costo está bajando<sup>58</sup>.

Las manufacturas representan un tercio del uso de energía en el mundo, y las posibilidades de ahorro energético en las industrias son particularmente numerosas en los países en desarrollo. Entre las oportunidades más

importantes figuran mejorar la eficiencia de los equipos que requieren un uso intensivo de la energía, como motores y calderas, y de sectores en los que la energía se utiliza intensivamente, como los del hierro, el acero, el cemento, los productos químicos y petroquímicos. Una de las medidas más eficaces en función de los costos es la generación combinada de calefacción y electricidad. Con las tecnologías y las prácticas óptimas ya existentes se podría reducir el consumo energético del sector industrial en un 20-25%, lo que ayudaría a atenuar la huella de carbono sin sacrificar el crecimiento<sup>59</sup>. En México, la cogeneración en las refinerías de Pemex, una gran empresa petrolera estatal, podría suministrar más del 6% de la capacidad eléctrica instalada del país a un costo de mitigación negativo (lo que significa que la venta de la electricidad y el calor que antes se desperdiciaban generarían ingresos suficientes para compensar sobradamente las inversiones necesarias)<sup>60</sup>.

Mejorar la eficiencia de los vehículos en el consumo de combustible (por ejemplo, con automóviles híbridos) es el modo más eficaz en función de los costos de reducir las emisiones en el sector del transporte en el corto o mediano plazo. También se puede lograr mayor eficiencia en el consumo de combustible mediante mejoras en los sistemas de transmisión (por ejemplo, reduciendo el tamaño de los motores convencionales de combustión interna) y otras modificaciones en el diseño, como menor peso en los vehículos, transmisiones optimizadas y sistemas de arranque-parada con frenos regenerativos.

Asimismo, una planificación urbana inteligente (un diseño urbano más denso, más compacto desde el punto de vista espacial y de uso mixto que permita el crecimiento cerca de los centros de las ciudades y corredores de tránsito que eviten la expansión urbana) puede reducir significativamente la demanda energética y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Disminuye la cantidad de kilómetros recorridos por los vehículos y permite utilizar sistemas de calefacción distritales e integrados<sup>61</sup>. En México, por ejemplo, se espera que, entre 2009 y 2030, el desarrollo urbano denso reduzca el total de emisiones en 117 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e y genere además beneficios sociales y ambientales<sup>62</sup>.

### ***Barreras y deficiencias del mercado y de otra índole***

El hecho de que no se aprovechen las grandes posibilidades que existen para generar una mayor eficiencia energética pone de manifiesto

que no es fácil lograr ahorro de energía a bajo costo. Las medidas de eficiencia energética fragmentadas y de pequeña escala, que involucran a numerosas partes interesadas y decenas de millones de individuos que toman sus propias decisiones, son fundamentalmente más complejas que las opciones de gran envergadura que se presentan en el lado de la oferta. Para invertir en eficiencia energética se necesita capital inicial, pero los ahorros futuros son menos tangibles, con lo que esas inversiones se vuelven más riesgosas si se las compara con acuerdos comerciales de suministro energético que se basan en activos. Son numerosas las fallas y las barreras de mercado y de otra índole que obstaculizan la eficiencia energética, y para abordarlas es necesario encarar políticas y medidas que conlleven costos adicionales (recuadro 4.8). Otro motivo de inquietud es el efecto rebote: la adquisición de equipos eficientes hace reducir el monto de las facturas de electricidad, por lo que los usuarios tienden a incrementar el consumo de energía, socavando así una parte del ahorro energético. Sin embargo, según los datos empíricos, el rebote oscila entre pequeño y moderado, con efectos en el largo plazo que equivalen a un 10%-30% para el transporte particular y la calefacción y refrigeración del aire<sup>63</sup>, que pueden mitigarse mediante señales de precios.

### **Los precios deberían reflejar los costos reales**

Muchos países canalizan subsidios públicos, implícitos o explícitos, hacia los combustibles fósiles, lo que distorsiona las decisiones respecto de inversiones en energía limpia. Se estima que, en los países en desarrollo que más subsidian, el monto anual de las subvenciones alcanza a unos US\$310.000 millones, es decir, un 0,7% del PIB mundial en 2007<sup>64</sup>. La mayor parte de los subsidios se utiliza para reducir artificialmente los precios de los combustibles fósiles, lo que desincentiva el ahorro de energía y reduce el atractivo financiero de la energía limpia<sup>65</sup>.

Si se eliminaran los subsidios a los combustibles fósiles, disminuiría la demanda, se alentaría la oferta de energía limpia y se reducirían las emisiones de CO<sub>2</sub>. Son numerosas las pruebas que indican que el aumento del precio de la energía induce una disminución significativa en la demanda<sup>66</sup>. Si Europa hubiera seguido la política de Estados Unidos de fijar impuestos bajos a los combustibles, su consumo sería el doble de lo que es actualmente<sup>67</sup>. La eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles en el sector eléctrico y en la industria podría reducir las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> en nada menos que un 6% anual, además de incrementar el PIB mundial<sup>68</sup>.

#### **RECUADRO 4.8 La eficiencia energética encuentra muchas barreras y deficiencias de mercado y de otra índole**

- **Precios de la energía bajos o subvaluados.** Los precios bajos de la energía socavan los incentivos para ahorrarla.
- **Deficiencias normativas.** Los consumidores que reciben un servicio de calefacción no medido carecen de incentivos para ajustar las temperaturas, y los procesos de determinación de tarifas de los servicios pueden recompensar la ineficiencia.
- **Falta de un promotor institucional y escasa capacidad institucional.** Las medidas de eficiencia energética están fragmentadas. Sin un promotor institucional que las coordine y promueva, la eficiencia energética deja de ser prioridad. Por otro lado, los prestadores de servicios de eficiencia energética son escasos, y no lograrán fortalecer su capacidad de la noche a la mañana.
- **Incentivos mal dirigidos o inexistentes.** Las empresas de suministro eléctrico obtienen ganancias cuando generan y venden más electricidad, no cuando ahorran energía.
- **Gastos.** Puesto que, por lo general, son los inquilinos quienes pagan la cuenta de electricidad, los propietarios no tienen ningún incentivo –o muy pocos– para gastar en artefactos o sistemas de aislación eficientes.
- **Preferencias de los consumidores.** Cuando los usuarios compran vehículos, generalmente basan sus decisiones en el tamaño, la velocidad y el aspecto antes que en la eficiencia.
- **Costos iniciales más elevados.** Muchos productos eficientes desde el punto de vista energético tienen costos iniciales más elevados. Los consumidores individuales, por lo general, exigen plazos de amortización muy breves y no están dispuestos a pagar costos iniciales más altos. Pero aun dejando de lado las preferencias, es posible que los consumidores de ingreso bajo no puedan costear productos eficientes.
- **Barreras financieras y costos de transacción más altos.** Muchos proyectos de eficiencia energética tienen dificultades para obtener financiamiento. Las instituciones financieras no suelen estar familiarizadas con la eficiencia energética o no se interesan por ella debido a que el monto de las operaciones es pequeño, mientras que los costos de transacción y los riesgos percibidos son elevados. Muchas empresas de servicios energéticos carecen de garantía.
- **Imposibilidad para conseguir productos.** Algunos equipos de eficiencia energética se consiguen fácilmente en países de ingreso alto y mediano, pero no en los de ingreso bajo, donde los aranceles de importación elevados los vuelven menos accesibles.
- **Escasa concientización e información.** La información de que disponen los consumidores respecto de los costos, beneficios y tecnologías de eficiencia energética es limitada. Las empresas no están dispuestas a costear auditorías energéticas con las que podrían informarse acerca de posibles ahorros.

Fuente: equipo a cargo de la elaboración del IDM.

Pero eliminar esos subsidios no es tarea sencilla: requiere una firme voluntad política. Los subsidios a los combustibles a menudo se justifican con el argumento de que protegen a los pobres, aun cuando la mayor parte de ellos beneficia a los consumidores en mejor situación económica. Como se expone en los capítulos 1 y 2, una protección social eficaz que esté orientada a grupos de ingreso bajo, junto con la eliminación gradual de las subvenciones a los combustibles fósiles, puede hacer que las reformas sean políticamente viables y socialmente aceptables. También es importante aumentar la transparencia del sector de la energía solicitando a las empresas de servicios que divulguen la información clave, de modo que los gobiernos y otras partes interesadas puedan analizar la eliminación de subsidios y tomar decisiones al respecto con mayor conocimiento de causa.

Los precios de la energía deberían reflejar el costo de producción e incorporar las externalidades ambientales del plano local y mundial. La contaminación del aire de las ciudades a causa de la combustión de productos fósiles incrementa los riesgos a la salud y provoca muertes prematuras. Las enfermedades

de las vías respiratorias bajas derivadas de la contaminación del aire son una de las principales causas de mortalidad en los países de ingreso bajo y una de las que más contribuyen a la carga mundial de morbilidad<sup>69</sup>. Si para 2020 en China se redujeran las emisiones de gases de efecto invernadero un 15% respecto de la hipótesis sin cambios, se evitarían por año entre 125.000 y 185.000 muertes prematuras provocadas por la contaminación que se produce al generar electricidad y en el uso hogareño de la energía<sup>70</sup>. La fijación de precios a la contaminación local del aire puede ser un método muy eficaz para reducir los costos conexos del ámbito de la salud.

Es fundamental establecer precios para el carbono –ya sea mediante un impuesto o un sistema de límites y comercio de emisiones (véase el capítulo 6)– de modo de ampliar la difusión de tecnologías avanzadas no contaminantes y ubicarlas en igualdad de condiciones con los combustibles fósiles<sup>71</sup>. Los precios incentivan las innovaciones y las inversiones privadas de gran escala en tecnologías energéticas eficientes y limpias y reducen sus riesgos (véase el capítulo 7)<sup>72</sup>. Los países desarrollados deberían tomar la iniciativa en la fijación de precios al carbono. Entre las preocupaciones legítimas que esto genera figuran la de proteger a los pobres de los elevados precios de la energía y compensar a las industrias que salgan perdiendo, en particular en los países en desarrollo. Para esto, pueden resultar útiles las redes de protección social y un apoyo a los ingresos que no genere distorsiones, posiblemente sustentados con los ingresos provenientes del impuesto al carbono o de la licitación de permisos de emisión (véanse los capítulos 1 y 2).

### *Las políticas de fijación de precios por sí solas no bastan: también son esenciales las de eficiencia energética*

Por sí solas, las políticas de fijación de precios no bastarán para garantizar el desarrollo y despliegue en gran escala de tecnologías de eficiencia energética y bajas emisiones de carbono (recuadro 4.9). La eficiencia energética encuentra obstáculos claros en diversos sectores. En el caso del sector eléctrico, en el que un número reducido de actores determina si se adoptarán o no medidas de eficiencia energética, es probable que los incentivos financieros den resultados. En los ámbitos del transporte, los edificios y la industria, donde la adopción de esas medidas es una función de las preferencias de numerosos individuos descentralizados y requiere de sus acciones, la demanda

#### **RECUADRO 4.9** *Los precios del carbono por sí solos no bastan*

La imposición de precios para el carbono no puede garantizar por sí sola el uso en gran escala de energía limpia y eficiente, porque no permite superar por completo las fallas del mercado y los obstáculos de otra índole que dificultan la innovación y la difusión de tecnologías de bajos niveles de carbono<sup>a</sup>.

En primer lugar, los precios resuelven sólo uno de los numerosos obstáculos. Hay otros impedimentos, como la falta de capacidad institucional y financiamiento, que bloquean el suministro de servicios de ahorro energético.

En segundo lugar, si bien la elasticidad del precio de la demanda energética es elevada en el largo plazo, por lo general es bastante limitada en el corto plazo, porque las personas disponen de pocas opciones inmediatas para reducir sus necesidades de transporte y el uso hogareño de la energía en respuesta a las variaciones de precios de los combustibles. En el caso de los automóviles, los precios de los combustibles tienen una elasticidad histórica de corto plazo que oscila entre sólo -0,2 y -0,4<sup>b</sup> (aunque en los años recientes la respuesta ha sido mucho menor, de entre -0,03 y -0,08<sup>c</sup>)

mientras que la de largo plazo va de -0,6, a -1,1.

En tercer lugar, la escasa elasticidad de los precios que conlleva la adopción de numerosas medidas de eficiencia energética también puede ser resultado de los altos costos de oportunidad en países en desarrollo que experimentan un crecimiento rápido, como China. Un rendimiento del 20% para una medida de eficiencia energética resulta atractivo, pero es posible que los inversionistas no destinen fondos a eficiencia cuando hay otras operaciones con riesgos semejantes y ganancias mayores.

En consecuencia, las políticas de precios sólidas son importantes, pero no bastan. Deben combinarse con normas que corrijan las fallas y eliminen los obstáculos del mercado y de otros ámbitos, y promuevan el desarrollo de tecnologías limpias.

#### *Fuentes:*

- Comité Asesor para la Promoción de la Economía y la Tecnología (ETAAC), 2008.
- Chamon, Mauro y Okawa, 2008.
- Hughes, Knittel y Sperleng, 2008.



energética es menos sensible a las señales de los precios, por lo que suelen ser más eficaces las regulaciones. Mediante un conjunto de instrumentos normativos, se pueden repetir las medidas con las que se logró eliminar obstáculos a la eficiencia energética en otros sitios.

**Normas.** Las metas de intensidad energética aplicadas a toda la economía, las normas que regulan los electrodomésticos, los códigos de construcción y las metas de desempeño industrial (consumo energético por unidad de producto), así como las normas de eficiencia en el uso de combustibles, son algunas de las medidas más eficaces en función de los costos. Más de 35 países han establecido objetivos nacionales de eficiencia energética. Francia y el Reino Unido han ido un poco más allá en esta materia, puesto que obligan a las empresas de energía a cumplir cuotas de ahorro. En Japón, las normas sobre eficiencia energética exigen que las empresas de servicios públicos ahorren un volumen de electricidad equivalente a un porcentaje fijo de sus ventas o carga de referencia<sup>73</sup>. Brasil, China e India tienen leyes sobre eficiencia energética pero, al igual que en otros contextos, su eficacia depende del grado en que se acatan. Otra opción es la eliminación gradual de las lámparas incandescentes.

La observancia de las normas de eficiencia puede evitar o posponer la necesidad de incorporar nuevas centrales y reducir los precios al consumidor. Por otro lado, las metas de desempeño energético en la industria pueden impulsar la innovación e incrementar la competitividad. En el caso de los edificios nuevos en Europa, el ahorro acumulado de energía derivado de la aplicación de códigos de construcción es de un 60% respecto del consumo de las construcciones anteriores a la primera crisis del petróleo, en la década de 1970<sup>74</sup>. Las normas vigentes en Estados Unidos sobre eficiencia de los refrigeradores han permitido ahorrar 150 gigavatios de demanda pico a lo largo de los últimos 30 años, lo que supera la capacidad instalada del programa nuclear estadounidense en su conjunto<sup>75</sup>. Las normas de eficiencia y los programas de etiquetas cuestan cerca de 1,5 centavos de dólar por kilovatio-hora, mucho menos que cualquier opción del lado de la oferta<sup>76</sup>. El precio promedio de los refrigeradores en Estados Unidos ha caído más de la mitad desde la década de 1970, aun cuando su eficiencia se ha incrementado en un 75%<sup>77</sup>.

**Incentivos financieros.** En muchos países en desarrollo, el escaso cumplimiento de las

normas es un motivo de preocupación. Es necesario complementar las regulaciones con incentivos financieros destinados a consumidores y productores. Los consumidores de ingresos bajos son los más afectados por el mayor costo inicial de los productos eficientes. Los incentivos financieros que compensan estos costos, como los descuentos y las hipotecas de eficiencia energética<sup>78</sup>, pueden modificar la conducta de los consumidores, hacer más accesibles los productos y permitir a productores nuevos y eficientes superar las barreras que les impiden el ingreso en el mercado. Asimismo, las normas son también vulnerables a los efectos rebote, de modo que se necesitan políticas de precios para desalentar el consumo. Los impuestos a los combustibles han demostrado ser uno de los modos más eficientes desde el punto de vista de los costos para reducir la demanda de energía en el transporte, junto con los cargos por congestión y los seguros o impuestos basados en la cantidad de kilómetros recorridos y las exacciones más elevadas a los camiones ligeros y a los vehículos utilitarios deportivos (cuadro 4.5).

La gestión de la demanda de servicios públicos ha permitido grandes ahorros de energía. La clave para lograr el éxito es desacoplar la venta de electricidad de las utilidades, de modo que las empresas que la suministran tengan incentivos para ahorrar. Las entidades reguladoras hacen previsiones sobre la demanda y autorizan a estas empresas a cobrar un precio que les permita recuperar sus costos y obtener un rendimiento fijo sobre la base de esas previsiones. Si la demanda es menor a la esperada, las entidades reguladoras dejan que los precios suban de modo que las empresas puedan obtener el beneficio establecido; si es mayor, las entidades reguladoras recortan los precios para devolver el excedente a los consumidores (recuadro 4.10).

**Reforma institucional.** Es esencial contar con un promotor institucional, por ejemplo, un organismo exclusivamente dedicado a la eficiencia energética, para coordinar la acción de las múltiples partes interesadas y fomentar y gestionar los programas de eficiencia energética. Más de 50 países, tanto desarrollados como en desarrollo, tienen ya un organismo nacional de eficiencia energética. Puede tratarse de una entidad gubernamental centrada en la energía limpia o la eficiencia energética (el caso más común), como el Departamento de Desarrollo de Energías Alternativas y Eficiencia de Tailandia, o de una corporación o autoridad

Cuadro 4.5 Medidas relativas a la eficiencia energética, las energías renovables y el transporte

Esfera	Medidas de eficiencia energética y gestión de la demanda	Medidas relativas a energías renovables	Obstáculos abordados
Toda la economía	Eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles Impuesto (a los combustibles o al carbono) Límites cuantitativos (fijación de límites y comercio de emisiones)		Externalidades ambientales no incluidas en el precio Distorsiones regresivas o impulsoras de la demanda generadas por los subsidios a los combustibles fósiles
Normas	Metas de eficiencia energética rigen para toda la economía Obligaciones relativas a la eficiencia energética Normas sobre electrodomésticos Códigos de construcción Metas de desempeño energético en las industrias Normas de ahorro de combustible	Compra obligatoria, acceso abierto y equitativo a la red Normas sobre la cartera de energías renovables Normas sobre bajos niveles de carbono para los combustibles Normas sobre las tecnologías Regulaciones sobre la interconexión	Falta de un marco jurídico para los productores independientes de electricidad a partir de fuentes renovables Falta de acceso a las líneas de transmisión para las energías renovables Falta de incentivos para ahorrar o incentivos inadecuados Mentalidad centrada en la oferta Falta de claridad en los requisitos para la interconexión
Incentivos financieros	Créditos fiscales Subsidios de capital Desacoplamiento de las utilidades y las ventas Descuentos a los consumidores Tarifas por tiempo de uso Impuestos a los combustibles Cargos por congestión Impuestos basados en el tamaño del motor Exacciones impositivas o seguros sobre los kilómetros recorridos en el vehículo Impuestos a camiones ligeros y vehículos utilitarios deportivos	Tarifas preferenciales, medición neta Certificados ecológicos Precios en tiempo real Créditos fiscales Subsidios de capital	Elevados costos de capital Reglas de fijación de precios desfavorables Falta de incentivos para que las empresas de servicios públicos y los consumidores ahorren
Mecanismos institucionales	Empresa de servicio público Organismos específicos dedicados a la eficiencia energética Empresa o autoridad independiente Empresas de servicios energéticos (ESCO)	Empresa de servicio público Productores independientes de electricidad	Exceso de participantes descentralizados
Mecanismos de financiamiento	Préstamos y garantías parciales de préstamos ESCO Eficiencia energética en la empresa de servicio público, programa de gestión de la demanda del servicio, incluido un fondo de beneficios del sistema	Fondo de beneficios del sistema Gestión de riesgos y financiamiento de largo plazo Préstamos en condiciones concesionarias	Elevado costo del capital e incongruencias con préstamos de corto plazo Falta de garantía de las ESCO y montos pequeños de las operaciones Percepción de riesgos elevados Elevados costos de transacción Falta de experiencia y conocimientos
Promoción y educación	Etiquetas Instalación de medidores Educación del consumidor	Educación acerca de los beneficios de las energías renovables	Falta de información y conciencia Pérdida de comodidades

Fuente: equipo a cargo de la elaboración del IDM.

independiente, como la Corporación de Gestión Energética de Corea. Para obtener resultados satisfactorios, debe contar con los recursos adecuados y con la capacidad para lograr la participación de múltiples interesados, tener independencia en las decisiones y realizar un seguimiento creíble de los resultados<sup>79</sup>.

Las empresas de servicios energéticos (ESCO) ofrecen servicios de eficiencia energética como auditorías energéticas, recomiendan

medidas de ahorro y brindan financiamiento a sus clientes; asimismo, actúan como coordinadoras de proyectos. La mayor parte de las ESCO han tenido dificultades a la hora de conseguir financiamiento adecuado en bancos comerciales, debido a sus balances poco sólidos y a la percepción de que los riesgos son mayores cuando los préstamos dependen de ingresos derivados del ahorro energético. Las políticas, el financiamiento y el apoyo técnico de los gobiernos

**RECUADRO 4.10** *Los programas de eficiencia energética y energía renovable de California*

California, líder en eficiencia energética en Estados Unidos, ha logrado que el consumo per cápita de electricidad se mantuviera estable durante los últimos 30 años, considerablemente por debajo del promedio nacional (gráfico, panel a). Se estima que las normas sobre electrodomésticos y los códigos de construcción, junto con los incentivos financieros para programas de gestión de la demanda de los servicios públicos, son responsables de una cuarta parte de esta diferencia (gráfico, panel b). En 1982, California desacopló las ganancias de las empresas de servicios públicos de sus ventas, y recientemente dio un paso más a través del "desacoplamiento adicional" (*decoupling plus*): las empresas ganan dinero extra si alcanzan o superan los objetivos de ahorro.

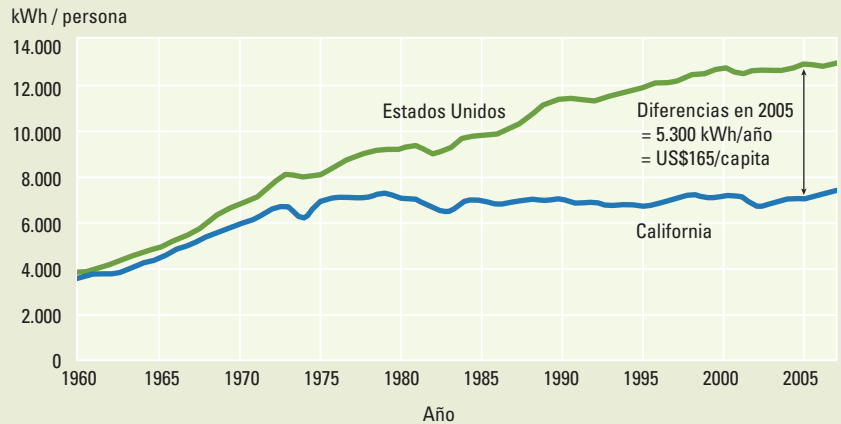
El programa de eficiencia energética de este estado tiene un presupuesto anual de US\$800 millones, que se solventa a través de los recargos tarifarios sobre la electricidad y se destina a las adquisiciones vinculadas con el suministro, la gestión de la demanda y la investigación y el desarrollo. El costo promedio del programa es de aproximadamente 3 centavos de dólar estadounidense por kilovatio-hora, mucho menos que el costo del suministro (gráfico, panel c). Para promover la energía renovable, el estado está implementando normas sobre la cartera de energía renovable con el objetivo de incrementar hasta un 20% la proporción de este tipo de energías en la generación de electricidad hacia 2010.

En junio de 2005, California se convirtió en el primer estado de Estados Unidos que emitió una orden ejecutiva sobre el cambio climático: en ella estableció el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de modo que hacia 2010 desciendan al nivel que tenían en 2000; hacia 2020, al nivel de 1990, y hacia 2050, a un 80% por debajo del nivel de 1990. Según las proyecciones, la eficiencia energética generará cerca del 50% de esta reducción.

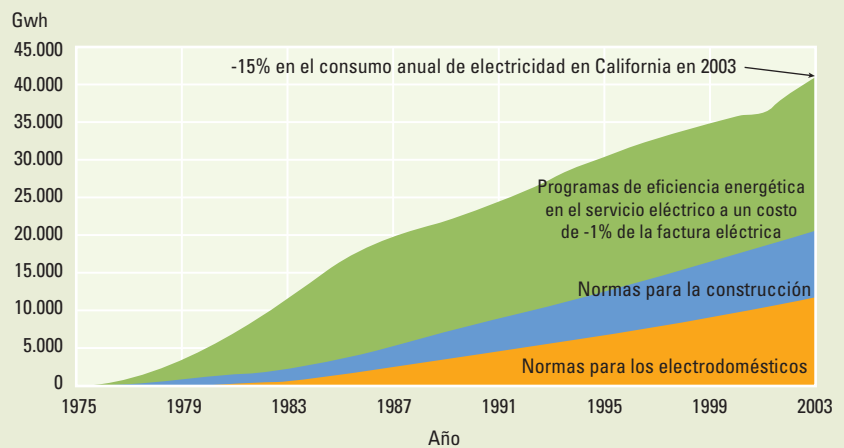
*Fuentes:* Comisión de Energía de California, 2007a; Rosenfeld, 2007; Rogers, Messenger y Bender, 2005; Sudarshan y Sweeney, de próxima publicación.

**En California, el consumo eléctrico per cápita se ha mantenido estable en los últimos 30 años, principalmente gracias a la gestión de la demanda del suministro y a las normas de eficiencia energética. El costo de la eficiencia energética es mucho menor que el del suministro de electricidad**

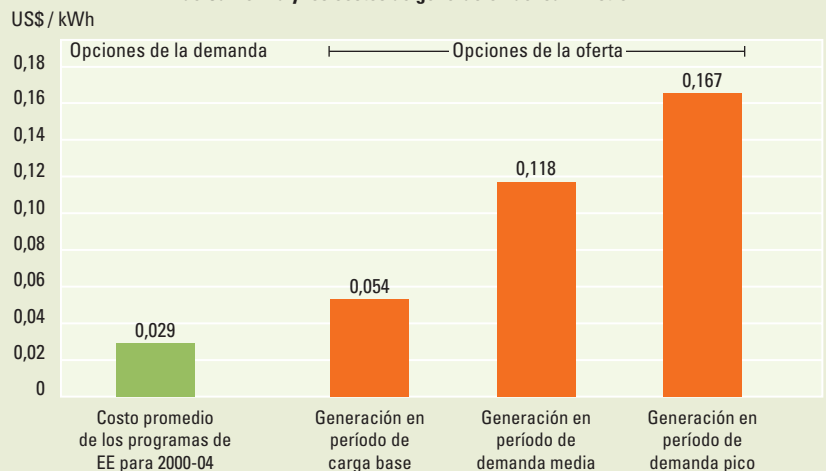
**a. Ventas de electricidad per cápita**



**b. Ahorro anual de energía derivado de las normas y programas de eficiencia energética**



**c. Comparación entre los costos del programa de eficiencia energética (EE) de California y los costos de generación del suministro**



y bancos internacionales de desarrollo pueden consolidar las ESCO y afianzar su modelo de negocios en el mercado. En China, por ejemplo, después de fortalecer su capacidad durante un decenio con el apoyo del Banco Mundial, el sector de las ESCO pasó de estar compuesto por tres empresas en 1997 a más de 400 en 2007, con contratos de desempeño energético por un monto total de US\$1.000 millones<sup>80</sup>.

**Mecanismos de financiamiento.** El desarrollo y el manejo de los servicios de eficiencia energética para inversión en este ámbito son principalmente cuestiones institucionales. La falta de capital nacional rara vez constituye un problema, pero los sistemas organizativos e institucionales inadecuados para elaborar proyectos y acceder a fondos pueden representar obstáculos al financiamiento. Los tres mecanismos principales de financiamiento para proyectos de eficiencia energética son las ESCO, los programas de gestión de la demanda de los servicios públicos, y los préstamos y los mecanismos de garantías parciales de préstamos ofrecidos dentro de la estructura de bancos comerciales, ya sea mediante entidades especializadas o fondos rotatorios<sup>81</sup>.

Los préstamos otorgados por bancos comerciales son los que presentan mejores perspectivas de lograr la sostenibilidad del programa y el máximo impacto. Las instituciones financieras internacionales han respaldado programas de garantías parciales de préstamo con el objetivo de mitigar los riesgos que representaban para los bancos comerciales los proyectos de eficiencia energética; de este modo, se ha incrementado la confianza de los bancos para lanzarse al financiamiento de este tipo de proyectos (recuadro 4.11). Los fondos rotatorios específicos conforman otro enfoque

frecuente, en especial en países donde la inversión en eficiencia energética se encuentra en las etapas iniciales y los bancos no están preparados para brindar financiamiento<sup>82</sup>. Este enfoque es de transición, y su sostenibilidad presenta dificultades considerables.

La gestión de la demanda del servicio eléctrico por lo general se solventa mediante un fondo de beneficios del sistema (financiado con un recargo tarifario en los kilovatios-hora para todos los consumidores de electricidad), un mecanismo más sostenible que los presupuestos oficiales. Estos fondos, administrados por empresas de servicios o por entidades dedicadas específicamente a la eficiencia energética, cubren los costos incrementales que conlleva pasar de combustibles fósiles a fuentes de energía renovables, los descuentos a clientes, los préstamos en condiciones concesionarias, la investigación y el desarrollo, la educación del consumidor y la asistencia a los usuarios de ingreso bajo.

**Adquisiciones del sector público.** La adquisición a gran escala de productos eficientes desde el punto de vista energético puede reducir significativamente los costos, atraer grandes contratos y financiamiento bancario y bajar los costos de transacción. Tanto en Uganda como en Viet Nam, la compra al por mayor de un millón de lámparas fluorescentes compactas redujo marcadamente el costo de dichas lámparas y mejoró la calidad del producto gracias a especificaciones técnicas y garantías; una vez instaladas, permitieron reducir la demanda pico en 30 megavatios<sup>83</sup>. Las adquisiciones a través de organismos gubernamentales, que suelen figurar entre los principales consumidores de energía en una economía, pueden reducir los costos y probar el compromiso del

#### RECUADRO 4.11 *La experiencia del Grupo del Banco Mundial en el financiamiento de la eficiencia energética*

El Banco Mundial y la Corporación Financiera Internacional (CFI) han respaldado diversos proyectos de intermediación financiera en eficiencia energética, principalmente en Europa oriental y Asia oriental. La CFI utilizó por primera vez un mecanismo de garantía a través de bancos nacionales seleccionados con el Fondo de Garantía para la Eficiencia Energética de Hungría. Con una donación de US\$17 millones otorgada por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), se garantizaron préstamos para proyectos de eficiencia energética por valor

de US\$93 millones. Ninguna de las garantías ha sido reclamada, lo que ha permitido a los bancos locales familiarizarse con el financiamiento para este tipo de proyectos y ganar confianza en el sistema.

Una de las principales enseñanzas de esta experiencia es la importancia de la asistencia técnica, en particular al comienzo del proceso, a fin de generar conciencia acerca de la eficiencia energética, brindar capacitación y servicios de asesoría a los bancos para que desarrollen mecanismos financieros y fortalecer la capacidad de quienes elaboran

los proyectos. Si bien en Bulgaria el costo de transacción del fortalecimiento de la capacidad institucional que se destinó tanto a instituciones financieras como a empresas de servicios energéticos (desde la etapa de la idea inicial del proyecto hasta su cierre financiero) se ha ubicado cerca del 10% del costo total del proyecto al comienzo, se espera que este valor se reduzca más adelante hasta aproximadamente un 5-6%.

*Fuentes:* equipo a cargo de la elaboración del IDM; Taylor y otros, 2008.

gobierno con la eficiencia energética y su liderazgo en la materia. Pero también es necesario que se hayan establecido mandatos, incentivos y normas de adquisición y presupuestación<sup>84</sup>.

**Educación del consumidor.** La educación del consumidor puede promover cambios en los estilos de vida y decisiones mejor fundadas: entre los ejemplos se cuentan las etiquetas de eficiencia energética y el incremento en el uso de medidores de electricidad y calefacción, en particular los medidores inteligentes. Las campañas de concientización del consumidor son más efectivas si van acompañadas de normas e incentivos financieros. Como indica la experiencia en el campo de la salud pública, las medidas destinadas a modificar conductas deben aplicarse en muchos niveles: normativo, de entorno físico (diseño de ciudades que favorezcan a los peatones y los edificios ecológicos), sociocultural (medios de comunicación), interpersonal (contactos cara a cara) e individual (véase el capítulo 8)<sup>85</sup>.

### Difusión en gran escala de las tecnologías existentes de bajo nivel de emisión de carbono

Para 2050, la energía renovable podría representar cerca del 50% de la combinación de fuentes con las que se genera electricidad<sup>86</sup>. En vista de la baja en los costos de la energía renovable registrada en los últimos dos decenios, las energías eólica, geotérmica e hidroeléctrica ya son competitivas respecto de los combustibles fósiles, o están cerca de serlo<sup>87</sup>. La energía solar sigue siendo cara, pero se espera que sus costos bajen rápidamente a medida que se avance en la curva de aprendizaje en el curso de los próximos años (recuadro 4.12). Con el aumento de los precios de los combustibles, la diferencia de costos está desapareciendo. La biomasa, la energía geotérmica e hidroeléctrica pueden aportar la electricidad de carga de base, pero las energías solar y eólica son intermitentes.

Una proporción importante de recursos intermitentes en el sistema de red podría afectar su fiabilidad, pero esto puede solucionarse de diversos modos: mediante energía hidroeléctrica o almacenamiento por bombeo, gestión de la carga, instalaciones de almacenamiento de energía, interconexión con otros países y redes inteligentes<sup>88</sup>. Estas últimas pueden incrementar la confiabilidad de las redes eléctricas cuando se incorporan fuentes de energía renovable variable y generación distribuida. Las líneas de alto voltaje y corriente directa pueden permitir la transmisión a través de largas

distancias con pocas pérdidas en las líneas, lo que reduce el problema habitual de las fuentes de energía renovables alejadas de los centros de consumo. Asimismo, se necesitará reducir aún más los costos y mejorar el almacenamiento de energía a fin de difundir en gran escala las energías eólica y solar y los vehículos eléctricos. En consecuencia, si bien la magnitud de la energía renovable que se requiere es enorme, la transformación es posible. Por ejemplo, la energía eólica ya representa el 20% de la producción de energía eléctrica de Dinamarca (recuadro 4.13).

### Políticas sobre energía renovable: incentivos financieros y normas

La fijación de precios transparentes, competitivos y estables mediante convenios de adquisición de electricidad de largo plazo ha sido un modo sumamente eficaz de atraer inversionistas a las energías renovables; por otro lado, un marco jurídico y normativo propicio puede garantizar a los productores de electricidad independientes el acceso abierto e igualitario a la red. Hoy, en todo el mundo se aplican dos políticas fundamentales de cumplimiento obligatorio en el sector de la generación de electricidad a partir de fuentes renovables: las leyes sobre tarifas preferenciales por la introducción de energías renovables en la red eléctrica (*feed-in tariffs*), que establecen un precio fijo, y las normas sobre la cartera de energías renovables, que exigen que dichas energías representen un porcentaje determinado del total de la cartera energética (recuadro 4.14)<sup>89</sup>.

*Las leyes sobre tarifas preferenciales* obligan a las empresas de electricidad a comprar energía renovable a un precio fijo. Las regulaciones sobre este tipo de tarifas que rigen en Alemania, España, Kenia y Sudáfrica dan lugar a tasas de penetración elevadas en un período breve. Los inversores consideran sumamente atractivos estos sistemas debido a la certidumbre acerca del precio, la simpleza de los procedimientos administrativos y porque propician la creación de empresas manufactureras locales. Por lo general, para establecer los precios de las tarifas preferenciales se utilizan tres métodos: costos evitados de la generación de electricidad convencional, costos de la energía renovable más una ganancia razonable y promedio de precios minoristas (los medidores netos permiten a los consumidores vender a la red el exceso de electricidad generada en sus hogares o sus empresas –usualmente a través de paneles solares fotovoltaicos– a precios de mercado minorista). El riesgo principal radica en establecer precios demasiado elevados o

#### RECUADRO 4.12 *Las dificultades para comparar los costos de las tecnologías energéticas: una cuestión de supuestos*

La comparación entre los costos de distintas tecnologías energéticas es problemática. Un enfoque que se utiliza frecuentemente para comparar las tecnologías de generación de electricidad se basa en el valor de los costos por kilovatio-hora (kWh). Con frecuencia se emplea un método de costos nivelados para comparar los costos económicos de todo el ciclo de vida de las alternativas energéticas que brindan los mismos servicios energéticos. En primer lugar, se calculan los costos utilizando un método simple de factor de recuperación de capital<sup>a</sup>. Este método divide el costo de capital en una serie de pagos iguales (costo de capital anualizado) a lo largo de la vida útil del equipamiento en cuestión. Luego, estos costos anualizados de capital se suman a los costos anuales de operación y mantenimiento (O y M) y de combustible, y se obtienen los costos nivelados. Por tanto, los costos de capital, los costos de O y M, los costos del combustible, la tasa de descuento y un factor de capacidad son elementos clave que determinan los costos nivelados.

En realidad, los costos son específicos de cada momento y lugar. Los de la energía renovable se vinculan estrechamente con la disponibilidad local de recursos y emplazamientos. En el caso de la energía eólica, por ejemplo, varían considerablemente según los recursos eólicos del sitio de que se trate. El precio de la mano de obra y el tiempo de construcción también son factores cruciales, en particular en el caso de las centrales nucleares y de combustibles fósiles. Las centrales eléctricas chinas alimentadas a carbón, por ejemplo, cuestan entre un tercio y la mitad de los precios internacionales para plantas similares. El tiempo prolongado que lleva construir centrales nucleares contribuye a que los costos en Estados Unidos sean elevados.

En segundo lugar, en una evaluación integrada comparativa sensata de distintas tecnologías energéticas, se comparan todos los atributos económicos a lo largo del ciclo del combustible primario para una unidad de beneficios energéticos. Al comparar los costos de la energía renovable con los de los combustibles fósiles y la energía nuclear, se debería tener en cuenta la diferencia entre los servicios que prestan (carga de base o energía intermitente). Por un lado, la energía solar y la eólica generan un volumen variable de productos, aunque esto puede mejorarse de diversos modos, en general con un costo adicional. Por otro lado, usualmente la concesión de licencias y la construcción de instalaciones de energía solar y eólica demora mucho menos que la de las grandes plantas nucleares o de combustibles fósiles.

Tercero, al comparar los costos de los combustibles fósiles y los de la energía limpia, se deberían incluir los factores externos como los costos ambientales y los valores de diversificación de la cartera. La fijación de precios marcará una gran diferencia pues provocará el aumento de los costos de los combustibles fósiles. La volatilidad de los precios de los combustibles fósiles genera externalidades negativas adicionales. Un aumento de 20% en el precio de los combustibles incrementa los costos de generación de electricidad en un 16% en el caso del gas y en un 6% en el del carbón, mientras que prácticamente no modifica los de las energías renovables. La incorporación de fuentes de energía renovable aporta el valor de la diversificación de la cartera, puesto que protege contra la volatilidad de los precios y la oferta de combustibles fósiles. Al incluir este valor de diversificación de la cartera en la evaluación de las energías renovables, se incrementa su atractivo<sup>b</sup>.

Cuando se analizan las nuevas tecnologías, también debería tomarse en cuenta el potencial para reducir costos. El análisis dinámico de los costos futuros de nuevas tecnologías depende de las suposiciones que se formulen respecto del índice de aprendizaje: la reducción de costos asociada con una duplicación de la capacidad. El costo de la energía eólica ha caído casi un 80% en los últimos 20 años. Los avances tecnológicos importantes y las economías de escala pueden dar lugar a una reducción de costos más veloz, un fenómeno que algunos expertos esperan conduzca a marcadas reducciones en el precio de las células solares en el corto plazo<sup>c</sup>.

En el análisis financiero, las diferencias en los contextos institucionales (financiamiento público o privado) y las políticas gubernamentales (impuestos y normas) suelen ser los factores determinantes. Las disparidades entre los costos de financiamiento son particularmente importantes para las tecnologías con alto coeficiente de capital, como la eólica, la solar y la nuclear. Un estudio realizado en California muestra que el costo de una planta de energía eólica varía mucho más que el de una de gas de ciclo combinado, puesto que las condiciones de financiamiento son distintas según se trate de empresas de servicios públicos de propiedad privada ("comerciantes"), de propiedad de los inversionistas o estatales<sup>d</sup>.

##### Fuentes:

- El factor de recuperación de capital  $= [i(1+i)^n]/[(1+i)^n - 1]$ , donde  $i$  es la tasa de descuento y  $n$  es la duración o el período de recuperación de capital de los sistemas.
- Foro Económico Mundial (FEM), 2009.
- Deutsche Bank Advisors, 2008 (reducciones proyectadas en el costo de los sistemas fotovoltaicos).
- Comisión de Energía de California, 2007b.

demasiado bajos, por lo que es necesario revisar periódicamente las tarifas preferenciales.

*Las normas sobre la cartera de energías renovables* exigen que una proporción determinada del suministro eléctrico o de la capacidad instalada de las empresas de servicio público de una determinada región provenga de fuentes renovables. Esto ocurre en numerosos estados de Estados Unidos y la India y en el Reino Unido. Este objetivo puede cumplirse ya sea mediante energía generada por la propia empresa de electricidad, o a través de la compra a otros productores, la venta directa de terceros a los clientes de la empresa en cuestión

o la compra de certificados de energía renovable. Pero a menos que se hayan establecido metas tecnológicas o mecanismos de licitación por separado, las normas sobre la cartera de energías renovables no ofrecen certidumbre respecto de los precios y tienden a favorecer a los actores ya establecidos en el sector y a las tecnologías de menor costo<sup>90</sup>. Asimismo, su diseño y administración son más complejos que los de las leyes sobre tarifas preferenciales.

Un enfoque alternativo para alcanzar los objetivos de energía renovable es la licitación abierta: los productores de electricidad presentan ofertas para suministrar una cantidad fija

### RECUADRO 4.13 *Dinamarca mantiene el crecimiento económico a la vez que reduce sus emisiones*

Entre 1990 y 2006, el PIB de Dinamarca creció aproximadamente un 2,3% anual, más que el promedio europeo de 2%. Por otro lado, el país redujo sus emisiones de carbono en un 5%.

Mediante las políticas adecuadas, se desacopló el crecimiento de las emisiones. A comienzos de la década de 1990, Dinamarca, junto con otros países escandinavos, comenzó a aplicar el primer impuesto al carbono en los combustibles fósiles. Al mismo tiempo, adoptó una serie de políticas para promover el uso de energía sostenible. En la actualidad, cerca del 25% de la electricidad generada en el país y el 15% de su consumo de energía primaria provienen de fuentes renovables, principalmente eólica y de biomasa, y se ha fijado el objetivo de elevar el uso de estas energías hasta al menos un

30% para 2025. Su pertenencia al sistema eléctrico interconectado de los países nórdicos (Nord Pool), con más del 50% de energía hidroeléctrica, le brinda la flexibilidad adicional de exportar el superávit de energía eólica e importar energía hidroeléctrica de Noruega durante los períodos de vientos escasos. Vestas, la principal empresa de energía eólica de Dinamarca, cuenta con 15.000 empleados y representa la cuarta parte del mercado mundial de turbinas eólicas. En 15 años, las exportaciones de tecnologías renovables del país han trepado a los US\$10.500 millones.

Además de la baja intensidad de carbono en su energía, Dinamarca tiene la intensidad de utilización de energía más baja de Europa, resultado de la aplicación de estrictos códigos de construcción y de

fabricación de electrodomésticos y de los acuerdos voluntarios sobre ahorro de energía en las empresas. Las redes distritales de calefacción que utilizan sistemas combinados de calor y electricidad proveen el 60% de la calefacción del país en invierno, y más del 80% de ese volumen proviene del calor resultante de la producción de electricidad que antes se desperdiciaba.

*Fuentes:* equipo a cargo de la elaboración del IDM, sobre la base de Instituto de Recursos Mundiales (IRM), 2008; reseña sobre la combinación de fuentes de energía de Dinamarca, [http://ec.europa.eu/energy/energy\\_policy/doc/factsheets/mix/mix\\_dk\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/factsheets/mix/mix_dk_en.pdf) (consultado el 27 de agosto de 2009).

### RECUADRO 4.14 *Leyes sobre tarifas preferenciales para la introducción de energías renovables, créditos tributarios y normas sobre la cartera de energías renovables en Alemania, China y Estados Unidos*

Los países en desarrollo representan el 40% de la capacidad mundial de energía renovable. Hacia 2007, 60 países, 23 de ellos en desarrollo, habían establecido políticas sobre energía renovable<sup>a</sup>. Los tres países con mayor capacidad instalada para la producción de energía renovable nueva son Alemania, China y Estados Unidos.

#### **La ley de tarifas preferenciales en Alemania**

A comienzos de la década de 1990, Alemania prácticamente no tenía industria de energía renovable. En la actualidad, se ha convertido en líder mundial en la materia, con una industria de miles de millones de dólares y 250.000 nuevos puestos de trabajo<sup>b</sup>. El gobierno aprobó la ley sobre tarifas preferenciales en 1990, en la que se exige a las empresas de suministro eléctrico comprar la electricidad generada a partir de todas las tecnologías renovables a un precio fijo. En 2000, la ley sobre energía renovable estableció tarifas preferenciales para diversas tecnologías de este tipo que regirán durante 20 años, sobre la base de sus costos y su capacidad de generación. Para promover la reducción de costos y la innovación, los precios irán disminuyendo con el tiempo según una fórmula predeterminada. Con esta ley también se distribuyeron los costos incrementales de la energía eólica respecto de la electricidad convencional entre todos los clientes del servicio del país<sup>c</sup>.

#### **La ley de energía renovable y la concesión de energía eólica en China**

China fue uno de los primeros países en desarrollo que aprobó una ley sobre energía renovable, y en la actualidad cuenta con la mayor capacidad de energía renovable del mundo, que representa el 8% de su producción de energía y el 17% de la de electricidad<sup>d</sup>. La ley estableció tarifas preferenciales para la electricidad generada con biomasa, mientras que las tarifas de la energía eólica se fijan mediante un proceso de concesión. El gobierno comenzó a otorgar concesiones para la producción de energía eólica en 2003, con el objetivo de ampliar la capacidad en esa área y bajar los costos. Las ofertas ganadoras de las rondas iniciales se ubicaron por debajo de los costos promedio y desalentaron tanto a los productores de energía eólica como a las empresas manufactureras locales. Pero las mejoras en el sistema de concesiones y las tarifas preferenciales a nivel provincial situaron a China en el segundo lugar en lo que respecta a nueva capacidad eólica instalada en 2008. Es probable que la meta del gobierno de producir 30 gigavatios con energía eólica para 2020 se alcance antes de tiempo. La industria manufacturera local vinculada con esta energía se vio impulsada por la exigencia del gobierno de que el 70% de su contenido fuera local, así como por nuevos modelos de transferencia tecnológica

dirigidos a contratar y adquirir institutos de diseño internacionales.

#### **Los créditos fiscales federales a la producción y las normas estatales sobre la cartera de energías renovables en Estados Unidos**

Mediante un crédito fiscal federal para la producción de electricidad a partir de energías renovables, se ha propiciado un importante incremento en la capacidad, pero la incertidumbre respecto de su continuidad de año a año ha ocasionado ciclos de auge y caída en el desarrollo de la energía eólica en Estados Unidos. Por otro lado, ya son 25 los estados que han establecido normas sobre la cartera de energías renovables. Como resultado, en 2007 la energía eólica representaba el 35% de la capacidad de generación nueva, y Estados Unidos es actualmente el país con la mayor capacidad eólica instalada del mundo<sup>e</sup>.

*Fuentes:*

a. Red de Políticas de Energía Renovable para el siglo XXI (REN 21), 2008.

b. Ministerio Federal de Medio Ambiente, 2008.

c. Beck y Martinot, 2004.

d. REN 21, 2008.

e. Wiser y Bolinger, 2008.

de electricidad derivada de fuentes renovables y el contrato se adjudica a quien haya ofertado el precio más bajo. Este sistema se aplica en China e Irlanda. Las licitaciones son eficaces para reducir costos, pero entrañan un riesgo importante: algunos licitantes presentan ofertas muy bajas y las obligaciones no siempre se traducen en proyectos concretos.

Existen diversos incentivos financieros para alentar las inversiones en energía renovable: reducción de los costos del capital inicial mediante subsidios, reducción de los costos de capital y funcionamiento mediante créditos fiscales a la inversión o la producción, mejora de los flujos de ingresos mediante créditos de carbono, y apoyo financiero a través de garantías y préstamos en condiciones concesionarias. En el caso de la energía renovable con conexión a la red, en general son preferibles los incentivos basados en los productos antes que los basados en inversiones<sup>91</sup>. Los incentivos a la inversión por kilovatio de capacidad instalada no necesariamente propician que se genere electricidad o se mantenga el nivel de desempeño de las centrales. Por el contrario, los incentivos a la producción por kilovatio-hora de electricidad producida conducen al resultado deseado: la generación de electricidad a partir de energías renovables. Los costos incrementales de la energía renovable respecto de los combustibles fósiles pueden transferirse a los consumidores o financiarse a través de un cargo por beneficios del sistema, un impuesto al carbono en los combustibles fósiles o un fondo específico solventado con recursos de los presupuestos de los gobiernos o de los donantes.

### *Energía nuclear y gas natural*

La energía nuclear es una opción importante para mitigar el cambio climático, pero está limitada por cuatro problemas: costos más elevados que las centrales eléctricas alimentadas a carbón<sup>92</sup>, riesgo de proliferación de armas nucleares, falta de certezas respecto de la gestión de los desechos y preocupaciones del público sobre la seguridad de los reactores. Las salvaguardias internacionales vigentes en la actualidad resultan inapropiadas para hacer frente a los desafíos en materia de seguridad que implica un mayor despliegue de energía nuclear<sup>93</sup>. Sin embargo, el diseño de los reactores nucleares de la próxima generación presenta elementos de seguridad mejorados y una economía más eficiente que los reactores que están actualmente en funcionamiento.

La energía nuclear exige grandes capitales y personal altamente calificado; por otro lado, se

requiere un tiempo prolongado antes de que la planta entre en operación. Todo esto limita su potencial de reducir las emisiones de carbono en el corto plazo. El proceso de planificar, conceder la licencia y construir una central nuclear lleva por lo general una década, incluso más. Y debido a la escasez de pedidos de los últimos decenios, la capacidad mundial para fabricar muchos de los componentes esenciales de las centrales nucleares es limitada. Reconstruir esa capacidad llevará al menos una década<sup>94</sup>.

El gas natural es el combustible fósil de menor intensidad de carbono que se emplea en la generación de electricidad y en usos residenciales e industriales. Hay un enorme potencial para reducir las emisiones de carbono en el corto plazo mediante la sustitución del carbón por gas natural. En algunas de las hipótesis que prevén un calentamiento de 2°C se proyecta que la proporción de gas natural en la combinación de fuentes de energía primaria se incrementará del 21% actual a entre 27 y 37% para 2050<sup>95</sup>. Pero el costo de la electricidad producida a partir de gas natural depende de los precios del gas, que en los últimos años se han mostrado sumamente volátiles. Por otro lado, al igual que el petróleo, más del 70% de las reservas de gas del mundo están situadas en Medio Oriente y Eurasia. La seguridad del suministro de gas es un motivo de preocupación para los países importadores de ese producto. En consecuencia, las inquietudes sobre la seguridad del suministro y la diversificación energética podrían limitar la participación del gas natural en la combinación general de fuentes de energía a un porcentaje menor al consignado en algunos modelos de clima y energía<sup>96</sup>.

### **Acelerar la innovación y el desarrollo de tecnologías avanzadas**

Para acelerar la innovación y el desarrollo de tecnologías avanzadas, es necesario contar con precios adecuados para el carbono, grandes cantidades de inversión en investigación, desarrollo y demostración, y una cooperación internacional sin precedentes (véase el capítulo 7). Si se pretende reducir significativamente el costo de las tecnologías avanzadas, es esencial acoplar el empuje tecnológico (mediante el incremento de la investigación y el desarrollo, por ejemplo) con la fuerza de atracción que ejerce la demanda (para incrementar las economías de escala) (gráfico 4.12).

El desarrollo de tecnologías de generación de electricidad en gran escala exige políticas y enfoques distintos de los que se aplican a las tecnologías de menor envergadura. Es

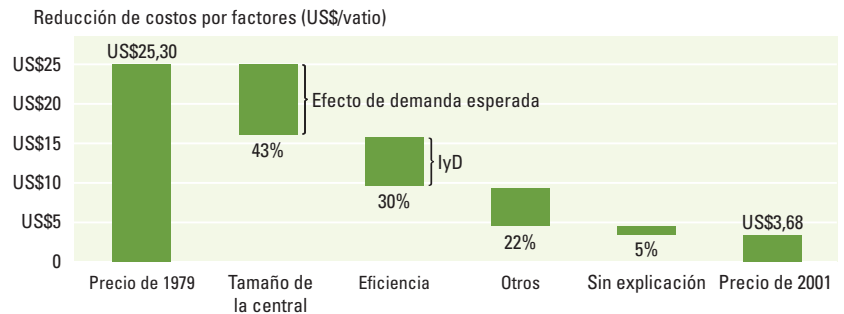


probable que se requiera un Proyecto Manhattan de alcance internacional para desarrollar tecnologías del primer tipo (como la captura y el almacenamiento del carbono proveniente de centrales eléctricas) en una escala lo suficientemente grande como para provocar una reducción de costos significativa a medida que se avanza en la curva de aprendizaje. Los productores –ya sean empresas de servicios o productores independientes de electricidad– por lo general cuentan con los recursos y la capacidad suficientes. Pero se necesitan precios adecuados para el carbono y subsidios a la inversión para superar la barrera que representa el elevado costo del capital. Por el contrario, las tecnologías de energía limpia descentralizadas y de escala más pequeña necesitan que “florezcan mil flores” a fin de satisfacer las necesidades de numerosos actores locales pequeños, con capital inicial o de riesgo y, en los países en desarrollo, servicios de asesoría para el crecimiento empresarial.

Para lograr una trayectoria de 2°C, es necesario que los países en desarrollo encaren un camino tecnológico diferente. Según las proyecciones, el crecimiento energético y de las emisiones provendrá principalmente de estos países, pero son las naciones desarrolladas las que atraen muchas más inversiones en tecnologías de energía limpia. Tradicionalmente, las tecnologías nuevas se producen primero en las economías desarrolladas, y a esto sigue su difusión comercial en los países en desarrollo: tal ha sido el caso de la energía eólica<sup>97</sup>. Pero para que las emisiones lleguen a su pico máximo en 10 años de modo de adoptar una trayectoria que lleve a un calentamiento de 2°C, tanto los países en desarrollo como los desarrollados deberán efectuar demostraciones de gran escala de tecnologías avanzadas, ya mismo y en paralelo. Afortunadamente, este esquema ya está surgiendo con el rápido advenimiento de la investigación y el desarrollo en Brasil, China, India y algunos otros países líderes en tecnología del mundo en desarrollo. Los productores de células solares, lámparas eficientes y etanol con costos más bajos se ubican todos en países en desarrollo.

Uno de los principales obstáculos que enfrentan estas naciones es el elevado costo incremental que conlleva desarrollar tecnologías avanzadas de energía limpia y poner a prueba su aplicación. Es esencial que los países desarrollados incrementen en medida considerable su asistencia financiera y las transferencias de tecnologías de bajos niveles de emisión de carbono a los países en desarrollo

**Gráfico 4.12 La energía solar fotovoltaica se hace más barata con el transcurso del tiempo gracias a la investigación y desarrollo y al incremento esperado en la demanda que se deriva de una mayor escala en la producción**



Fuente: adaptado de Nemet, 2006.

Nota: la reducción de costos se expresa en dólares estadounidenses de 2002. Las barras muestran la porción de la reducción del costo de la energía solar fotovoltaica producida entre 1979 y 2001 que se explica por cada uno de los factores, como el tamaño de la central (determinado por la demanda prevista) y una mayor eficiencia (impulsada por la innovación que resulta de las actividades de investigación y desarrollo). La categoría “Otros” incluye reducciones del precio del silicio, uno de los principales insumos (12%), y otros factores de menor envergadura (incluida una reducción en la cantidad de silicio necesaria para obtener determinada producción de energía y menores porcentajes de productos descartados debido a errores de fabricación).

a través de mecanismos como un fondo mundial para la tecnología. Las naciones desarrolladas también deberán tomar la iniciativa y propiciar los avances tecnológicos significativos (véase el capítulo 7). El Plan Solar del Mediterráneo es un ejemplo de cooperación entre países en desarrollo y desarrollados en una iniciativa de gran escala de demostración y despliegue de energía solar concentrada (recuadro 4.15).

### Las políticas tienen que estar integradas

Los instrumentos de políticas deben estar coordinados e integrados de modo que se complementen y se minimicen los conflictos. Para reducir las emisiones en el transporte, por ejemplo, se necesita la integración de un enfoque de tres partes. Éstas son, en orden creciente de dificultad, las siguientes: transformar los vehículos (eficiencia en el uso de combustibles, híbridos enchufables y automóviles eléctricos), transformar los combustibles (etanol elaborado a base de caña de azúcar, biocombustibles de segunda generación e hidrógeno) y transformar la movilidad (planificación urbana y transporte masivo)<sup>98</sup>. A la hora de diseñar las políticas sobre biocombustibles, se deben coordinar las políticas de energía y transporte con las de agricultura, silvicultura y uso de la tierra, de manera de administrar la competencia en la demanda de agua y tierras (véase el capítulo 3). Si los cultivos destinados a producir energía restan superficie a la agricultura en

**RECUADRO 4.15** *Energía solar concentrada en Medio Oriente y África septentrional*

El Plan Solar del Mediterráneo permitirá generar 20 gigavatios de energía solar concentrada y otros tipos de capacidad de energía renovable para 2020, con el fin de satisfacer las necesidades energéticas de los países de Medio Oriente y el África septentrional y exportar electricidad a Europa. Este ambicioso plan podría reducir los costos de la energía solar concentrada en una proporción suficiente para que resulte competitiva respecto de los combustibles fósiles. El despliegue de la energía solar concentrada en menos de un 1% de la superficie del desierto del Sahara (véase el mapa más abajo) permitiría satisfacer la totalidad de las necesidades de electricidad de Europa.

El financiamiento de esta iniciativa constituirá un enorme desafío, pero ofrece una

excelente oportunidad para conformar una alianza entre países desarrollados y en desarrollo con el objetivo de difundir más ampliamente la energía renovable para el beneficio mutuo de Europa y el África septentrional.

En primer lugar, la demanda de electricidad ecológica y las atractivas tarifas preferenciales vigentes en Europa para las energías renovables pueden mejorar significativamente la viabilidad financiera de la energía solar concentrada.

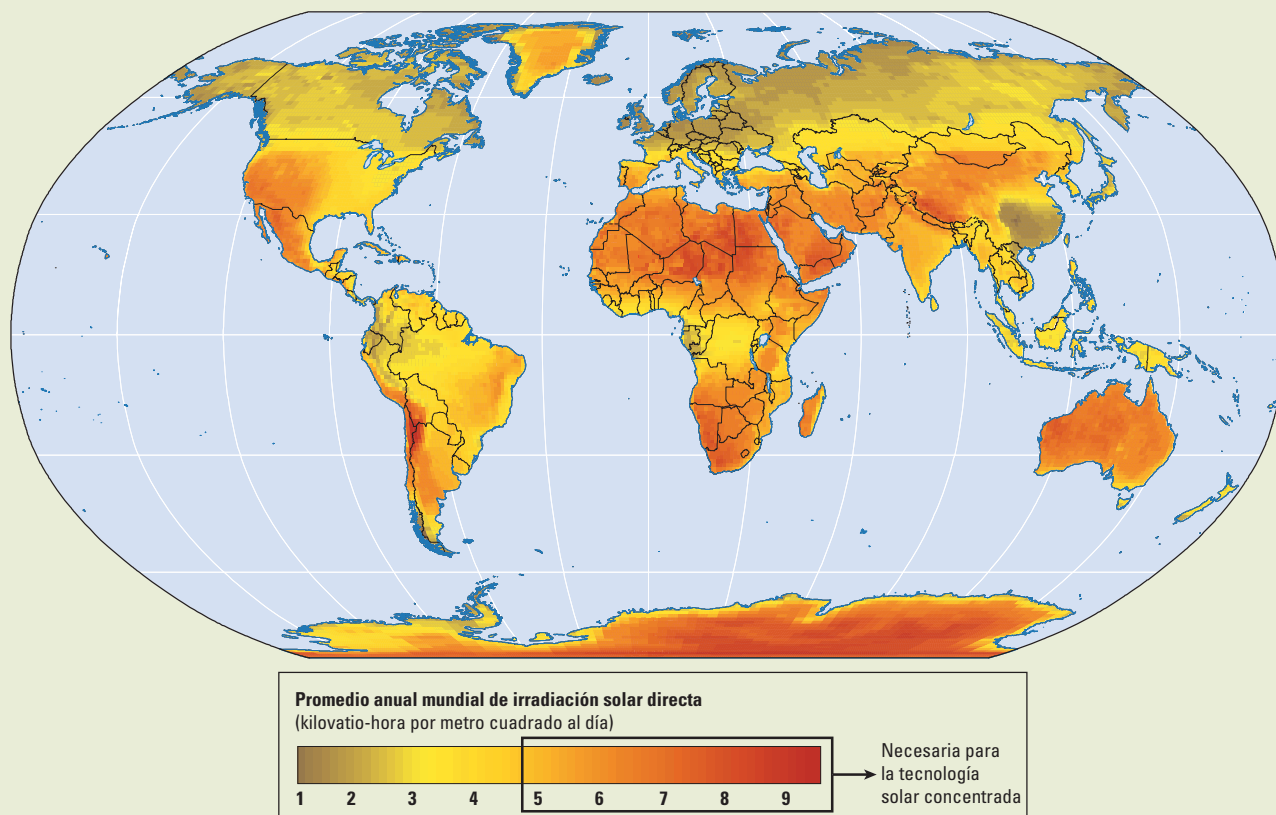
En segundo lugar, se necesitará de los fondos bilaterales y multilaterales –como el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, el Fondo para una Tecnología Limpia y el mercado del carbono– para otorgar subsidios a la inversión, brindar financiamiento

en condiciones concesionarias y mejorar los ingresos a fin de cubrir los costos incrementales de la energía solar concentrada, en especial para la parte que atienda la demanda en los mercados internos de Medio Oriente y África septentrional.

En tercer lugar, un programa exitoso también requiere que los gobiernos de la región adopten medidas de política, creen así un entorno propicio para la energía renovable y eliminen los subsidios a los combustibles fósiles.

*Fuente:* equipo a cargo de la elaboración del IDM.

**Radiación solar normal directa en el mundo (kilovatio-hora por metro cuadrado al día)**



*Fuente:* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, *Evaluación de los recursos de energía solar y eólica*, <http://swera.unep.net/index.php?id=metainfo&rowid=277&metaid=386> (consultado el 21 de julio de 2009).

los países pobres, el “remedio” de las medidas indispensables podría ser peor que la “enfermedad”, puesto que la mitigación podría aumentar la vulnerabilidad a los impactos

climáticos<sup>99</sup>. La difusión en gran escala de los híbridos enchufables y los automóviles eléctricos podría incrementar considerablemente la demanda de electricidad. Esto podría en

peligro la baja prevista en las emisiones de carbono derivadas de estas tecnologías, a menos que la red se alimentara en mayor medida de fuentes de energía con bajos niveles de emisión de carbono. Si no están diseñadas adecuadamente, las políticas que pretenden promover las energías renovables pueden desalentar la producción eficiente de calor en la generación combinada de calor y electricidad.

Las políticas, las estrategias y los mecanismos institucionales también deben ser coherentes en los diversos sectores. Las iniciativas multisectoriales son por lo general difíciles de ejecutar debido a la fragmentación de los mecanismos institucionales y la escasez de incentivos. Encontrar un promotor es esencial para avanzar en estos temas; por ejemplo, los gobiernos locales pueden ser una vía apropiada para introducir la reducción de emisiones en las ciudades, en especial en los edificios y a través de los cambios en la modalidad del transporte. También es importante que las políticas y las estrategias de los gobiernos nacionales, provinciales y locales estén alineadas (véase el capítulo 8).

En conclusión, las tecnologías de bajos niveles de emisión de carbono y las soluciones normativas pueden encaminar al mundo hacia una trayectoria de calentamiento de 2°C, pero hace falta una transformación fundamental para descarbonizar el sector energético. Para esto, es necesario adoptar medidas inmediatas, lograr la cooperación internacional y el compromiso de países desarrollados y en desarrollo. Hay una serie de políticas beneficiosas desde todo punto de vista que los gobiernos pueden poner en práctica hoy, entre las que se incluyen reformas regulatorias e institucionales, incentivos financieros y mecanismos de financiamiento que permitan expandir el despliegue de las tecnologías de bajos niveles de emisión de carbono ya existentes, en particular en las esferas de eficiencia energética y energía renovable.

Es esencial que se establezca un precio adecuado para el carbono y se incremente el desarrollo tecnológico a fin de acelerar la creación y el despliegue de tecnologías avanzadas de bajos niveles de emisión. Los países desarrollados deben tomar la iniciativa y demostrar su compromiso con un cambio significativo dentro de sus propias fronteras a la vez que brindan financiamiento y tecnologías de bajos niveles de emisión a los países en desarrollo. Éstos, por su lado, deben efectuar un cambio de paradigmas que se plasme en nuevos modelos de desarrollos con enfoques climáticos inteligentes. Los medios técnicos y económicos necesarios para hacer estos cambios transformadores ya existen, pero sólo se harán realidad con una firme voluntad política y una cooperación internacional sin precedentes.

### Notas

1. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2007.

2. Estimaciones de los autores; Socolow, 2006. Las estimaciones se basan en un consumo eléctrico mensual de 100 kilovatios-hora para un hogar pobre con un promedio de siete integrantes, lo que equivale a 170 kilovatios-hora por persona por año. La electricidad se suministra con la misma intensidad de carbono que el promedio mundial actual, es decir, 590 gramos de CO<sub>2</sub> por kilovatio-hora para 1.600 millones de personas, que suman 160 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Socolow (2006) tomó como supuesto que el suministro de 35 kilogramos de combustibles para cocinar no contaminantes (gas de petróleo licuado) para cada una de las 2.600 millones de personas generaría una emisión de 275 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. De modo que el total de 435 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> representa sólo el 2% de las emisiones mundiales de la actualidad, que alcanzan los 26.000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

3. El carbono negro, que se forma a partir de la combustión incompleta de combustibles fósiles, contribuye al calentamiento de la Tierra puesto que absorbe el calor de la atmósfera; además, cuando se deposita sobre la nieve o el hielo, reduce su reflectividad y acelera el derretimiento. A diferencia del CO<sub>2</sub>, el carbono negro permanece en la atmósfera sólo

*“Si no se hace nada, perderemos nuestro amado planeta. Es nuestra responsabilidad colectiva encontrar con rapidez soluciones que no sean egoístas, antes de que sea demasiado tarde para remediar el daño que se causa cada día”.*

—Maria Kassabian, Nigeria, 10 años



unos días o unas semanas, de modo que si se reducen estas emisiones, se logrará un impacto de mitigación casi inmediato. Asimismo, esta sustancia es uno de los principales agentes de contaminación del aire y una de las principales causas de enfermedades y muertes prematuras en muchos países en desarrollo.

4. Grupo de Expertos Científicos sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (SEG), 2007.

5. Wilbanks y otros, 2008.

6. McKinsey & Company, 2009b.

7. Ebinger y otros, 2008.

8. El significado y la importancia de la seguridad energética varía de un país a otro, en función de sus ingresos, su consumo de energía, sus recursos energéticos y sus socios comerciales. Para muchos países, la dependencia del petróleo y el gas natural importado constituye una fuente de vulnerabilidad económica y puede dar lugar a tensiones internacionales. Las naciones más pobres (con un ingreso per cápita de US\$300 o menos) son particularmente vulnerables a las fluctuaciones de los precios de los combustibles: cada incremento de US\$10 en el precio del barril de petróleo se asocia con una disminución promedio de su PIB de 1,5% (Banco Mundial, 2009a).

9. Un aumento de 20% en el precio de los combustibles incrementa los costos de generación de electricidad en un 16% en el caso del gas y en un 6% si se trata del carbón, mientras que prácticamente no modifica los de las energías renovables. Véase Foro Económico Mundial (FEM), 2009.

10. AIE, 2008b.

11. Instituto de Recursos Mundiales (IRM), 2008; véase también la presentación sobre emisiones históricas en el “Panorama general”.

12. AIE, 2008c.

13. IPCC, 2007.

14. Naciones Unidas, 2007.

15. AIE, 2008b.

16. Chamon, Mauro y Okawa, 2008.

17. Schipper, 2007.

18. Lam y Tam, 2002; censo de 2000 de Estados Unidos, [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_U.S.\\_cities\\_with\\_most\\_households\\_without\\_a\\_car](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_U.S._cities_with_most_households_without_a_car) (consultado en mayo de 2009).

19. Kenworthy, 2003.

20. Los sistemas de calefacción distrital distribuyen en edificios residenciales y comerciales la calefacción provista en un sitio centralizado por plantas eficientes de cogeneración o calderas de gran escala.

21. Se pueden lograr emisiones negativas mediante el secuestro del carbono en ecosistemas terrestres (por ejemplo, plantando más bosques). También podría lograrse aplicando la captura y el almacenamiento del carbono a la energía producida a partir de biomasa.

22. Una concentración de gases de efecto invernadero de 450 ppm se traduce en una probabilidad del 40-50% de que las temperaturas no aumenten más de 2°C respecto de los niveles preindustriales. Schaeffer y otros, 2008; Hare y Meinshausen, 2006.

23. Tans, 2009.

24. Rao y otros, 2008.

25. Weyant y otros, 2009; Knopf y otros, de próxima publicación; Rao y otros, 2008; Calvin y otros, de próxima publicación.

26. La biomasa obtenida de las plantas puede ser un combustible neutral en lo que respecta a la emisión de carbono, puesto que las plantas absorben este gas de la atmósfera a medida que crecen y luego, cuando se las quema para utilizarlas como combustible, vuelven a liberarlo. La captura y el almacenamiento del carbono generado por biomasa podría resultar en “emisiones negativas” en gran escala, dado que se estaría capturando el carbono emitido en la combustión de biomasa.

27. Consejo Consultivo Alemán sobre los Cambios Mundiales, 2008; Wise y otros, 2009.

28. Estos cinco modelos de clima y energía (MESSAGE, MiniCAM, REMIND, IMAGE y ETP de la AIE) son los modelos más importantes a nivel mundial, elaborados en Europa y Estados Unidos, y constituyen una muestra equilibrada de enfoques descendentes y ascendentes, así como de distintos caminos de mitigación. El que se denomina MESSAGE, elaborado por el Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas (IIASA), adopta el sistema de formulación de modelos MESSAGE, que abarca el modelo MESSAGE de optimización de la ingeniería de los sistemas energéticos, el modelo MACRO de equilibrio macroeconómico descendente, el modelo DIMA de gestión de bosques y el marco para la elaboración de modelos agrícolas AEZ-BLS. En este análisis se toman en cuenta las hipótesis B2, dado que representan el punto intermedio entre la A2 (una hipótesis de elevado crecimiento demográfico) y B1 (una hipótesis “optimista” plausible para lograr bajos niveles de emisiones en ausencia de políticas climáticas energéticas), y se caracterizan por tasas de cambio de “dinámica semejante a la habitual” (Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; Rao y otros, 2008). MiniCAM, elaborado por el Pacific Northwest National Laboratory, combina un modelo tecnológicamente detallado de alcance mundial referido a energía, economía y uso de la tierra en la agricultura con una serie de modelos acoplados de ciclo de gas, clima y derretimiento de hielos (Edmonds y otros, 2008). REMIND, creado por el Instituto de Potsdam para la Investigación del Impacto Climático, es un modelo de crecimiento óptimo que combina un modelo macroeconómico descendente con un modelo energético ascendente en procura de la maximización del bienestar (Leimbach y otros, de próxima publicación). El IMAGE, creado por el Organismo de Evaluación Ambiental de los Países Bajos, es un modelo de evaluación integrada que incluye el modelo energético TIMER 2 acoplado con el FAIR SIMCaP, referido a políticas climáticas (Bouwman, Kram y Goldewijk, 2006). El quinto modelo es el de perspectivas sobre tecnología energética de la AIE, un modelo lineal de optimización de la programación basado en el modelo energético MARKAL (AIE, 2008b).

29. En los costos de mitigación se incluye el costo de inversiones de capital adicionales, costos de operación y mantenimiento, y combustibles, en relación con los valores de referencia. Rao y otros, 2008; Knopf y otros, de próxima publicación; Calvin y otros, de próxima publicación; Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009.

30. Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009; Knopf y otros, de próxima publicación; AIE, 2008c.

31. AIE, 2008b; McKinsey & Company, 2009a.
32. Knopf y otros, de próxima publicación; Calvin y otros, de próxima publicación; AIE, 2008c.
33. Rao y otros, 2008; AIE, 2008b; Mignone y otros, 2008. Esto es válido en ausencia de una tecnología aceptable y eficaz de geoingeniería (véase el análisis del tema en el capítulo 7).
34. AIE, 2008b; AIE, 2008c; Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009; Calvin y otros, de próxima publicación.
35. Raupach y otros, 2007.
36. Shalizi y Lecocq, 2009.
37. Philibert, 2007.
38. McKinsey & Company, 2009b.
39. Banco Mundial, 2001.
40. AIE, 2008b; Calvin y otros, de próxima publicación; Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009.
41. AIE, 2008b; Calvin y otros, de próxima publicación; Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009. El volumen de la reducción de emisiones necesaria depende fundamentalmente de los valores tomados como referencia, que varían en gran medida de un modelo a otro.
42. AIE, 2008b; Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009; Consejo Interacadémico, 2007. Cabe señalar que la reducción de las emisiones de metano y las provocadas por el cambio del uso de la tierra son también medidas esenciales que deben adoptarse en sectores no energéticos (véase el capítulo 3) para lograr una trayectoria de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, en particular para ganar tiempo en el corto plazo hasta que se desarrollen nuevas tecnologías.
43. Knopf y otros, de próxima publicación; Rao y otros, 2008.
44. Rao y otros, 2008; Calvin y otros, de próxima publicación; Knopf y otros, de próxima publicación.
45. Barrett, 2003; Burtraw y otros, 2005.
46. Una molécula de metano, componente principal del gas natural, tiene un potencial para generar calentamiento de la Tierra 21 veces superior al de una molécula de CO<sub>2</sub>.
47. SEG, 2007.
48. AIE, 2008b; McKinsey & Company, 2009b.
49. De la Torre y otros, 2008.
50. McKinsey & Company, 2009a.
51. Según el trabajo titulado "México: Estudio sobre la disminución de emisiones de carbono", casi la mitad del potencial total para reducir emisiones proviene de medidas que generan beneficios netos positivos (Johnson y otros, 2008).
52. Bosseboeuf y otros, 2007.
53. AIE, 2008b, Instituto de la Vigilancia Mundial, 2009.
54. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2003.
55. IPCC, 2007.
56. Brown, Southworth y Stovall, 2005; Burton y otros, 2008. En un estudio abarcador de la experiencia empírica en el que se analizaron 146 edificios "ecológicos" de 10 países, se concluyó que construir este tipo de edificios cuesta, en promedio, cerca de un 2% más que los convencionales, mientras que pueden reducir el consumo de energía en un promedio de 33% (Katts, 2008).
57. Shalizi y Lecocq, 2009.
58. Brown, Southworth y Stovall, 2005.
59. AIE, 2008b.
60. Johnson y otros, 2008.
61. Brown, Southworth y Stovall, 2005; Comité Asesor para la Promoción de la Economía y la Tecnología (ETAAC), 2008.
62. Johnson y otros, 2008.
63. Sorrell, 2008.
64. AIE, 2008c.
65. Stern, 2007. Una pequeña proporción de los subsidios se utiliza para respaldar energías limpias, como los US\$10.000 millones anuales que se destinan a fuentes renovables.
66. Banco Mundial, 2008a.
67. Sterner, 2007.
68. PNUMA, 2008.
69. Ezzati y otros, 2004.
70. Wang y Smith, 1999.
71. Un impuesto al carbono de US\$50 por tonelada de CO<sub>2</sub> se traduce en un gravamen a la electricidad generada a partir del carbón de 4,5 centavos por kilovatio-hora, o un impuesto al petróleo de 45 centavos por galón (12 centavos por litro).
72. Philibert, 2007.
73. Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, 2008.
74. Consejo Mundial de la Energía, 2008.
75. Goldstein, 2007.
76. Meyers, McMahon y McNeil, 2005.
77. Goldstein, 2007.
78. Una hipoteca de eficiencia energética permite al prestatario acceder a un préstamo hipotecario por un monto mayor al contemplar los ahorros energéticos obtenidos con medidas de eficiencia energética en el hogar.
79. Programa de Asistencia para la Gestión en el Sector de la Energía (ESMAP), 2008.
80. Banco Mundial, 2008d.
81. Taylor y otros, 2008.
82. Banco Mundial, 2008b.
83. En el marco de estos programas de compras al por mayor, cada lámpara cuesta cerca de US\$1, en lugar de entre US\$3 y US\$5, con un dólar más de costos de transacción por la distribución, la campaña de sensibilización y promoción, el seguimiento y verificación y la puesta a prueba.
84. ESMAP, 2009.
85. Armel, 2008.
86. AIE, 2008b; Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009.
87. El costo de la energía eólica, geotérmica e hidroeléctrica varía en gran medida según la disponibilidad de recursos y emplazamientos.
88. AIE, 2008a.
89. ESMAP, 2006.
90. Por ejemplo, las normas sobre la cartera de energías renovables tienden a favorecer la energía eólica y desalentar la solar.
91. Banco Mundial, 2006.
92. Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), 2003; Centro Keystone, 2007.
93. MIT, 2003.
94. Instituto de la Vigilancia Mundial, 2008; AIE, 2008b.

95. Calvin y otros, de próxima publicación; Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009.
96. Riahi, Grübler y Nakićenović, 2007; IIASA, 2009.
97. Gibbins y Chalmers, 2008.
98. Sperling y Gordon, 2008.
99. Weyant y otros, 2009.

## Referencias

- AIE (Agencia Internacional de la Energía). 2007. *Renewables for Heating and Cooling: Untapped Potential*. París: AIE y Renewable Energy Technology Development.
- . 2008a. *Empowering Variable Renewables: Options for Flexible Electricity Systems*. París: AIE.
- . 2008b. *Energy Technology Perspective 2008: Scenarios and Strategies to 2050*. París: AIE.
- . 2008c. *World Energy Outlook 2008*. París: AIE.
- Armel, K. C. 2008. "Behavior, Energy and Climate Change: A Solutions-Oriented Approach". Documento presentado en el Energy Forum, Stanford University, Palo Alto, CA.
- Banco Mundial. 2001. *China: Opportunities to Improve Energy Efficiency in Buildings*. Washington, DC: World Bank Asia Alternative Energy Programme and Energy & Mining Unit, Oficina Regional de Asia Oriental y el Pacífico.
- . 2006. *Renewable Energy Toolkit: A Resource for Renewable Energy Development*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008a. *An Evaluation of World Bank Win-Win Energy Policy Reforms*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008b. *Energy Efficiency in Eastern Europe and Central Asia*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008c. *South Asia Climate Change Strategy*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008d. *The Development of China's ESCO Industry, 2004-2007*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008e. *World Development Indicators 2008*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008f. *Informe sobre el desarrollo mundial 2009: Una nueva geografía económica*. Bogotá: Banco Mundial y Mayol Ediciones.
- . 2009a. *Energizing Climate-Friendly Development: World Bank Group Progress on Renewable Energy and Energy Efficiency in Fiscal 2008*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2009b. "World Bank Urban Strategy". Banco Mundial. Washington, DC.
- . 2009c. *World Development Indicators 2009*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Barker, T., I. Bashmakov, L. Bernstein, J. E. Bognner, 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. Martin, O. Masera, B. Metz, L. A. Meyer, G.-J. Nabuurs, A. Najam, N. Nakićenović, 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. 2007. "Technical Summary". En *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave y L. A. Meyer. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Barrett, S. 2003. *Environment and Statecraft: The Strategy of Environmental Treaty-Making*. Oxford, RU: Oxford University Press.
- Beck, F. y E. Martinot. 2004. "Renewable Energy Policies and Barriers". En *Encyclopedia of Energy*, ed. C. J. Cleveland. Amsterdam: Elsevier.
- Bosseboeuf, D., B. Lapillonne, W. Eichhammer y P. Boonekamp. 2007. *Evaluation of Energy Efficiency in the EU-15: Indicators and Policies*. París: ADEME/IEEA.
- Bouwman, A. F., T. Kram y K. K. Goldewijk. 2006. *Integrated Modelling of Global Environmental Change: An Overview of IMAGE 2.4*. Bilthoven: Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos.
- Bowen, A., S. Fankhauser, N. Stern y D. Zenghelis. 2009. *An Outline of the Case for a "Green" Stimulus*. Londres: Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment y Centre for Climate Change Economics and Policy.
- Brown, M. A., F. Southworth y T. K. Stovall. 2005. *Towards a Climate-Friendly Built Environment*. Arlington, VA: Centro Pew sobre Cambio Climático Mundial.
- Burton, R., D. Goldston, G. Crabtree, L. Glicksman, D. Goldstein, D. Greene, D. Kammen, M. Levine, M. Lubell, M. Savitz, D. Sperling, F. Schlachter, J. Scofield y J. Dawson. 2008. "How America Can Look Within to Achieve Energy Security and Reduce Global Warming". *Reviews of Modern Physics* 80 (4): S1-S109.
- 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>". Documento para discusión 05-05, Resources for the Future, Washington, DC.
- Calvin, K., J. Edmonds, B. Bond-Lamberty, L. Clarke, P. Kyle, S. Smith, A. Tomson y M. Wise. De próxima publicación. "Limiting Climate Change to 450 ppm CO<sub>2</sub> Equivalent in the 21st Century". *Energy and Economics*.
- Centro Keystone. 2007. *Nuclear Power Joint Fact-Finding*. Keystone, CO: Centro Keystone.
- Centro Pew. 2008a. "Climate Change Mitigation Measures in India". International Brief 2, Washington, DC.
- . 2008b. "Climate Change Mitigation Measures in South Africa". Centro Pew sobre Cambio Climático Mundial, International Brief 3, Arlington, VA.
- Chamon, M., P. Mauro e Y. Okawa. 2008. "Cars: Mass Car Ownership in the Emerging Market Giants". *Economic Policy* 23 (54): 243-96.

- Chikkatur, A. 2008. *Policies for Advanced Coal Technologies in India (and China)*. Cambridge, MA: Kennedy School of Government, Harvard University.
- Clarke, L., J. Edmonds, V. Krey, R. Richels, S. Rose y M. Tavoni. De próxima publicación. "International Climate Policy Architectures: Overview of the EMF 22 International Scenarios". *Energy Economics*.
- Comisión de Energía de California. 2007a. "2007 Integrated Energy Policy Report". Comisión de Energía de California, Sacramento, CA.
- . 2007b. "Comparative Costs of California Central Station Electricity Generation Technologies". Comisión de Energía de California, Sacramento, CA.
- Comisión de Planificación del Gobierno de la India. 2006. *Integrated Energy Policy: Report of the Expert Committee*. Nueva Delhi: gobierno de la India.
- Comité Interministerial Brasileño sobre Cambio Climático. 2008. *National Plan on Climate Change*. Brasilia: Gobierno de Brasil.
- Consejo Consultivo Alemán sobre los Cambios Mundiales. 2008. *World in Transition: Future Bioenergy and Sustainable Land Use*. Londres: Earthscan.
- Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible. 2008. *Power to Change: A Business Contribution to a Low Carbon Economy*. Ginebra: Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible.
- Consejo Interacadémico. 2007. *Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future*. Secretaría del Consejo Interacadémico: Países Bajos.
- Consejo Mundial de la Energía. 2008. *Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation*. Londres: Consejo Mundial de la Energía.
- Dahowski, R. T., X. Li, C. L. Davidson, N. Wei, J. J. Dooley y R. H. Gentile. 2009. "A Preliminary Cost Curve Assessment of Carbon Dioxide Capture and Storage Potential in China". *Energy Procedia* 1 (1): 2849-56.
- De la Torre, A., P. Fajnzylber y J. Nash. 2008. *Low Carbon, High Growth: Latin American Responses to Climate Change*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Deutsche Bank Advisors. 2008. *Investing in Climate Change 2009: Necessity And Opportunity in Turbulent Times*. Fráncfort: Grupo del Deutsche Bank.
- Dodman, D. 2009. "Blaming Cities for Climate Change? An Analysis of Urban Greenhouse Gas Emissions Inventories". *Environment and Urbanization* 21 (1): 185-201.
- Dooley, J. J., R. T. Dahowski, C. L. Davidson, M. A. Wise, N. Gupta, S. H. Kim y E. L. Malone. 2006. *Carbon Dioxide Capture and Geologic Storage: A Core Element of a Global Energy Technology Strategy to Address Climate Change—A Technology Report from the Second Phase of the Global Energy Technology Strategy Program (GTSP)*. College Park, MD: Battelle, Joint Global Change Research Institute.
- Ebinger, J., B. Hamso, F. Gerner, A. Lim y A. Plecas. 2008. "Europe and Central Asia Region: How Resilient Is the Energy Sector to Climate Change?". Documento de antecedentes para Fay, Block y Ebinger, 2010, Banco Mundial, Washington, DC.
- Edmonds, J., L. Clarke, J. Lurz y M. Wise. 2008. "Stabilizing CO<sub>2</sub> Concentrations with Incomplete International Cooperation". *Climate Policy* 8 (4): 355-76.
- EESI (Instituto de Estudio del Medio Ambiente y la Energía). 2008. *Jobs from Renewable Energy and Energy Efficiency*. Washington, DC: EESI.
- ESMAP (Programa de Asistencia para la Gestión en el Sector de la Energía). 2006. *Proceedings of the International Grid-Connected Renewable Energy Policy Forum*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008. *An Analytical Compendium of Institutional Frameworks for Energy Efficiency Implementation*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2009. *Public Procurement of Energy Efficiency Services*. Washington, DC: Banco Mundial.
- ETAAC (Comité Asesor para la Promoción de la Economía y la Tecnología). 2008. *Technologies and Policies to Consider for Reducing Greenhouse Gas Emissions in California*. Sacramento, CA: ETAAC.
- Ezzati, M., A. López, A. Rodgers y C. Murray, eds. 2004. *Climate Change. Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Due to Selected Major Risk Factors, vol. 2*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- FEM (Foro Económico Mundial). 2009. *Green Investing: Towards a Clean Energy Infrastructure*. Ginebra: Foro Económico Mundial.
- Gibbins, J. y H. Chalmers. 2008. "Preparing for Global Rollout: A 'Developed Country First' Demonstration Programme for Rapid CCS Deployment". *Energy Policy* 36 (2): 501-07.
- Goldstein, D. B. 2007. *Saving Energy, Growing Jobs: How Environmental Protection Promotes Economic Growth, Profitability, Innovation and Competition*. Berkeley, CA: Bay Tree Publishing.
- Gobierno de China. 2008. *China's Policies and Actions for Addressing Climate Change*. Beijing: Oficina de Información del Consejo de Estado de la República Popular de China.
- Gobierno de la India. 2008. *India National Action Plan on Climate Change*. Nueva Delhi: Prime Minister's Council on Climate Change.
- Gobierno de México. 2008. *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. Ciudad de México: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.
- Grübler, A. 2008. "Energy Transitions". *Encyclopedia of Earth*, ed. C. J. Cleveland. Washington, DC: Environmental Information Coalition, National Council for Science and Environment.

- 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.
- Holloway, S., A. Garg, M. Kapshe, A. Deshpande, A. S. Pracha, S. R. Kahn, M. A. Mahmood, T. N. Singh, K. L. Kirk y J. Gale. 2008. "An Assessment of the CO<sub>2</sub> Storage Potential of the Indian Sub-continent". *Energy Procedia* 1 (1): 2607-13.
- Hughes, J. E., C. R. Knittel y D. Sperling. 2008. "Evidence of a Shift in the Short-Run Price Elasticity of Gasoline Demand". *Energy Journal* 29 (1): 113-34.
- IIASA (Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas). 2009. "GGI Scenario Database". IIASA, Laxenburg, Austria.
- Instituto de la Vigilancia Mundial. 2008. *State of the World 2008: Innovations for a Sustainable Economy*. Nueva York: W.W. Norton & Company.
- . 2009. *State of the World 2009: Into a Warming World*. Nueva York: W.W. Norton & Company.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. "Summary for Policymakers". En *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave y L. A. Meyer. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- IRM (Instituto de Recursos Mundiales). 2008. "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT)". Washington, DC.
- Johnson, T., F. Liu, C. Alatorre y Z. Romo. 2008. "Mexico Low-Carbon Study—México: Estudio para la Disminución de Emisiones de Carbono (MEDEC)". Banco Mundial, Washington, DC.
- Kats, G. 2008. *Greening Buildings and Communities: Costs and Benefits*. Londres: Good Energies.
- Kenworthy, J. 2003. "Transport Energy Use and Greenhouse Gases in Urban Passenger Transport Systems: A Study of 84 Global Cities". Documento presentado en la tercera International Conference of the Regional Government Network for Sustainable Development, Fremantle, Australia.
- 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. Magné, S. Mima, W. Schade, S. Scriciecu, H. Turton y D. van Vuuren. De próxima publicación. "The Economics of Low Stabilisation: Implications for Technological Change and Policy". En *Making Climate Change Work for Us*, ed. M. Hulme y H. Neufeldt. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Lam, W. H. K. y M.-L. Tam. 2002. "Reliability of Territory-Wide Car Ownership Estimates in Hong Kong". *Journal of Transport Geography* 10 (1): 51-60.
- Leimbach, M., N. Bauer, L. Baumstark y O. Edenhofer. De próxima publicación. "Mitigation Costs in a Globalized World". *Environmental Modeling and Assessment*.
- Lin, J. 2007. *Energy in China: Myths, Reality and Challenges*. San Francisco, CA: Energy Foundation.
- Lin, J., N. Zhou, M. Levine y D. Fridley. 2006. *Achieving China's Target for Energy Intensity Reduction in 2010: An Exploration of Recent Trends and Possible Future Scenarios*. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratories, University of California-Berkeley.
- McKinsey & Company. 2009a. *Pathways to a Low-carbon Economy: Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*. McKinsey & Company.
- . 2009b. "Promoting Energy Efficiency in the Developing World". *McKinsey Quarterly*, febrero.
- Meyers, S., J. McMahon y M. McNeil. 2005. *Realized and Prospective Impacts of U.S. Energy Efficiency Standards for Residential Appliances: 2004 Update*. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California-Berkeley.
- 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.
- Ministerio Federal de Medio Ambiente. 2008. *Renewable Energy Sources in Figures: National and International Development*. Berlín: Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear.
- MIT (Instituto de Tecnología de Massachusetts). 2003. *The Future of Nuclear Power: An Interdisciplinary MIT Study*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Naciones Unidas. 2007. *State of the World Population 2007: Unleashing the Potential of Urban Growth*. Nueva York: Fondo de Población de las Naciones Unidas.
- Neij, L. 2007. "Cost Development of Future Technologies for Power Generation: A Study Based on Experience Curves and Complementary Bottom-Up Assessments". *Energy Policy* 36 (6): 2200-11.
- Nemet, G. 2006. "Beyond the Learning Curve: Factors Influencing Cost Reductions in Photovoltaics". *Energy Policy* 34 (17): 3218-32.
- NRC (Consejo Nacional de Investigaciones). 2008. *The National Academies Summit on America's Energy Future: Summary of a Meeting*. Washington, DC: National Academies Press.
- NRDC (Consejo para la Defensa de Recursos Naturales). 2007. *The Next Generation of Hybrid Cars: Plug-in Hybrids Can Help Reduce Global Warming and Slash Oil Dependency*. Washington, DC: NRDC.



- Philibert, C. 2007. *Technology Penetration and Capital Stock Turnover: Lessons from IEA Scenario Analysis*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y Agencia Internacional de Energía.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2003. "Energy and Cities: Sustainable Building and Construction". Documento presentado en el Governing Council Side Event del PNUMA, Osaka.
- . 2008. *Reforming Energy Subsidies: Opportunities to Contribute to the Climate Change Agenda*. Nairobi: División de Tecnología, Industria y Economía del PNUMA.
- Project Catalyst. 2009. *Towards a Global Climate Agreement: Project Catalyst*. Documento sintético para información, ClimateWorks Foundation.
- Pryor, S., R. Barthelmie y E. Kjellstrom. 2005. "Potential Climate Change Impacts on Wind Energy Resources in Northern Europe: Analyses Using a Regional Climate Model". *Climate Dynamics* 25 (7-8): 815-35.
- Rao, S., K. Riahi, E. Stehfest, D. van Vuuren, C. Cho, M. den Elzen, M. Isaac y J. van Vliet. 2008. *IMAGE and MESSAGE Scenarios Limiting GHG Concentration to Low Levels*. Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis.
- 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.
- REN 21 (Red de Políticas de Energía Renovable para el siglo XXI). 2008. *Renewables 2007 Global Status Report*. París y Washington: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century Secretariat e Instituto de la Vigilancia Mundial.
- Riahi, K., A. Grübler y N. Nakićenović. 2007. "Scenarios of Long-Term Socio-Economic and Environmental Development under Climate Stabilization". *Technological Forecasting and Social Change* 74 (7): 887-935.
- Rogers, C., M. Messenger y S. Bender. 2005. *Funding and Savings for Energy Efficiency Programs for Program Years 2000 through 2004*. Sacramento, CA: Comisión de Energía de California.
- Rokityanskiy, D., P. C. Benítez, F. Kraxner, I. McCallum, M. Obersteiner, E. Rametsteiner e Y. Yamagata. 2006. "Geographically Explicit Global Modeling of Land-Use Change, Carbon Sequestration and Biomass Supply". *Technological Forecasting and Social Change* 74 (7): 1057-82.
- Roland-Holst, D. 2008. *Energy Efficiency, Innovation and Job Creation in California*. Berkeley, CA: Center for Energy, Resources and Economic Sustainability, University of California-Berkeley.
- Rosenfeld, A. H. 2007. "California's Success in Energy Efficiency and Climate Change: Past and Future". Documento presentado en la Electricite de France, París.
- Schaefer, 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.
- Schipper, L. 2007. *Automobile Fuel, Economy and CO<sub>2</sub> Emissions in Industrialized Countries: Troubling Trends through 2005/6*. Washington, DC: EMBARQ, Centro para el Transporte Sostenible del Instituto de Recursos Mundiales.
- SEG (Grupo de Expertos Científicos sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible). 2007. *Confronting Climate Change: Avoiding the Unmanageable and Managing the Unavoidable*. Washington, DC: Sigma Xi y Fundación pro Naciones Unidas.
- Shalizi, Z. y F. Lecocq. 2009. "Economics of Targeted Mitigation Programs in Sectors with Long-lived Capital Stock". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 5063, Banco Mundial, Washington, DC.
- Socolow, R. 2006. "Stabilization Wedges: Mitigation Tools for the Next Half-Century". Documento presentado en la World Bank Energy Week, Washington, DC.
- Sorrell, S. 2008. "The Rebound Effect: Mechanisms, Evidence and Policy Implications". Documento presentado en el Electricity Policy Workshop, Toronto.
- Sperling, D. y D. Gordon. 2008. *Two Billion Cars: Driving Towards Sustainability*. Nueva York: Oxford University Press.
- Stern, N. 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Sterner, T. 2007. "Fuel Taxes: An Important Instrument for Climate Policy". *Energy Policy* 35: 3194-3202.
- Sudarshan, A. y J. Sweeney. De próxima publicación. "Deconstructing the 'Rosenfeld Curve'". *Energy Journal*.
- Tans, P. 2009. "Trends in Atmospheric Carbon Dioxide". National Oceanic and Atmospheric Administration, Boulder, CO.
- Taylor, R. P., C. Govindarajalu, J. Levin, A. S. Meyer y W. A. Ward. 2008. *Financing Energy Efficiency: Lessons from Brazil, China, India and Beyond*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Van Vuuren, D. P., E. Stehfest, M. den Elzen, J. van Vliet y M. Isaac. De próxima publicación. "Exploring Scenarios that Keep Greenhouse Gas Radiative Forcing Below 3 W/m<sup>2</sup> in 2100 in the IMAGE Model". *Energy Economics*.
- Wang, T. y J. Watson. 2009. *China's Energy Transition: Pathways for Low Carbon Development*. Falmer and Brighton, RU: Sussex Energy Group y Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Wang, X. y K. R. Smith. 1999. "Near-term Benefits of Greenhouse Gas Reduction: Health Impacts in China". *Environmental Science and Technology* 33 (18): 3056-61.

- Weber, C. L., G. P. Peters, D. Guan y K. Hubacek. 2008. "The Contribution of Chinese Exports to Climate Change". *Energy Policy* 36 (9): 3572-77.
- Weyant, J., C. Azar, M. Kainuma, J. Kejun, N. Nakićenović, P. R. Shukla, E. La Rovere y G. Yohe. 2009. *Report of 2.6 Versus 2.9 Watts/m<sup>2</sup> RCPP Evaluation Panel*. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Wilbanks, T. J., V. Bhatt, D. E. Bilello, S. R. Bull, J. Ekmann, W. C. Horak, Y. J. Huang, M. D. Levine, M. J. Sale, D. K. Schmalzer y M. J. Scott. 2008. *Effects of Climate Change on Energy Production and Use in the United States*. Washington, DC: U.S. Climate Change Science Program.
- Wise, M. A., L. Clarke, K. Calvin, A. Tomson, B. Bond-Lamberty, R. Sands, S. Smith, T. Janetos y J. Edmonds. 2009. "The 2000 Billion Ton Carbon Gorilla: Implication of Terrestrial Carbon Emissions for a LCS". Documento presentado en el Japan Low-Carbon Society Scenarios Toward 2050 Project Symposium, Tokio.
- Wiser, R. y M. Bolinger. 2008. *Annual Report on U.S. Wind Power Installation, Cost, and Performance Trends: 2007*. Washington, DC: Departamento de Energía.
- Yates, M., M. Heller y L. Yeung. 2009. *Solar Termal: Not Just Smoke and Mirrors*. Nueva York: Merrill Lynch.
- Zhang, X. 2008. *Observations on Energy Technology Research, Development and Deployment in China*. Beijing: Tsinghua University Institute of Energy, Environment and Economy.

PARTE

---

# 2



# united nations climate change conference

Nusa Dua - Bali, Indonesia, 3-14 December 2007



## Integrar el desarrollo en el régimen climático mundial

**E**n los dos últimos decenios se ha creado y ha evolucionado un régimen climático internacional que tiene como pilares principales la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kyoto (recuadro 5.1). En Kyoto se fijaron límites máximos vinculantes a nivel internacional para las emisiones de gases de efecto invernadero de los países desarrollados; se creó un mercado del carbono para impulsar la inversión privada y disminuir los costos que supone la reducción de las emisiones, y se instó a los países a formular estrategias nacionales para hacer frente al cambio climático.

Sin embargo, el régimen mundial vigente presenta limitaciones importantes. No ha conseguido moderar de manera notable las emisiones, que han aumentado un 25% desde que se negoció el acuerdo de Kyoto<sup>1</sup>. El apoyo que ha prestado a los países en desarrollo ha sido bastante escaso. Hasta la fecha, su Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) no ha dado lugar a una transformación a fondo de las estrategias generales de desarrollo de los países (véase el capítulo 6 en relación con las

ventajas e inconvenientes del MDL). El FMAM ha invertido en proyectos relacionados con el clima US\$2.700 millones<sup>2</sup>, una suma muy inferior a los montos que se necesitan. El régimen mundial todavía no ha logrado incitar a los países a que cooperen en materia de investigación y desarrollo o a que movilicen un nivel significativo de fondos para la transferencia y la aplicación de las tecnologías que se requieren para el desarrollo con bajos niveles de carbono (véase el capítulo 7). Aparte de alentar a los países pobres a preparar programas nacionales de adaptación, el apoyo concreto prestado a las medidas de adaptación ha sido escaso. Por otra parte, el Fondo de Adaptación, que ha tardado en ponerse en marcha, no alcanza a satisfacer las necesidades previstas (véase el capítulo 6).

En 2007, en el marco del Plan de Acción de Bali se entablaron negociaciones encaminadas a lograr un “documento final acordado” en la decimoquinta Conferencia de la Partes en la CMNUCC, que debía celebrarse en Copenhague en 2009. Esas negociaciones brindan una oportunidad de fortalecer el régimen climático y de abordar sus deficiencias.

### Instauración de un régimen climático: superar las tensiones entre el clima y el desarrollo<sup>3</sup>

Para hacer frente con eficacia al cambio climático no hay otro camino que la integración de las consideraciones relativas al desarrollo y al cambio climático. El problema del clima surge de la evolución paralela del crecimiento económico y las emisiones de gases de efecto invernadero. Por tanto, un régimen eficaz deberá proporcionar incentivos para replantear las trayectorias de la industrialización y romper los vínculos que se han creado entre

#### Mensajes clave

Un problema mundial de la magnitud del cambio climático exige coordinación internacional. No obstante, la implementación dependerá de medidas que se adopten en los países. Por tanto, un régimen climático internacional eficaz deberá incorporar consideraciones de desarrollo, evitando contraponer el medio ambiente y la equidad. Una forma de avanzar sería establecer un marco diferenciado para la acción sobre el clima, con objetivos o políticas distintos para los países desarrollados y los países en desarrollo; en un marco de este tipo habría que estudiar el proceso que se seguiría para definir y evaluar el éxito. El régimen climático internacional también deberá prestar apoyo a la integración de las tareas de adaptación en los programas de desarrollo.

### RECUADRO 5.1 *El régimen climático hoy*

**En la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)**, que se aprobó en 1992 y entró en vigor en 1994, se fijó el objetivo último de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impidiera interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Los países fueron divididos en tres grupos principales, que asumían diferentes tipos de compromisos:

Las partes incluidas en el Anexo I son los países industrializados que eran miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en 1992, además de los países con economías en transición (EET), como la Federación de Rusia, los Estados bálticos y varios Estados de Europa central y oriental. Estos se comprometen a adoptar políticas y medidas relacionadas con el cambio climático con el objetivo de reducir para el año 2000 sus emisiones de gases de efecto invernadero a los niveles de 1990.

Las partes incluidas en el Anexo II son los miembros de la OCDE que figuran en el Anexo I, excepto las EET. Éstos deben aportar recursos financieros que permitan a los países en desarrollo llevar a cabo actividades de reducción de las emisiones de conformidad con la CMNUCC y ayudar a esos países a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. Además, deberán tomar “todas las medidas posibles” para promover el desarrollo y la transferencia de tecnologías inocuas para el medio ambiente a las Partes que son economías en transición y países en desarrollo.

Las partes que no están incluidas en el Anexo I son principalmente países en desarrollo. Contraen obligaciones generales de formular y aplicar programas nacionales de mitigación y adaptación.

El órgano máximo encargado de la adopción de decisiones en relación con la Convención es su Conferencia de las Partes, que

celebra reuniones anuales para examinar la aplicación de la Convención, adoptar decisiones para el ulterior desarrollo de sus normas y negociar nuevos compromisos sustantivos.

El **Protocolo de Kyoto** complementa y refuerza la Convención. Aprobado en 1997, entró en vigor en febrero de 2005, y al 14 de enero de 2009 eran Partes en él 184 países.

El núcleo del Protocolo está constituido por sus objetivos jurídicamente vinculantes en materia de emisiones de las Partes incluidas en el Anexo I, para cada una de las cuales se fijan objetivos que se decidieron en Kyoto tras intensas negociaciones.

Además de los objetivos en materia de emisiones para las Partes incluidas en el Anexo I, el Protocolo de Kyoto contiene una serie de compromisos generales (correspondientes a los de la CMNUCC) aplicables a todas las Partes, como:

- Adoptar medidas para mejorar la calidad de los datos sobre las emisiones.
- Establecer programas nacionales de mitigación y adaptación.
- Promover la transferencia de tecnologías inocuas para el medio ambiente.
- Cooperar en la investigación científica y en redes internacionales de observación del clima.
- Prestar apoyo a iniciativas de educación, capacitación, sensibilización del público y fomento de la capacidad.

El Protocolo fue pionero al establecer tres mecanismos innovadores –la aplicación conjunta, el Mecanismo para un desarrollo limpio y el comercio de los derechos de emisión<sup>a</sup>– cuyo propósito era hacer que la mitigación de los efectos del cambio climático fuera más eficaz en función de sus costos ofreciendo a las Partes opciones para reducir las emisiones, o mejorar los sumideros de carbono, de manera más económica en el exterior que en el propio país.

El **Plan de Acción de Bali**, aprobado en 2007 por las Partes en la CMNUCC, puso en marcha un amplio proceso encaminado a propiciar la aplicación plena, eficaz y sostenida de la Convención mediante una acción cooperativa de largo plazo en la actualidad, hasta 2012 y más adelante, con el objeto de conseguir un documento final acordado en la decimoquinta Conferencia de las Partes en la CMNUCC, que debía celebrarse en Copenhague en diciembre de 2009.

En el Plan de Acción de Bali las negociaciones se centraron en cuatro componentes principales: la mitigación, la adaptación, la tecnología y el financiamiento. Las Partes también acordaron que en las negociaciones debía abordarse un proyecto común para la acción cooperativa a largo plazo, incluido un objetivo mundial para las reducciones de las emisiones.

*Fuente:* Reproducido de CMNUCC, 2005; decisión 1/CP.13 de la Conferencia de las Partes en la CMNUCC, <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf> (consultado el 6 de julio de 2009).

a. Las Partes que han contraído compromisos en el marco del Protocolo de Kyoto han aceptado objetivos en lo que respecta a limitar o reducir las emisiones. La aplicación conjunta permite que un país para el cual se ha fijado un objetivo ejecute proyectos que cuenten para el cumplimiento de su propio objetivo aunque se realicen en otros países que también tienen objetivos. El Mecanismo para un desarrollo limpio permite que un país que ha contraído compromisos ejecute un proyecto de reducción de las emisiones en países en desarrollo para los que no se han fijado objetivos. El comercio de los derechos de emisión permite a los países que tienen unidades de emisiones sobrantes –es decir, emisiones permitidas pero no utilizadas– vender este exceso de capacidad a países que hayan sobrepasado sus objetivos. (Adaptado de [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/mechanisms/items/1673.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php), consultado el 5 de agosto de 2009.)

el desarrollo y las emisiones de carbono. Sin embargo, por razones éticas y prácticas, este replanteamiento deberá incluir la satisfacción de las aspiraciones de desarrollo y la creación de un régimen climático equitativo.

Hasta hace muy poco no se consideraba que el cambio climático constituyera una oportunidad para replantear el desarrollo industrial. El debate sobre el clima quedaba al margen del proceso general de adopción de decisiones sobre financiamiento, inversión, tecnología y cambio institucional. En buena

medida, aunque no del todo, estos tiempos han pasado. La sensibilización sobre el cambio climático entre los dirigentes y la población ha aumentado hasta un punto en que existe ahora una disposición a integrar el cambio climático en la toma de decisiones sobre el desarrollo.

Convertir esta buena disposición en un régimen climático eficaz requiere abordar simultáneamente múltiples objetivos en que intervienen la equidad, el clima y el desarrollo social y económico. Sería ingenuo sugerir que no existen tensiones entre esos objetivos.

Efectivamente, la idea misma de que habrá que hacer concesiones puede resultar una importante barrera política para la integración del cambio climático y el desarrollo. Las diferencias entre las percepciones y los marcos conceptuales de los países de ingreso alto y los países en desarrollo pueden representar y representan efectivamente un obstáculo para un debate productivo acerca de la forma en que la acción sobre el clima puede integrarse con el desarrollo. Muchas de esas tensiones surgen entre el Norte y el Sur.

Para asegurar que el régimen climático responda a las preocupaciones del desarrollo será útil definir y abordar las perspectivas opuestas para, a continuación, intentar superarlas. En el presente capítulo se tratan cuatro puntos de tensión entre una perspectiva centrada en el clima y una centrada en el desarrollo: el medio ambiente y la equidad; la distribución de la carga y la intervención temprana entendida como una oportunidad; unas consecuencias climáticas predecibles y un proceso de desarrollo impredecible; y la condicionalidad del financiamiento y la titularidad de las iniciativas. Esos elementos de tensión son caracterizaciones esquemáticas que sirven para poner de relieve los desacuerdos y su posible solución, pese a que en la práctica las posiciones de los distintos países, tanto del Norte como del Sur, son mucho más matizadas que los extremos que aquí se describen. En la segunda parte del capítulo se exploran posibles enfoques para la integración de los países en desarrollo en la arquitectura internacional.

### *Mitigación del cambio climático: medio ambiente y equidad*

Desde sus inicios, el régimen climático ha formulado objetivos de equidad y de medio ambiente como elementos esenciales. No obstante, con el tiempo la articulación de esos objetivos ha transformado sus complementariedades en oposición, lo cual ha impedido progresar en las negociaciones sobre el clima. Cada vez más, la equidad y el medio ambiente se han interpretado como formas opuestas de abordar el problema, con los países previsiblemente alineados en esas posiciones en función de su pertenencia al Norte o al Sur.

Durante gran parte de los dos últimos decenios, el cambio climático se ha concebido principalmente como un problema ambiental. Esta perspectiva se desprende directamente de los principios científicos que la sustentan: los gases de efecto invernadero se acumulan

en la atmósfera y tienen consecuencias para el clima a causa del aumento de las emisiones antropógenas, sumadas a las limitaciones de la capacidad de los océanos y de la biosfera para absorber esos gases. Desde este punto de vista, se trata de un problema de acción colectiva mundial, y el instrumento predilecto son los compromisos negociados para obtener reducciones absolutas de las emisiones.

Este enfoque centrado en el medio ambiente generó la aparición de una perspectiva contraria, que considera que el cambio climático es esencialmente un problema de equidad. Quienes sostienen esta opinión están de acuerdo en que hay límites ambientales, pero para ellos el problema radica en que los países ricos ocupan de forma desproporcionada el espacio ecológico finito. Desde este punto de vista, la base de un régimen climático justo se hallaría en unos principios de asignación basados en la equidad, como los que tienen en cuenta las emisiones per cápita y las emisiones históricas.

De este modo, los objetivos de equidad y de medio ambiente han pasado a situarse en polos opuestos del debate. Los países de ingreso alto afirman que los países de reciente industrialización ya se han convertido en importantes generadores de emisiones y representarán en el futuro una proporción cada vez mayor de éstas, de lo que se desprende la necesidad de reducciones absolutas<sup>4</sup>. Las economías en vías de industrialización y en desarrollo consideran que un régimen basado en reducciones absolutas negociadas refrenda a perpetuidad la desigualdad por lo que respecta a las emisiones, una situación que no es viable para ellas. Las preocupaciones por la equidad se han visto exacerbadas por los datos que indican que las emisiones de muchos países de ingreso alto han aumentado en los dos últimos decenios, después de que se iniciaran las negociaciones sobre el clima. Dado que cada vez es más urgente encontrar una solución, muchos países en desarrollo, en particular los grandes que están atravesando un rápido proceso de industrialización, temen que se les imponga, en una medida cada vez mayor, la responsabilidad de mitigar las emisiones. El concepto de “principales emisores”, que incluye a estos países como generadores primordiales del problema, alimenta esta percepción.

Un régimen climático mundial eficaz y legítimo deberá encontrar una forma de superar esas formulaciones contrapuestas y de responder a ambas perspectivas. Para empezar, las negociaciones mundiales deberán abordarse con ánimo pluralista. Habida cuenta del

historial de posiciones políticas bien afianzadas y de la parte de verdad que contiene cada una de ellas, ni un planteamiento ambiental del problema del clima ni un planteamiento basado en la equidad podrán constituir en la práctica una guía absoluta para las negociaciones, aunque ambos sean esenciales. Hay enfoques mixtos que procuran trasladar las deliberaciones a un marco centrado en el desarrollo y que serían útiles para ampliar el debate. En uno de esos enfoques se procura reformular el problema en torno al derecho al desarrollo, más que en torno al derecho a emitir gases, y se determina la “responsabilidad” de un país y su “capacidad” para actuar sobre el cambio climático<sup>5</sup>. Otra tendencia sugiere que los países en desarrollo articulen “políticas y medidas de desarrollo sostenible” (es decir, medidas que sitúen a un país en una trayectoria de bajas emisiones de carbono y que sean plenamente compatibles con las prioridades nacionales de desarrollo), combinadas con reducciones absolutas por parte de los países de ingreso alto<sup>6</sup>. Si bien es posible debatir los pormenores de cualquier propuesta que se formule, el régimen climático se beneficiaría de una política pragmática que girara en torno a la buena integración de los aspectos climáticos y de desarrollo.

Sin embargo, para que los países en desarrollo no piensen que la integración del clima y el desarrollo los coloca en un camino en el cual se les impondrá una responsabilidad de mitigación cada vez mayor, es necesario contar con el respaldo de un principio de equidad en el régimen mundial. Un ejemplo podría ser un objetivo de emisiones per cápita a largo plazo para todos los países hasta llegar a unos niveles determinados; este principio podría servir de indicador moral y como medio de asegurar que el régimen no perpetúe en el futuro una grave desigualdad en cuanto a las emisiones. También en este caso podrán debatirse los pormenores, pero un régimen climático legítimo deberá sustentarse en alguna forma de principio de equidad.

Teniendo en cuenta la responsabilidad histórica de los países del Norte por las acumulaciones de gases de efecto invernadero, reconocida ya en contundentes afirmaciones incluidas en la convención marco, resulta difícil imaginar un régimen mundial eficaz que no esté encabezado por una acción de mitigación firme y temprana por parte del mundo desarrollado. La combinación de una acción pronta por parte del Norte, un sólido principio de equidad y un ánimo pluralista

en las negociaciones podría sentar las bases para superar la dicotomía medio ambiente-equidad que ha afectado negativamente las negociaciones mundiales sobre el clima.

### ***Distribución de la carga e intervención temprana entendidas como una oportunidad***

Las formas de enfocar el desafío climático centradas en el medio ambiente y en la equidad comparten la idea de que dicho desafío es un problema de distribución de la carga. La expresión misma sugiere que la mitigación de los efectos climáticos impondrá costos considerables a las economías nacionales. Dado que en la actualidad la infraestructura y la producción económica parten de la idea de que las emisiones no representan ningún costo, construir economías y sociedades atribuyendo un precio elevado a las emisiones impondrá considerables costos de ajuste. Las dificultades políticas entre el Norte y el Sur en relación con el clima están estrechamente vinculadas a la idea de la distribución de la carga, ya que las formulaciones de dicho problema centradas en el medio ambiente y en la equidad entrañan maneras muy distintas de distribuir la carga y, por consiguiente, costos políticos distintos.

Reconociendo que la idea de la distribución de la carga contribuye a afianzar las posiciones políticas respectivas, los partidarios de una pronta actividad de mitigación de los efectos climáticos han procurado ofrecer una nueva formulación de la mitigación de esos efectos, que se presenta más bien como una oportunidad a aprovechar y no como una carga que es necesario distribuir. Señalan que la historia de la reglamentación ambiental está llena de ejemplos de respuestas a la reglamentación, que han resultado ser menos costosas de lo que se había temido; la lluvia ácida y el agotamiento de la capa de ozono son dos ejemplos bien conocidos<sup>7</sup>. Aunque la mitigación de los efectos climáticos imponga costos generales, existen ventajas relativas para los primeros en aplicar tecnologías de mitigación. Estos se hallarán en una buena posición para captar nuevos mercados que surjan cuando se imponga un precio a las emisiones. Muchas oportunidades de mitigación de los efectos climáticos –en particular la eficiencia energética– podrán aprovecharse con un costo económico negativo y llevarán consigo otros beneficios colaterales para el desarrollo. A mediano plazo, haber actuado en una etapa temprana permitirá a las sociedades cultivar



las reacciones positivas entre las instituciones, los mercados y la tecnología a medida que sus economías se reorienten hacia un futuro de bajas emisiones de carbono. En su variante más radical, el argumento de la oportunidad consiste en afirmar que se obtendrá una ventaja por ser los primeros en actuar para mitigar los efectos climáticos, independientemente de lo que hagan otros países.

Sin embargo, es importante no llevar este planteamiento demasiado lejos. Conceptualmente, la estrecha interconexión del clima y el desarrollo industrial sugiere que los costos de ajuste probablemente serán considerables, y que las comparaciones con casos anteriores, como el de la lluvia ácida y el del agotamiento de la capa de ozono, sólo son pertinentes hasta cierto punto. Ni el fondo de capital industrial construido sobre la base de unas emisiones de carbono que no tenían precio ni la dependencia de reservas de combustibles fósiles desaparecerán por muy deseable que esto se considere. Los escépticos señalan que, por el momento, la idea de considerar la mitigación de los efectos climáticos como una oportunidad no ha tenido respuesta por parte de ningún país importante de ingreso alto en forma de acciones concretas que permitan a los países en desarrollo aprovechar esa oportunidad.

Por otra parte, aunque los países crean en la idea de la oportunidad, es probable que actúen estratégicamente, manteniendo una posición pública basada en la distribución de la carga a fin de obtener un mejor resultado en las negociaciones, aun cuando privadamente se organicen para aprovechar las oportunidades que se presenten. Así pues, es poco probable que la idea de aprovechar la oportunidad desbanque la idea de la distribución de la carga como argumento dominante a corto plazo, y no ofrecerá más que una posibilidad limitada de modificar las posiciones políticas afianzadas frente al cambio climático.

No obstante, es importante que esta posibilidad limitada se aproveche. La perspectiva de que exista un elemento positivo de oportunidad económica en el problema del clima podría inclinar la balanza política de modo que se iniciara la ardua tarea de hacer avanzar a las economías y las sociedades hacia un futuro de bajas emisiones de carbono. Será mucho más difícil convencer a alguien de que se ponga en marcha si no hay ninguna perspectiva de que se produzcan consecuencias positivas. Y ponerse en marcha es importante porque crea grupos de interesados en un futuro de bajas emisiones de carbono, inicia el

proceso de experimentación y eleva para otros los costos que supone quedarse rezagados, lo cual genera un efecto de atracción. Si bien el argumento de aprovechar la oportunidad no es incuestionable, esto no niega su potencial para contrarrestar la idea de la distribución de la carga como concepto primordial en el debate sobre el clima (recuadro 5.2).

### *Consecuencias climáticas predecibles y un proceso de desarrollo impredecible*

La distribución de la carga está relacionada con la formulación del problema del clima centrada en las consideraciones ambientales, de la cual se desprende la necesidad de fijar objetivos de reducción absolutos para evitar un cambio climático catastrófico. Sobre la base de las recomendaciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), algunos países y entidades han instado a fijar un objetivo mundial consistente en restringir el aumento de la temperatura mundial a un valor que no supere los 2°C, lo cual requeriría reducir para 2050 las emisiones mundiales como mínimo en un 50% (el límite inferior del margen fijado por el IPCC, entre el 50 y el 85%) con respecto a sus niveles de 1990<sup>8</sup>. Varios países de ingreso alto han respondido presentando propuestas de objetivos nacionales de reducción (para 2050 y en algunos casos para años intermedios)<sup>9</sup>. Con esto se intenta medir en relación con determinados criterios los progresos para hacer frente al desafío del clima.

Un objetivo mundial es particularmente útil como forma de evaluar el alcance de los compromisos ofrecidos por los países de ingreso alto en relación con la magnitud del desafío. Sin embargo, como se ha señalado en el capítulo 4, un simple cálculo sugiere que un objetivo mundial también acarrea consecuencias para los países en desarrollo; la diferencia entre las reducciones fijadas como objetivo mundial y la suma de los objetivos de los países de ingreso alto deberá ser cubierta por el mundo en desarrollo. Esto hace que varios países en desarrollo se resistan a aceptar este enfoque porque lo consideran una forma encubierta de imponerles obligaciones, o insisten en que se debata simultáneamente un marco de asignaciones<sup>10</sup>. Esta resistencia no se debe tanto a la oposición al objetivo mundial como a una sensación de que hablar de objetivos predecibles llevará indefectiblemente a que todas las medidas se traduzcan en reducciones absolutas de las emisiones, con la consecuencia de un límite máximo

## RECUADRO 5.2 *Propuestas sobre la distribución de la carga*

### Contracción y convergencia

En el enfoque basado en la contracción y la convergencia se asigna a cada ser humano el mismo derecho a emitir gases de efecto invernadero. Según esto, todos los países avanzarían hacia el mismo nivel de emisiones per cápita. Con el tiempo, las emisiones totales se contraerían y las emisiones per cápita convergirían en una misma cifra. El valor de convergencia efectivo, la vía hacia la convergencia y el momento en que esta se alcanzaría serían negociables.

### Derecho al desarrollo con gases de efecto invernadero

Con arreglo al marco del derecho al desarrollo con gases de efecto invernadero se afirma que no puede esperarse que quienes están luchando contra la pobreza dediquen sus recursos limitados a evitar el cambio climático. Por el contrario, se insta a que los países más ricos, con mayor capacidad para pagar y con una mayor responsabilidad por el volumen de emisiones existente asuman la mayor parte de los costos de un programa mundial de mitigación y adaptación.

La novedad del enfoque del derecho al desarrollo con gases de efecto invernadero es que las obligaciones nacionales no se definen y calculan a partir de los ingresos nacionales sino de los ingresos personales. De este modo, la capacidad de un país (los recursos para pagar sin sacrificar las necesidades básicas) y su responsabilidad (su contribución al problema del clima) vienen determinadas por el monto de los ingresos nacionales o de las emisiones por encima de un "umbral de desarrollo". Este se estima en unos US\$20 por persona al día (US\$7.500 por persona al año), mientras que se supone que las emisiones son proporcionales a los ingresos. El índice de capacidad y responsabilidad determinado en el marco del derecho al desarrollo con gases de efecto invernadero asignaría a los Estados Unidos el 29% de la reducción mundial de las emisiones necesaria para 2020 para una estabilización en 2°C, y les seguirían la Unión Europea (23%) y China (10%). La proporción de la reducción mundial de las emisiones correspondiente a la India estaría alrededor del 1%.

### Propuesta de Brasil: responsabilidad histórica

En 1997, en las negociaciones que conducirían al Protocolo de Kyoto, el gobierno de Brasil propuso que se utilizara la "responsabilidad histórica" como base para distribuir la carga de la mitigación entre los países incluidos en el Anexo I (es decir, los países con objetivos firmes). Con esa propuesta se intentaba abordar "la relación entre las emisiones de gases de efecto invernadero por las Partes a lo largo de cierto período y el efecto de dichas emisiones en el cambio climático, medido por el incremento de la temperatura superficial media en todo el mundo". La característica más destacable de la propuesta es el método utilizado para distribuir entre los países la carga de la reducción de las emisiones, con arreglo al cual los objetivos de las emisiones de los países incluidos en el Anexo I deberían fijarse sobre la base de la responsabilidad relativa de cada país por el aumento de la temperatura mundial.

La propuesta incluía un "modelo de formulación de políticas" para determinar los objetivos de emisiones de los países y se sugería la necesidad de un "modelo convenido de cambio climático" para estimar la contribución de un país al aumento de la temperatura mundial.

### Presupuesto del carbono

Un grupo de investigadores de la Academia China de Ciencias Sociales sostiene que:

- Los derechos de emisión de gases de efecto invernadero son un derecho humano necesario para la supervivencia y el desarrollo. Hay que asegurar la igualdad entre las personas, no entre las naciones.
- El elemento esencial de la promoción de la igualdad entre las personas es garantizar los derechos de la generación actual. El control del crecimiento demográfico es una opción normativa para promover el desarrollo sostenible y aminorar el ritmo del cambio climático.
- Considerando la riqueza acumulada durante el desarrollo, que estuvo acompañado por emisiones de gases de efecto invernadero, hoy la igualdad debe tener en cuenta los bienes adquiridos en el

proceso de desarrollo históricamente, en la actualidad y en el futuro.

- Otorgar prioridad a las necesidades básicas significa que la asignación de los derechos de emisiones debe reflejar las diferencias de los medios naturales.

Si sólo se tienen en cuenta las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de combustibles fósiles y las emisiones llegan a su nivel máximo en 2015 y se reducen a un 50% de sus niveles de 2005 para 2050, el presupuesto anual per cápita del carbono para el período comprendido entre 1900 y 2050 sería de 2,33 toneladas de CO<sub>2</sub>. Las asignaciones iniciales del presupuesto del carbono para cada país deberían ser proporcionales a la población en el año tomado como referencia, con ajustes para tener en cuenta factores naturales como el clima, la geografía y los recursos naturales.

A pesar de que históricamente sus emisiones han estado por debajo de su asignación presupuestaria y, por consiguiente, tienen derecho a crecer y generar emisiones, las naciones en desarrollo no tendrán más remedio que transferir sus presupuestos del carbono a las naciones desarrolladas a fin de compensar los excesos históricos de éstas y garantizar sus propias necesidades básicas en el futuro.

Esta deuda histórica asciende a aproximadamente 460 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>. Al costo actual de US\$13 por tonelada, el valor de esta deuda sería de US\$59 billones, una cifra considerablemente superior a la que se proporciona actualmente a los países en desarrollo en forma de asistencia financiera para luchar contra el cambio climático.

La continuación de las elevadas emisiones per cápita en los países de ingreso alto podría ser compensada en parte por el mercado de las emisiones de carbono. Sin embargo, es probable que se requieran impuestos progresivos sobre las emisiones, y que los excedentes se arrastren a la próxima serie de compromisos.

*Fuentes:* Contracción y convergencia: Meyer, 2001. Derecho al desarrollo con gases de efecto invernadero: Baer, Athanasiou y Kartha, 2007. Brasil: comunicación del gobierno de Brasil a la CMNUCC en 1997. (<http://unfccc.int/cop3/resource/docs/1997/agbm/misc01a3.htm>, consultado el 7 de julio de 2009.) Presupuesto del carbono: reproducido de Jiahua y Ying, 2008.

implícito para las emisiones de los países en desarrollo.

El desafío del clima se ve muy distinto a través del prisma del desarrollo. Una reciente tendencia del pensamiento sobre el desarrollo

es la que, partiendo de unos antecedentes intelectuales ricos y complejos, se centra en las instituciones y en la inercia institucional en materia de desarrollo (capítulo 8). Desde esta perspectiva, las "reglas del juego"

oficiales y las normas no oficiales, como las que forman parte de la cultura, son determinantes destacados de los incentivos económicos, la transformación institucional, la innovación tecnológica y el cambio social. La política ocupa un lugar central en este proceso, en la medida en que distintos agentes se organizan para cambiar las instituciones y transformar los incentivos. También ocupan un lugar central los mapas mentales que indican lo que los distintos agentes pueden aportar a su intervención en los procesos de desarrollo. Hay tres ideas fundamentales que son pertinentes en este contexto. Primero, el desarrollo es un proceso de cambio, impulsado en gran medida desde la base. Segundo, el historial y las estructuras pasadas de las instituciones tienen una gran importancia, de manera que establecer patrones comunes tendrá una utilidad limitada: no existe una solución universal. Tercero, esta descripción del cambio se aplica igualmente a los países de ingreso alto, pese a que el desafío que suponen unas instituciones imperfectas e incompletas parezca menos amenazador, y a que se considere que los principales motores del cambio son las señales emitidas por los precios y las políticas dictadas por las autoridades.

Desde este punto de vista, la tarea que requiere el desarrollo con bajas emisiones de carbono en los países en desarrollo es un proceso de largo plazo, que se presta menos que en los países de ingreso alto a ser impulsado por las autoridades mediante objetivos y calendarios. Por el contrario, sólo será posible lograr cambios en la orientación del desarrollo con bajas emisiones de carbono si este objetivo se integra en los procesos de desarrollo más amplios en los que ya participan las burocracias, los empresarios, la sociedad civil y los ciudadanos. Dicho de otro modo, el clima debe estar integrado en el desarrollo. Un ejemplo de este enfoque podría ser la reformulación de la planificación urbana en un futuro de bajas emisiones de carbono, procurando que el lugar de trabajo esté cerca del lugar de residencia a fin de reducir la necesidad de transporte, diseñando edificios más sostenibles e ideando soluciones para el transporte público (véase el capítulo 4). Esto contrasta con un enfoque de corto plazo basado en objetivos, que tal vez daría más importancia a los automóviles de más bajo consumo de combustible en las estructuras urbanas existentes.

Como se ha subrayado en el capítulo 4, ambos enfoques son necesarios, uno para producir resultados a corto plazo y el otro para

permitir la necesaria transformación a largo plazo. Por consiguiente, ambas perspectivas son complementarias. Una perspectiva orientada a las cuestiones climáticas puede producir una serie de prescripciones normativas a corto plazo que pueden aplicarse en buena medida en distintos países con ajustes mínimos, al tiempo que producen beneficios para el desarrollo. Muchas de ellas se refieren a los ámbitos de la eficiencia energética, como el mejoramiento de los códigos de edificación, la normativa sobre los aparatos de uso doméstico, etc.<sup>11</sup>. Además, esos enfoques pueden integrarse en un proceso de más largo plazo tendente a reformular el desarrollo a través del prisma del clima.

Sin embargo, las preocupaciones por la situación a corto plazo y por lo que es posible predecir no deberían arrinconar ni excluir transformaciones de más largo plazo, pero más fundamentales, que conduzcan al desarrollo con bajas emisiones de carbono. También existe el riesgo de que un exceso de entusiasmo en el establecimiento de criterios de referencia para las actividades de los países en desarrollo en relación con un objetivo mundial de largo plazo tenga precisamente este resultado. Como ya se ha señalado, muchas medidas de transformación no pueden ser objeto de una planificación desde arriba y, por tanto, no están sujetas a predicción ni son fáciles de medir. Efectivamente, insistir en las mediciones y en la capacidad de predecir sólo alentará la adopción de medidas modestas destinadas a reducir los riesgos del incumplimiento. Por otra parte, insinuar de cualquier forma la existencia de un objetivo implícito que se puede alcanzar sustrayendo las emisiones de los países de ingreso alto de un objetivo mundial promueve las apuestas estratégicas, ya que en esas condiciones los países tendrán un incentivo para convencer a la comunidad internacional de que es poco lo que se puede hacer en el propio país y de que lo que se haga será muy costoso.

Conciliar estas dos perspectivas puede requerir la adopción de un enfoque integrado en dos niveles a corto y mediano plazo, por lo menos hasta 2020. De manera acorde con el principio de “responsabilidad común pero diferenciada” consagrado en la CMNUCC, los países de ingreso alto podrían aceptar que se asignara prioridad a que las medidas encaminadas a mitigar las emisiones de carbono fueran predecibles, a fin de que hubiera ciertas garantías de que el mundo está en buen camino para responder al desafío climático. A este respecto, los objetivos de corto y de mediano plazo, para 2020 y 2030, son tan importantes

como un objetivo para 2050, porque las reducciones de las emisiones son más útiles ahora que más tarde y porque así puede ganarse la confianza del mundo en desarrollo. Los países en desarrollo podrían seguir una segunda vía, a la que se hará referencia más adelante en este mismo capítulo, consistente en fijar prioridades para reorientar sus economías y sus sociedades hacia un desarrollo con bajas emisiones.

Es necesario aclarar que esos enfoques no deberán poner en peligro los niveles de vida, sino que por el contrario deberían explorar agresivamente los beneficios colaterales del desarrollo para el clima. Como elemento integrado en este objetivo de más largo plazo, los países en desarrollo podrían avenirse a adoptar medidas de corto plazo basadas en “prácticas óptimas”, en particular con respecto a la eficiencia energética, que generen beneficios tanto para el desarrollo como para el clima. Llegar a un acuerdo para aplicar agresivamente estas medidas ofrecería ciertas garantías de que será posible realizar a corto plazo algunos progresos predecibles en relación con el clima.

***El problema del financiamiento: condicionalidad y titularidad nacional***

Las tensiones que se han descrito están estrechamente vinculadas con la cuestión problemática del financiamiento de las medidas relacionadas con el clima. Está generalmente aceptado que los países de ingreso alto transferirán fondos al mundo en desarrollo para ayudar específicamente con la adaptación, y que proporcionarán financiamiento separado para la mitigación. No obstante, sigue habiendo interrogantes acerca del nivel de financiamiento de que se dispondrá, de su procedencia, de cómo se fiscalizarán los gastos y de los criterios que se aplicarán para la supervisión; estas cuestiones son las que se tratarán a continuación.

Los gobiernos de los países de ingreso alto están ansiosos por asegurar que los fondos que se proporcionen serán debidamente destinados a la adaptación o a la mitigación del cambio climático y producirán reducciones efectivas y mensurables (de las emisiones o de la vulnerabilidad). Para esto se proponen mantener la supervisión de esos fondos, particularmente en el actual entorno fiscal restrictivo, en que la población de esos países puede estar poco dispuesta a enviar dinero al extranjero. Esto es particularmente cierto en el caso del financiamiento destinado a las medidas de mitigación. Efectivamente, muchos países de

ingreso alto consideran que la función de los fondos públicos en apoyo del financiamiento de las medidas relacionadas con el cambio climático en el mundo en desarrollo debe ser limitada, y consideran más bien que hay que obtener una mayor proporción de fondos mediante mecanismos de mercado.

Los países en desarrollo tienen una visión completamente diferente de esos fondos, que consideran como un pago para ayudarles a adaptarse y a contribuir a mitigar un problema del que no son responsables. Por consiguiente, rechazan que se plantee como una forma de ayuda y oponen una fuerte resistencia a cualquier mecanismo de condicionalidad. Por el contrario, prevén que la utilización de esos fondos deberá venir determinada por las prioridades de los países receptores.

Ambas posiciones contienen elementos que parecen razonables. Hay buenas razones para considerar que las transferencias de fondos relacionados con el clima no deben estar incluidas en las corrientes de ayuda porque los países de ingreso alto tienen buena parte de la responsabilidad por el problema del clima. Sin embargo, políticamente sería difícil para los países de ingreso alto firmar un cheque en blanco sin que hubiera algún mecanismo de rendición de cuentas por esos fondos. Una forma de proceder sería examinar las enseñanzas del pasado sobre la utilización de la condicionalidad como instrumento.

Las posiciones de los países en desarrollo en el debate sobre el clima están determinadas en parte por el problemático historial de la condicionalidad en el contexto del desarrollo. Desde la sociedad civil y otros ámbitos, la condicionalidad ha llegado a considerarse un instrumento que socava la democracia y que ha obligado a imponer reformas impopulares. Puesto que las condiciones impuestas no resultaron ser particularmente eficaces para ayudar a los gobiernos a emprender reformas políticamente difíciles, en el plazo de un decenio la condicionalidad abrió paso al concepto prácticamente opuesto de la “titularidad” del prestatario sobre un programa de reformas como condición previa para todo préstamo destinado a la reforma de las políticas<sup>12</sup>. La enseñanza que hay que extraer en relación con el cambio climático parece ser que, aunque sea por motivos estrictamente pragmáticos, dejando al margen los principios relacionados con la responsabilidad por el problema, está claro que la condicionalidad no será un instrumento eficaz para lograr que los gobiernos adopten medidas que gozan de poco apoyo en el país.

Afortunadamente, existe una vía más productiva para conceptualizar la forma en que podrían utilizarse los fondos destinados a la cuestión del clima. Un primer paso consistiría en abandonar la idea de aplicar medidas pre-determinadas por un donante y organizar el financiamiento en torno a un proceso tendiente a estimular el desarrollo del país receptor y su titularidad de un programa de desarrollo con bajas emisiones de carbono. Este procedimiento es similar al enfoque de la estrategia de reducción de la pobreza a que se hace referencia en el capítulo 6, en cuyo marco los donantes se adaptan a una estrategia diseñada y dirigida por el gobierno receptor. En el marco de este enfoque se insistiría en un mecanismo de gobierno que permitiera a los suministradores y a los receptores de fondos fiscalizar y supervisar colectivamente el financiamiento destinado a la cuestión del clima.

Un segundo paso sería que el financiamiento destinado a la mitigación sirviera para prestar apoyo tanto al desarrollo con bajas emisiones de carbono como a medidas de mitigación bien definidas en los países en desarrollo. Las medidas concretas deberían ser acordadas colectivamente por quienes suministran los fondos y quienes los reciben, de modo que cumplieran el doble propósito de mitigar los efectos del cambio climático y generar progresos en materia de desarrollo. Como ya se ha señalado, sería fácil llegar a un acuerdo sobre muchas medidas relacionadas con la eficiencia energética.

Alcanzar un acuerdo sobre el apoyo al desarrollo con bajas emisiones de carbono es una cuestión más lábil y problemática. Sin embargo, la enseñanza aprendida en relación con la condicionalidad es que el camino hacia un desarrollo con bajas emisiones de carbono deberá encontrarse en un proceso que genere una considerable identificación por parte del país receptor. Las iniciativas de diversos gobiernos, como los de México y Sudáfrica, encaminadas a formular una estrategia de largo plazo para la mitigación de las emisiones de carbono como base para definir medidas concretas y recabar apoyo internacional, proporcionan un modelo interesante. En la parte restante del presente capítulo se tratan diversas vías para formular esos enfoques alternativos.

### Opciones para integrar en la arquitectura mundial las medidas adoptadas por los países en desarrollo

Los países en desarrollo deben estar convencidos de que existe un camino viable para

la integración de las cuestiones del cambio climático y del desarrollo si quieren iniciar rápidamente la transición hacia un modelo de desarrollo con bajas emisiones de carbono. Para fomentar la adopción de medidas más energéticas por parte de los países en desarrollo, el régimen climático internacional deberá incorporar nuevos enfoques adecuados a las circunstancias de esos países. Toda iniciativa de mitigación que se exija a los países en desarrollo tendrá que basarse en “una clara comprensión del contexto económico e institucional en que se formulan sus decisiones de desarrollo y sus prioridades absolutas de desarrollo”<sup>13</sup>. El régimen futuro deberá estar diseñado de tal forma que reconozca los esfuerzos de esos países por reducir sus emisiones al mismo tiempo que se alcanzan sus objetivos de desarrollo.

Hasta el momento, el principal vehículo para las medidas de mitigación en el marco de este régimen han sido los objetivos de emisiones para el conjunto de la economía vinculados a los niveles de emisiones históricos en un año de referencia, como en el Protocolo de Kyoto. El motor de este enfoque basado en la producción (entendiendo por “producción” las emisiones de gases de efecto invernadero) es la finalidad fundamental de alcanzar y mantener un nivel tolerable de concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera<sup>14</sup>. Los objetivos fijos de emisiones para el conjunto de la economía tienen dos ventajas: aportan certidumbre sobre los resultados para el medio ambiente (suponiendo que se cumplan); y otorgan a los países una flexibilidad considerable a la hora de elegir el medio de aplicación más idóneo y eficaz en función de su costo. Este enfoque basado en objetivos sigue siendo apropiado para los países desarrollados.

Sin embargo, los países en desarrollo consideran problemático este enfoque centrado en el clima, por lo menos en la etapa actual del régimen climático. Para muchos países en desarrollo, imponer un límite máximo a las emisiones equivale a imponer un límite al crecimiento económico. Los países temen que, después de haber demostrado con éxito que son capaces de competir, se verán frenados por las medidas relacionadas con el clima. Esas inquietudes obedecen a que las principales fuerzas que impulsan el aumento de las emisiones en los países en desarrollo son la energía y el crecimiento económico, que son factores indispensables para el desarrollo. Por otra parte, como cuestión práctica, el establecimiento y el cumplimiento de un objetivo de emisiones para el conjunto de la

economía exige la capacidad de determinar con precisión y proyectar de manera fiable las emisiones de toda la economía de un país, una capacidad de la que carecen por el momento muchos países en desarrollo.

Por consiguiente, hacer que los países en desarrollo participen más plenamente en el régimen climático tal vez requerirá otros enfoques que consideren más apropiados para sus circunstancias. Estos enfoques podrían basarse en los tipos de medidas y estrategias que ya se están formulando o aplicando en el plano nacional. A diferencia de los objetivos para las emisiones, esas medidas pueden caracterizarse de manera general como “normativas”, y en vez de centrarse en las propias emisiones se centran en las actividades que las generan. Para lograr la eficiencia energética, un país podría introducir un criterio o un incentivo para modificar las conductas o las tecnologías. La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero sería uno de los resultados, pero esa política también podría producir beneficios más estrechamente relacionados con los objetivos básicos de desarrollo de un país, como hacer que la energía fuera más asequible o accesible. En función de sus respectivas circunstancias, los países podrían formular diferentes conjuntos de políticas o medidas para responder a objetivos de desarrollo, como el crecimiento económico, la seguridad energética y el mejoramiento de la movilidad, con las que se lograría al mismo tiempo el beneficio colateral de reducir las emisiones.

Sin embargo, una cuestión fundamental es la conciliación de este enfoque con la urgencia que se ha señalado en el capítulo 4, es decir, la idea de que a menos que la mitigación sea inmediata y se aplique en todo el mundo no será posible mantener el calentamiento a un nivel cercano a los 2°C. El nuevo análisis que se describe a continuación, acerca de marcos diferenciados y el efecto de compromisos previos, indica que un enfoque flexible podría resultar eficaz.

### *Un marco climático diferenciado integrado*

Para integrar mejor las consideraciones de desarrollo en las iniciativas relativas al cambio climático, el régimen mundial sobre el clima deberá ser más flexible y tener en cuenta diferentes circunstancias y estrategias nacionales, especialmente para las actividades de mitigación. En el Protocolo de Kyoto se establece un sólo tipo de compromiso en relación con la mitigación, que consiste en un límite de las emisiones vinculante y absoluto para el conjunto de la economía. Esto es apropiado

desde el punto de vista de la eficacia ambiental y de la eficiencia económica, pero desde un punto de vista político y práctico es poco probable que en el momento actual sea aceptado por los países en desarrollo.

Un régimen más flexible que incorpore distintos enfoques por parte de los diversos países podría definirse como un marco “diferenciado integrado”<sup>15</sup>. Muchos regímenes internacionales poseen las características de un régimen de este tipo. Por ejemplo, el régimen comercial multilateral incluye acuerdos aceptados por todos los miembros de la Organización Mundial del Comercio y acuerdos multilaterales entre grupos más reducidos de miembros. La Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia en Europa y el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques comprenden acuerdos básicos que estipulan condiciones comunes y anexos que establecen obligaciones diferenciadas. Las experiencias en esos ámbitos ofrecen valiosas enseñanzas para los responsables de las políticas sobre el clima, aunque el régimen climático requiere una arquitectura distinta que corresponda a una serie específica de imperativos políticos y normativos.

De forma general, un régimen climático diferenciado podría incluir como mínimo dos vías separadas por lo que respecta a la mitigación:

- *La opción centrada en los objetivos.* Para los países desarrollados y otros países que estén dispuestos a contraer esos compromisos, esta opción estipularía objetivos de emisiones vinculantes y absolutos para el conjunto de la economía, derivados de los establecidos en el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto. Los países que aceptaran esos objetivos tendrían pleno acceso a los mecanismos para el comercio internacional de derechos de emisión incluidos en el acuerdo.
- *La opción normativa.* Los países que optaran por esa vía aceptarían adoptar políticas y medidas definidas a nivel nacional cuyo efecto sería reducir las emisiones o su crecimiento. Esas políticas afectarían a sectores concretos o al conjunto de la economía y podrían incluir, por ejemplo, criterios de eficiencia energética, objetivos para las energías renovables, medidas fiscales y políticas sobre el uso de la tierra. Los países podrían proponer políticas concretas o presentar estrategias abarcativas de desarrollo con bajas emisiones en que se señalaran los sectores y políticas prioritarios y el apoyo necesario para su aplicación.

Modelos recientes de estos marcos mixtos indican que con los enfoques diferenciados se obtienen buenos resultados por lo que respecta a la eficacia y la equidad, y que las pérdidas de eficiencia pueden representar una transacción razonable a fin de lograr una amplia participación en políticas que sitúen colectivamente a los países en el camino de obtener concentraciones de gases de efecto invernadero de 450 partes por millón (ppm) de CO<sub>2</sub> o de 550 ppm de CO<sub>2</sub>e (recuadro 5.3).

Otros modelos también han demostrado convincentemente que un marco diferenciado puede ser muy eficaz si ofrece certidumbre sobre el momento en que un país podrá comprometerse a asumir un acuerdo vinculante<sup>16</sup>. En realidad, esto reduce el costo que supone para un país asumir en el futuro un acuerdo vinculante, ya que hace que la transición se extienda durante un período más prolongado, y los inversores podrán incorporar los futuros cambios en las políticas como factor en las decisiones relativas a sus inversiones, un proceso que reduce el volumen de activos inutilizados o de reconversiones costosas con que puede encontrarse un país.

Además de procedimientos para la mitigación, todo acuerdo general debería incluir:

- Un procedimiento relativo a la adaptación para ayudar a los países vulnerables a planear y ejecutar medidas de adaptación.
- Elementos intersectoriales de apoyo en materia de tecnología, financiamiento y apoyo al fomento de la capacidad de los países en desarrollo.
- Medios de medición, notificación y verificación de las actividades de mitigación y el apoyo a las medidas de mitigación de los países en desarrollo, tal como se estipula en el Plan de Acción de Bali.

En el capítulo 4 se ha mostrado que sería prácticamente imposible mantenerse en un nivel de calentamiento cercano a los 2°C si se retrasara la participación de los países en desarrollo. Por el contrario, los marcos diferenciados permiten una acción temprana, aunque privilegian las opciones consideradas beneficiosas para todos. Además, los modelos y enfoques que se han descrito sugieren que los enfoques diferenciados y las políticas progresivas y predecibles son procedimientos válidos para conciliar la necesidad de una acción urgente y la prioridad que es necesario asignar al desarrollo y al alivio de la pobreza.

### RECUADRO 5.3 *Los enfoques diferenciados ofrecen buenos resultados en cuanto a eficacia y equidad*

Recientes modelos construidos por el Joint Global Change Research Institute del Battelle Memorial Institute, en colaboración con el Pew Center on Global Climate Change, indican que un marco climático "diferenciado integrado", en que los países desarrollados se comprometen a aceptar objetivos de emisiones para el conjunto de la economía y los países en desarrollo a adoptar políticas no sujetas a objetivos, puede producir para mediados del siglo reducciones de las emisiones mundiales que permitirían alcanzar un nivel de concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera de 450 ppm CO<sub>2</sub> para 2100.<sup>a</sup>

En las hipótesis referentes a las políticas mundiales, las regiones desarrolladas reducen para 2020 sus emisiones en un 20% por debajo de sus niveles de 2005, y en un 80% para 2050; las regiones en desarrollo adoptan un conjunto de políticas en los sectores de la energía, el transporte, la industria y la construcción, como objetivos relativos a la intensidad de carbono, criterios de eficiencia y objetivos en materia de energías renovables. Las políticas concretas, y el rigor con

que se apliquen, variarán entre las regiones del mundo en desarrollo. Mediante un sistema de concesión de créditos en función de la aplicación de políticas se asignarán a las regiones en desarrollo derechos de emisión, que pueden ser objeto de comercio, correspondientes a una parte de las reducciones que se consigan con sus políticas (partiendo de un 50% en 2020 y disminuyendo progresivamente hasta cero en 2050).

El análisis indica para 2050 una reducción de las emisiones mundiales casi tan pronunciada como la obtenida siguiendo una vía "eficiente" ideal de 450 ppm, según la cual con la aplicación general del enfoque del comercio mundial de derechos de emisión se consiguen reducciones en los lugares y en los momentos en que éstas son menos costosas. Globalmente, los costos hasta 2050 son superiores que en el supuesto más eficiente, lo cual subraya la importancia de ir alcanzando la cobertura total de las emisiones y la aplicación general del régimen de comercio de emisiones a mediados del siglo. Sin embargo, incluso con esta pérdida de eficiencia, los costos permanecen por

debajo del 2% del producto interno bruto (PIB) mundial en 2050. Además, el enfoque consistente en ofrecer créditos en función de la aplicación de políticas redistribuye los costos a nivel mundial, de forma que, como proporción del PIB, esos costos son considerablemente inferiores en las regiones en desarrollo. En los primeros años, los ingresos procedentes de la venta de derechos de emisión superan los costos nacionales de mitigación en algunas regiones en desarrollo, lo cual genera beneficios económicos netos.

Fuente: Calvin y otros, 2009.

a. El modelo no estudia específicamente los aumentos de temperatura. Sin embargo, 450 ppm de CO<sub>2</sub> corresponde a concentraciones de alrededor de 550 ppm de CO<sub>2</sub>e (una medida de todos los gases de efecto invernadero y no sólo de CO<sub>2</sub>), por lo que es posible que se produzcan aumentos de la temperatura en torno a los 3°C. En el momento de la publicación del presente informe, este experimento no se había llevado a cabo para un resultado de 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, lo cual corresponde a una probabilidad de entre el 40 y el 50% de que el calentamiento permanezca por debajo de los 2°C.

### *Una opción normativa para la mitigación*

A fin de reconocer y promover los esfuerzos de mitigación de los países en desarrollo, el nuevo elemento importante que se requiere en el régimen climático es una nueva categoría de actividades de mitigación que sea suficientemente amplia y flexible para incorporar una gran variedad de medidas. Muchos países en desarrollo han comenzado a definir políticas y medidas que se están aplicando o que se podrían aplicar a nivel nacional que, aunque no tengan como consideración exclusiva o principal las preocupaciones por el cambio climático, contribuyen a los esfuerzos de mitigación de los efectos en el clima. Dado que esas políticas y acciones se producen en los contextos nacionales, constituyen un reflejo intrínseco de las circunstancias nacionales de un país y de los objetivos y prioridades de su desarrollo. Efectivamente, muchas de esas políticas vienen impulsadas por objetivos de desarrollo como la seguridad energética y el acceso a la energía, el mejoramiento de la calidad del aire, mejores servicios de transporte o la silvicultura sostenible, y en ellas la mitigación es un beneficio colateral adicional.

Un mecanismo que permita integrar en un marco internacional esas políticas impulsadas por los propios países ofrece cuatro ventajas para los países en desarrollo. Primero, permite que contribuyan a las iniciativas relacionadas con el clima en formas que ellos mismos consideran compatibles con sus programas de desarrollo. Segundo, permite que cada país aporte un conjunto de medidas definidas en el plano nacional y adaptadas a sus circunstancias, capacidades y potencial de mitigación. Tercero, si las políticas van unidas a un sólido mecanismo de apoyo, es posible adaptar la escala y la gradación de su aplicación, así como intensificar las medidas si se cuenta con un apoyo más firme. Cuarto, al mismo tiempo que ofrece un camino claro para la adopción de actividades de mitigación más enérgicas, no obliga a los países en desarrollo a aceptar límites cuantitativos para sus emisiones, que consideran restricciones inaceptables para su crecimiento y su desarrollo.

Varios estudios académicos han aportado diversos tipos de argumentos a favor de una opción normativa. En una formulación, denominada de “políticas y medidas de desarrollo sostenible”, se contemplan compromisos voluntarios por parte de los países en desarrollo<sup>17</sup>. Otra propuesta describe “compromisos basados en la aplicación de políticas”, en que

el contenido normativo podría ser idéntico al correspondiente a las políticas y medidas de desarrollo sostenible, aunque en el plano internacional se formularía como un compromiso y no como una medida voluntaria<sup>18</sup>. Desde que se aprobó el Plan de Acción de Bali, los gobiernos han formulado propuestas relativas a diversas formas en que podría instrumentalizarse un enfoque normativo en un futuro acuerdo sobre el clima<sup>19</sup>.

Al definir una nueva opción normativa como parte de la evolución de un marco climático internacional, los gobiernos deberían tener en cuenta varias cuestiones interrelacionadas, a saber:

- El proceso que se seguirá para que los países formulen políticas y medidas y para que éstas se reflejen en el marco internacional.
- La condición jurídica de esas políticas y medidas.
- Las vinculaciones con otros mecanismos que ofrecen incentivos y apoyo para su aplicación.
- Los criterios y mecanismos de medición, notificación y verificación de las políticas y medidas y el apoyo que recibirán.

*El proceso para la formulación de medidas normativas.* Para que las medidas normativas obtengan reconocimiento en el marco internacional, los gobiernos deberían establecer un proceso para su presentación y, posiblemente, para que otras partes las estudiaran y aceptaran. En las negociaciones, algunas partes han propuesto el establecimiento de un “registro” donde los países harían constar las medidas de mitigación apropiadas en el plano nacional que han previsto o que se proponen adoptar<sup>20</sup>.

Una cuestión clave es determinar si el proceso de presentar medidas tendrá lugar durante la negociación de un nuevo acuerdo o si será un producto de esa negociación. Esta última opción sería preferible para la mayoría de los países en desarrollo. Según esta hipótesis, un nuevo acuerdo establecería objetivos de emisiones vinculantes para los países desarrollados, mecanismos de apoyo a los esfuerzos de mitigación y adaptación de los países en desarrollo y un proceso para que los países en desarrollo definan a continuación sus medidas de mitigación. No obstante, es posible que los países desarrollados sean reacios a contraer compromisos sobre objetivos de emisiones vinculantes a menos que los principales países en desarrollo estén dispuestos



a indicar al mismo tiempo las medidas que adoptarán. En este caso, el proceso de especificar esas medidas podría estructurarse como parte del proceso de negociación, con el objetivo de alcanzar un acuerdo general que incorporara objetivos vinculantes para los países desarrollados y medidas normativas específicas para los países en desarrollo.

En ambos casos, las partes también habrán de examinar si el proceso debería ser totalmente abierto, con libertad para que los países propongan cualquier tipo de política o de medida, o si debe ser objeto de algún tipo de restricción. Una opción propuesta en las negociaciones se refiere a una “caja de herramientas”, o un menú de medidas de mitigación entre las que podrían elegir los países en desarrollo<sup>21</sup>. En el menú podrían definirse categorías generales de actividades, y se invitaría a las partes a formular políticas o planes de acción detallados en las categorías que ellos elijan. Para los fines de una mayor coherencia o comparabilidad, podría ser útil elaborar algún tipo de modelo que los países tuvieran que seguir para describir sus actividades de mitigación.

Otra consideración importante es la de la cuantificación de los efectos previstos de las medidas de mitigación en las emisiones. Aunque los países que hayan elegido la opción normativa no se comprometerían a resultados específicos en cuanto a emisiones, otras partes desearán saber qué efectos probables tendrán sus acciones en las emisiones futuras. Como mínimo, los países deberían estar dispuestos a dar a conocer esas proyecciones. En función del tipo de proceso que se establezca, las proyecciones de las emisiones también podrían ser elaboradas o verificadas por un órgano intergubernamental o por terceros independientes.

**Condición jurídica.** En el Plan de Acción de Bali se distingue entre “compromisos o medidas de mitigación [...] adecuados a cada país” por parte de los países desarrollados y “medidas de mitigación adecuadas a cada país” por parte de los países en desarrollo, lo cual da a entender que las medidas de los países en desarrollo no deberán adoptar la forma de compromisos jurídicamente vinculantes. Efectivamente, las propuestas presentadas por los países en desarrollo en las negociaciones posteriores al Acuerdo de Bali, incluidas las propuestas relativas a un registro de las medidas adoptadas por los países en desarrollo, subrayan el carácter voluntario de dichas medidas.

Sin embargo, el Plan de Acción de Bali no excluye explícitamente los compromisos por parte de los países en desarrollo, a diferencia del Mandato de Berlín, de 1995, que definió las negociaciones que condujeron al Protocolo de Kyoto. En la actual ronda de negociaciones algunos países desarrollados han adoptado la posición de que las medidas de algunos países en desarrollo deberían ser obligatorias<sup>22</sup>. No obstante, los países en desarrollo se han mostrado reacios a aceptar compromisos vinculantes, por lo menos en la etapa actual.

**Vinculaciones con la prestación de apoyo.** Los países en desarrollo sólo podrán adoptar medidas enérgicas si cuentan con un apoyo internacional más firme. Efectivamente, con arreglo al Plan de Acción de Bali, las medidas de mitigación de los países en desarrollo deberán ser “apoyadas y facilitadas por tecnologías, financiamiento y actividades de fomento de la capacidad”. Más adelante se trata de posibles mecanismos para generar este apoyo. Si las partes establecieran para los países en desarrollo una opción normativa para la mitigación, una cuestión conexa será la de la vinculación que existiría entre las medidas adoptadas con arreglo a esta opción y las corrientes concretas de apoyo.

Por otra parte, en todo proceso que permitiera a los países formular propuestas sobre medidas se podrían definir los medios y niveles de apoyo a dichas medidas. Por ejemplo, al inscribir una propuesta de medida en un registro de medidas de mitigación, un país podría indicar el tipo y el nivel de apoyo necesario para aplicar la medida. O bien podría especificar el nivel de actividades que podría asumir independientemente, y un nivel superior de actividades que estaría dispuesto a asumir si recibiera apoyo. O bien la inclusión de una medida en el registro podría poner en marcha un examen por parte de un órgano designado, con la aplicación de criterios convenidos, para evaluar la necesidad de apoyo, teniendo en cuenta las circunstancias y la capacidad del país. Todos esos procedimientos podrían contribuir a determinar el apoyo que correspondería a la medida propuesta.

**Medición, notificación y verificación.** Las partes acordaron en Bali que las medidas de mitigación de los países desarrollados y los países en desarrollo, así como el apoyo a las actividades de los países en desarrollo, debían tener un carácter “mensurable, notificable y verificable”. Unos procedimientos eficaces en

materia de medición, notificación y verificación pueden crear y mantener la confianza de las partes en las medidas de unos y otros y en el régimen general. Para que sean viables, las condiciones y los mecanismos de medición, notificación y verificación deberán encontrar un equilibrio entre la necesidad de transparencia y rendición de cuentas, por un lado, y las tradicionales preocupaciones de soberanía de las partes, por otro.

En el régimen vigente los requisitos de notificación para los países en desarrollo son bastante mínimos: las “comunicaciones” nacionales (incluidos los inventarios de emisiones) se presentan con poca frecuencia y no están sometidos a examen. Es probable que en un futuro acuerdo se requiera un procedimiento más riguroso para la medición, notificación y verificación de las medidas de los países en desarrollo que hayan elegido la opción normativa para la mitigación. Las partes deberán considerar en primer lugar qué medidas estarán sujetas a medición y verificación. Algunos países en desarrollo han adoptado el criterio de que la medición, la notificación y la verificación sólo deberían aplicarse a las medidas para las cuales reciben apoyo. Una segunda cuestión es saber si se encargará de la verificación el propio país, un órgano internacional o un tercero. En algunos regímenes internacionales las partes verifican sus propias acciones con arreglo a sistemas nacionales conformes a directrices internacionales. En otros casos las comunicaciones de las partes son examinadas por equipos de expertos (como sucede con las comunicaciones nacionales y los inventarios de emisiones que presentan los países desarrollados de conformidad con la CMNUCC y el Protocolo de Kyoto).

Una tercera cuestión es la de los criterios de medición que se utilizarán, independientemente de los medios de verificación. Una justificación de la opción normativa es que permite que las partes adopten los tipos de medidas más apropiados a sus circunstancias y objetivos de desarrollo. No obstante, esta diversidad presenta dificultades en materia de medición, notificación y verificación, porque se necesitan diferentes instrumentos para medir y verificar diferentes tipos de acciones (criterios de eficiencia, objetivos en materia de energías renovables o gravámenes sobre las emisiones de carbono). Por consiguiente, la forma en que se estructuran los mecanismos de medición, notificación y verificación dependerá en gran medida de la forma en que se definan las actividades. A su vez, la necesidad de que las medidas sean

mensurables y verificables podría influir considerablemente en la forma en que las partes decidan definir las. En cierto modo, restringir los tipos de medidas permisibles en el marco de la opción normativa, por ejemplo elaborando un menú entre el que puedan elegir las partes, haría más manejables los mecanismos de medición, notificación y verificación.

La medición y la verificación del apoyo prestado por los países desarrollados también dependerán en gran medida de los tipos y mecanismos de apoyo específicos. Si en un nuevo acuerdo hubiera que reconocer el apoyo prestado por conductos bilaterales, se necesitarían criterios para determinar qué corrientes están “relacionadas con el clima” y cuáles son “nuevas y adicionales”. De forma general, sería más fácil verificar el apoyo generado mediante un instrumento multilateral, como un gravamen internacional sobre las emisiones o una subasta de derechos de emisión a nivel internacional.

### Apoyo a los esfuerzos de mitigación de los países en desarrollo

La capacidad de los países en desarrollo para formular y aplicar efectivamente medidas de mitigación dependerá en parte de la disponibilidad de un apoyo adecuado y predecible de la comunidad internacional. Los elementos generales de este apoyo son el financiamiento, la tecnología y el fomento de la capacidad. Esto podría incluir el análisis de los potenciales de mitigación para definir oportunidades de reducción de los gases de efecto invernadero al costo más bajo posible y con los máximos beneficios colaterales, formular y aplicar políticas de mitigación de los gases de efecto invernadero, difundir y emplear las mejores tecnologías disponibles, y medir y verificar las medidas de mitigación y los beneficios que conllevan para el desarrollo sostenible.

Un apoyo adecuado requerirá una gama de mecanismos que permitan generar y canalizar los recursos públicos y hacerlo de forma que al mismo tiempo se promueva la inversión privada, que, independientemente de la situación hipotética que se elija, representará la mayor parte de las corrientes de fondos disponibles para la transición a una economía con bajas emisiones de carbono (véase el capítulo 6). El régimen climático tiene dos formas principales de apoyo, que son el financiamiento público y los mecanismos de mercado, y ambas deben intensificarse considerablemente en un acuerdo futuro.

### *Financiamiento público*

En una nueva iniciativa multilateral habrá que intensificar el financiamiento público en apoyo de los países en desarrollo. Entre las cuestiones decisivas figuran las fuentes de financiamiento, los criterios para facilitarlos, los instrumentos de financiamiento, los vínculos con el financiamiento privado y la gestión de gobierno de posibles nuevos mecanismos de financiamiento (todo lo cual se trata con detalle en el capítulo 6). En la presente sección se ponen de relieve algunas conclusiones.

La mayoría de los fondos dedicados al régimen climático han dependido de las promesas de contribuciones de países donantes, y esto ha hecho que las corrientes sean insuficientes e impredecibles. Varias propuestas que se están debatiendo podrían producir corrientes de financiamiento más fiables, como los compromisos de aportación de fondos basados en criterios convenidos de fijación de cuotas, un gravamen sobre la aviación internacional u otras actividades que generan gases de efecto invernadero, o una subasta de una parte de los derechos internacionales de emisión asignados a los países desarrollados. Otra opción –impulsada por los países en desarrollo en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrada en Poznan (Polonia) en diciembre de 2008– consiste en ampliar el gravamen existente sobre las transacciones del MDL a los otros mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto basados en el mercado (el comercio internacional de derechos de emisión y la aplicación conjunta)<sup>23</sup>.

Un nuevo fondo podría aplicar diversos instrumentos de financiamiento, como donaciones, préstamos en condiciones favorables, garantías de préstamos u otros instrumentos de mitigación del riesgo, en función de los tipos de actividad que reciban apoyo. En el caso de la tecnología, las opciones incluyen los pagos por el acceso y el uso de la propiedad intelectual y los conocimientos tecnológicos conexos. Criterios importantes que podrían aplicarse para seleccionar actividades que recibirían financiamiento serían la reducción de las emisiones prevista por cada dólar invertido, la contribución del proyecto a objetivos de desarrollo sostenible del país receptor o su capacidad de influir en el mercado de emisiones u otras inversiones privadas.

### *Mecanismos de mercado*

El Mecanismo para un desarrollo limpio del Protocolo de Kyoto ha generado notables

corrientes de fondos en apoyo de proyectos de energía no contaminante y otros proyectos de reducción de los gases de efecto invernadero en los países en desarrollo. Aunque se han registrado muchos éxitos gracias al MDL, la experiencia también ha puesto de manifiesto muchas inquietudes y aspectos que podrían mejorarse (capítulo 6). Sin embargo, además de la reforma del modelo original del MDL, las partes también han comenzado a examinar otros enfoques distintos de los créditos de emisión a fin de crear incentivos para la inversión y la reducción de las emisiones en mayor escala.

Tal como se concibió inicialmente y como funciona en la actualidad, el MDL genera créditos de emisión para proyectos concretos propuestos y certificados caso por caso. Son muchos quienes opinan que este enfoque basado en proyectos excluye muchas estrategias que encierran un potencial de mitigación mayor e impone elevados costos de transacción y fuertes cargas administrativas, lo cual restringe considerablemente el potencial del MDL para modificar las tendencias a largo plazo de las emisiones. En un primer intento de responder a esas inquietudes, las Partes han autorizado un MDL de carácter “programático”, que permite combinar actividades realizadas en lugares y momentos diversos como si fueran un único proyecto. Sin embargo, las reducciones de las emisiones todavía se miden para cada una de las actividades.

Otros modelos que se están debatiendo son los créditos relacionados con las emisiones de un sector o basados en la aplicación de políticas. Esos enfoques, que permitirían obtener créditos en función de la aplicación de políticas u otros programas generales, contribuirían a impulsar y apoyar iniciativas de reducción de emisiones en mayor escala. Si se aplica un enfoque sectorial, por ejemplo, las emisiones se medirían para el conjunto de un sector, y un país podría obtener créditos por las reducciones conseguidas por debajo de un umbral de referencia convenido para las emisiones. (Este enfoque se describe a veces como un sistema de créditos sectoriales que siempre resulta beneficioso, ya que no hay consecuencias para un país si las emisiones superan el umbral de referencia convenido). El umbral de referencia puede fijarse en el nivel habitual de actividad, y se premiará toda desviación de los niveles de emisión proyectados. O bien puede fijarse en el nivel habitual de actividad y exigir que un país consiga independientemente determinadas reducciones antes de que tenga derecho a recibir créditos. Sin embargo, habida cuenta

de la incertidumbre que supone toda proyección de emisiones futuras, la determinación del nivel habitual de actividad será algo subjetiva y puede dar lugar a controversias.

Con arreglo a un sistema de asignación de créditos en función de la aplicación de políticas un país podría obtener créditos por las reducciones verificables conseguidas gracias a la adopción de políticas de mitigación reconocidas en el régimen climático o implementando medidas tecnológicas. Este enfoque se ajusta al concepto de una opción normativa para la mitigación, y proporciona a los países un incentivo de mercado para formular, presentar y aplicar políticas de mitigación adaptadas a sus objetivos de desarrollo. Podrían establecerse metodologías para cuantificar las reducciones atribuibles a diferentes tipos de enfoques normativos. Asignar créditos a los países por todas las reducciones generadas por sus medidas normativas podría provocar un exceso de créditos; también es posible que los países desarrollados se opusieran a esto por considerar que los países en desarrollo deberían sufragar parte del costo de sus medidas normativas. Esas preocupaciones podrían resolverse concediendo créditos sólo después de que se hubieran logrado ciertas reducciones o bien descontando créditos (por ejemplo, reconociendo un crédito equivalente a una tonelada por cada dos toneladas de reducción).

### **Fomento de los esfuerzos internacionales por integrar la adaptación a un desarrollo inteligente desde el punto de vista del clima**

Se requiere un apoyo internacional más sólido a la adaptación, porque los efectos en el clima ya se están sintiendo y porque los pobres, que son quienes menos contribuyen al problema, son quienes corren los riesgos más graves. Sin embargo, las iniciativas de adaptación deben ir mucho más allá del marco climático. Como se indica en los capítulos 2 y 3, las preocupaciones y prioridades en materia de adaptación deben estar integradas en la totalidad de los procesos de planificación y adopción de decisiones económicas y de desarrollo, tanto a nivel nacional como internacional. La función del régimen climático internacional consiste en particular en catalizar el apoyo internacional y facilitar los esfuerzos nacionales de adaptación. A este respecto hay que concentrarse en la mejor forma de promover y facilitar la adaptación en el régimen climático internacional.

### **Los esfuerzos de adaptación en el régimen climático actual**

Con arreglo a la CMNUCC, todas las partes se comprometen a emprender medidas nacionales de adaptación y a cooperar en la preparación para los efectos del cambio climático. Se otorga una consideración especial a los países menos adelantados por sus necesidades especiales de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático<sup>24</sup>. En el marco de la Convención, los países menos adelantados reciben aliento y apoyo para preparar programas nacionales de adaptación en que se definan las actividades prioritarias a fin de responder a sus necesidades urgentes e inmediatas de adaptación al cambio climático (véase el capítulo 8). Hasta la fecha, son 41 los países menos adelantados que han presentado programas nacionales de adaptación<sup>25</sup>. El Programa de Trabajo de Nairobi, aprobado en 2005 con una perspectiva quinquenal, tiene por objeto ayudar a esos países a comprender y evaluar mejor los efectos del cambio climático y a adoptar decisiones fundamentadas sobre acciones y medidas prácticas de adaptación<sup>26</sup>.

Actualmente, el financiamiento destinado a la adaptación en el proceso de la CMNUCC se suministra principalmente por medio de las iniciativas de la prioridad estratégica de adaptación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial; una vez que haya entrado plenamente en funcionamiento, el Fondo de Adaptación de la CMNUCC aportará financiamiento adicional.

Hasta la fecha las iniciativas internacionales han proporcionado cierto grado de información y fomento de la capacidad en materia de adaptación, pero todavía no han facilitado de forma significativa la aplicación a nivel nacional, el acceso a la tecnología o el establecimiento de instituciones nacionales encargadas de ejecutar el programa de adaptación. Los efectos se ven restringidos por un financiamiento limitado (véase el capítulo 6) y por la escasa participación de los organismos nacionales de planificación y desarrollo. Tradicionalmente quienes han intervenido en el proceso de la CMNUCC han sido los organismos dedicados al medio ambiente; es posible que el hecho de centrarse en el cambio climático no facilite la adopción de una amplia iniciativa multisectorial en materia de adaptación.

### **Fortalecimiento de las medidas de adaptación con arreglo a la CMNUCC**

Actuar en el marco del proceso de desarrollo nacional es esencial para estimular la

planificación en una etapa temprana a fin de reforzar la capacidad de resistencia al cambio climático y desalentar las inversiones que acentúen la vulnerabilidad en este sentido. El proceso de la CMNUCC puede complementar y facilitar esta tarea mediante:

- *El apoyo a estrategias nacionales amplias de adaptación en países vulnerables.* Esas estrategias establecerían marcos para la acción y fortalecerían la capacidad de los países. Se basarían en los programas nacionales de adaptación, que se centran en prioridades urgentes, para definir planes amplios de largo plazo en que se determinen los riesgos para el clima, las capacidades de adaptación existentes y necesarias, y políticas y medidas nacionales para integrar plenamente la gestión de los riesgos para el clima en la adopción de decisiones en materia de desarrollo. Además de organizar las actividades nacionales de adaptación, las estrategias podrían servir de base para encauzar la asistencia para la ejecución por medio del régimen climático o por otros canales.
- *El intercambio de experiencias y prácticas óptimas y la coordinación de enfoques programáticos en apoyo de sistemas nacionales, regionales e internacionales que hagan posible la adaptación y mejoren la capacidad de resistencia*<sup>27</sup>. Esta actividad ofrecería a los países orientación sobre las evaluaciones de la vulnerabilidad y sobre la forma de integrar las actividades de adaptación en los planes y políticas de desarrollo sectoriales y nacionales, además de prestar asistencia para acceder a las tecnologías necesarias para la adaptación. Gracias a su composición universal, la CMNUCC ofrece un foro único para que los países, las organizaciones y las entidades privadas intercambien experiencias y enseñanzas. Para el éxito de este proceso es esencial que participen

en él los organismos nacionales de desarrollo. Aparte de utilizar el proceso de la CMNUCC para difundir información, puede resultar útil establecer centros regionales de excelencia para catalizar las actividades locales, nacionales y regionales. Los efectos directos del cambio climático se dejan sentir en el plano local, y las medidas de respuesta deberán estar adaptadas a las circunstancias locales. Los centros regionales, con apoyo internacional, pueden promover el fomento de la capacidad, coordinar las actividades de investigación e intercambiar experiencias y prácticas óptimas.

- *El suministro de financiamiento fiable para ayudar a los países a ejecutar medidas de máxima prioridad definidas en sus estrategias nacionales de adaptación.* El financiamiento destinado a la adaptación depende en gran medida de los fondos públicos (véase el capítulo 6). Encontrar fuentes adicionales de financiamiento para la adaptación y combinarlas con el financiamiento existente para el desarrollo será esencial para la eficacia de la adaptación. Los fondos pueden provenir de donantes, de un gravamen sobre el MDL y de los impuestos o ingresos de las subastas de los derechos de emisión. Igualmente importante será definir los criterios para la asignación de los fondos y el establecimiento de mecanismos institucionales para gestionarlos (véase el capítulo 6). Interesa a todos que el financiamiento para la adaptación se asigne y se utilice de manera eficiente y equitativa, y el derroche de recursos puede minar el apoyo público a todo el programa de actividades sobre el clima.

Es posible que en el proceso de la CMNUCC se necesite un nuevo órgano para prestar asesoramiento a las partes, evaluar las estrategias nacionales de adaptación y formular criterios para la asignación de recursos. Dicho órgano

*“Hagamos todos un esfuerzo [...] ahora, antes de que sea demasiado tarde para salvar a nuestra Madre Tierra”.*

—Sonia R. Bhayani, Kenya, 8 años



Tewanat Saypan, Tailandia, 12 años

debería mantener una estrecha coordinación con otros organismos internacionales de desarrollo y actuar con suficiente independencia para evaluar de manera fidedigna las estrategias nacionales y la asignación de recursos.

Como ya se ha señalado en el presente capítulo, el actual régimen de la CMNUCC no incluye disposiciones adecuadas en materia de adaptación. El Plan de Acción de Bali presenta una gran oportunidad para racionalizar el proceso de adaptación y movilizar fondos suficientes en su apoyo.

### Notas

1. Las emisiones relacionadas con el sector energético aumentaron un 24% entre 1997 (el año en que se firmó el Protocolo de Kyoto) y 2006; véase la base de datos del CDIAC (Departamento de Energía [DOE], 2009).

2. El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) gestiona proyectos e inversiones a través de diversas organizaciones multilaterales, además de actuar como mecanismo financiero de los instrumentos internacionales sobre el medio ambiente, incluida la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). El FMAM aporta US\$17.200 millones en forma de cofinanciamiento; véase FMAM (2009).

3. Esta sección está tomada de Dubash (2009).

4. La reducción absoluta de las emisiones supone una disminución neta de las emisiones con respecto a los niveles actuales, a diferencia de un cambio en la trayectoria proyectada de las emisiones.

5. Baer, Athanasiou y Kartha, 2007. Véase también el recuadro 5.2.

6. Baumert y Winkler, 2005.

7. Burtraw y otros, 2005; Barrett, 2006.

8. Véanse "Tema especial A" y el capítulo 4.

9. Comunicación de la UE a la CMNUCC, [http://unfccc.int/files/kyoto\\_protocol/application/pdf/ecredd191108.pdf](http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/ecredd191108.pdf) (consultado el 5 de agosto de 2009).

10. Comunicaciones de la India y de China a la CMNUCC, [http://unfccc.int/files/kyoto\\_protocol/application/pdf/indiasharedvisionv2.pdf](http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/indiasharedvisionv2.pdf) y [http://unfccc.int/files/kyoto\\_protocol/application/pdf/china240409b.pdf](http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/china240409b.pdf) (consultado el 6 de julio de 2009). Para una perspectiva de la sociedad civil, véase Third World Network, "Understanding the European Commission's Climate Communication", [http://www.twinside.org.sg/title2/climate/info\\_service/2009/climate.change.20090301.htm](http://www.twinside.org.sg/title2/climate/info_service/2009/climate.change.20090301.htm) (consultado el 8 de julio de 2009).

11. Por ejemplo, el McKinsey Global Institute (2008) sugiere que con una acción concentrada en seis esferas normativas podría realizarse aproximadamente el 40% del potencial de mitigación definido en su enfoque basado en una curva de costos.

12. Dollar y Pritchett, 1998.

13. Heller y Shukla, 2003.

14. Heller y Shukla, 2003.

15. Bodansky y Diring, 2007.

16. Blanford, Richels y Rutherford, 2008; Richels, Blanford y Rutherford, de próxima publicación.

17. Winkler y otros, 2002.

18. Lewis y Diring, 2007.

19. Véanse, por ejemplo las comunicaciones a la CMNUCC de Sudáfrica ([http://unfccc.int/files/meetings/dialogue/application/pdf/working\\_paper\\_18\\_south\\_africa.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/dialogue/application/pdf/working_paper_18_south_africa.pdf)) y de la República de Corea (<http://unfccc.int/resource/docs/2006/smsn/parties/009.pdf>) (consultado en junio de 2009).

20. Comunicaciones a la CMNUCC de Sudáfrica y la República de Corea: <http://unfccc.int/resource/docs/2006/smsn/parties/009.pdf> (consultado en junio de 2009).

21. Comunicación de Sudáfrica a la CMNUCC ([http://unfccc.int/files/meetings/dialogue/application/pdf/working\\_paper\\_18\\_south\\_africa.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/dialogue/application/pdf/working_paper_18_south_africa.pdf)) (consultado en junio de 2009).

22. Por ejemplo, en sus comunicaciones a la CMNUCC, los Estados Unidos y la Unión Europea señalan que los principales países en desarrollo deberán comprometerse a formular y presentar estrategias de bajas emisiones de carbono a la CMNUCC. Véase UNFCCC/AWGLCA/2009/MISC.4, en <http://unfccc.int/resource/docs/2009/awglca6/eng/misc04p02.pdf> (consultado el 5 de agosto de 2009).

23. Akanle y otros, 2008. Véase ([http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/mechanisms/items/1673.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php)) (consultado el 8 de julio de 2009), donde figura información sobre los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto.

24. Artículo 4.1 de la CMNUCC.

25. Secretaría de la CMNUCC, ([http://unfccc.int/cooperation\\_support/least\\_developed\\_countries\\_portal/submitted\\_napas/items/4585.php](http://unfccc.int/cooperation_support/least_developed_countries_portal/submitted_napas/items/4585.php)) (consultado el 5 de agosto de 2009).

26. Decisión 2/CP.11 de la CMNUCC.

27. Grupo de Expertos Científicos sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (SEG), 2007.

### Referencias

- Akanle, T., A. Appleton, D. Bushey, K. Kulovesi, C. Spence e Y. Yamineva. 2008. *Summary of the Fourteenth Conference of Parties to the UN Framework Convention on Climate Change and Fourth Meeting of Parties to the Kyoto Protocol*. Nueva York: Instituto Internacional de Desarrollo Sostenible.
- Baer, P., T. Athanasiou y S. Kartha. 2007. *The Right to Development in a Climate Constrained World: The Greenhouse Development Rights Framework*. Berlín: Heinrich Böll Foundation, Christian Aid, EcoEquity y Stockholm Environment Institute.
- Barrett, S. 2006. "Managing the Global Commons". En *Expert Paper Series Two: Global Commons*. Estocolmo: Secretariat of the International Task Force on Global Public Goods.
- Baumert, K. y H. Winkler. 2005. "Sustainable Development Policies and Measures and International Climate Agreements". En *Growing in the Greenhouse: Protecting the Climate by Putting Development First*, ed. R. Bradley y K. Baumert. Washington, DC: Instituto de Recursos Mundiales.
- 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". Kennedy School, Documento para discusión 08-06, Harvard Project on International Climate Agreements, Cambridge, MA.
- Bodansky, D. y E. Diringer. 2007. "Towards an Integrated Multi-Track Framework". Centro Pew sobre Cambio Climático Mundial, Arlington, VA.
- 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>". Documento para discusión 05-05. Resources for the Future, Washington, DC.
- Calvin, K., L. Clarke, E. Diringer, J. Edmonds y M. Wise. 2009. "Modeling Post-2012 Climate Policy Scenarios". Centro Pew sobre Cambio Climático Mundial, Arlington, VA.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 2005. *Caring for Climate: A Guide to the Climate Change Convention and the Kyoto Protocol*. Bonn: CMNUCC.
- DOE (Departamento de Energía). 2009. "Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC)". Oak Ridge, TN.
- Dollar, D. y L. Pritchett. 1998. *Assessing Aid: What Works, What Doesn't and Why*. Oxford, RU: Oxford University Press.
- Dubash, N. 2009. "Climate Change through a Development Lens". Documento de antecedentes para el IDM 2010.
- FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial). 2009. "Focal Area: Climate Change", Fact Sheet, FMAM, Washington, DC, junio.
- Heller, T. y P. R. Shukla. 2003. "Development and Climate Change: Engaging Developing Countries". En *Beyond Kyoto: Advancing the International Effort against Climate Change*, ed. J. E. Aldy, J. Ashton, R. Baron, D. Bodansky, S. Charnovitz, E. Diringer, T. C. Heller, J. Pershing, P. R. Shukla, L. Tubiana, F. Tudela y X. Wang. Arlington, VA: Centro Pew sobre Cambio Climático Mundial.
- Jiahua, P. y C. Ying. 2008. "Towards a Global Climate Regime". *China Dialogue*, diciembre 10. <http://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/2616>.
- Lewis, J. y E. Diringer. 2007. "Policy-Based Commitments in a Post-2012 Framework". Documento de trabajo, Centro Pew sobre Cambio Climático Mundial, Arlington, VA.
- McKinsey Global Institute. 2008. *The Carbon Productivity Challenge: Curbing Climate Change and Sustaining Economic Growth*. McKinsey & Company.
- Meyer, A. 2001. *Contraction and Convergence: The Global Solution to Climate Change*. Totnes, Devon: Green Books on behalf of the Schumacher Society.
- Richels, R. G., G. J. Blanford y T. F. Rutherford. De próxima publicación. "International Climate Policy: A Second Best Solution for a Second Best World?". *Climate Change Letters*.
- SEG (Grupo de Expertos Científicos sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible). 2007. *Confronting Climate Change: Avoiding the Unmanageable and Managing the Unavoidable*. Washington, DC: Sigma Xi y Fundación pro Naciones Unidas.
- Winkler, H., R. Spalding-Fecher, S. Mwakasonda y O. Davidson. 2002. "Sustainable Development Policies and Measures: Starting from Development to Tackle Climate Change". En *Building on the Kyoto Protocol: Options for Protecting the Climate*, ed. K. A. Baumert, O. Blanchard, S. Llosa y J. Perkaus. Washington, DC: Instituto de Recursos Mundiales.

*La interacción entre el régimen de comercio internacional y el de cambio climático puede llegar a tener repercusiones muy importantes para los países en desarrollo. Aunque existen razones positivas para buscar sinergias entre los dos regímenes y para hacer converger políticas que estimulen la producción, el comercio y la inversión en tecnologías más limpias, en las negociaciones mundiales sobre el clima se ha hecho más hincapié en utilizar las medidas comerciales como sanciones.*

Este hincapié en las sanciones deriva principalmente de la preocupación por la competitividad de algunos países que están haciendo grandes esfuerzos para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y cumplir las metas previstas en el Protocolo de Kyoto para 2012 y después de esa fecha. Estas inquietudes han dado lugar a propuestas de ajustes a los aranceles o los impuestos de frontera para contrarrestar los efectos adversos de limitar las emisiones de CO<sub>2</sub>. También existe inquietud por un traslado de industrias que emiten grandes cantidades de carbono hacia países que no aplican el Protocolo de Kyoto.

Mejorar el bienestar humano actual y futuro es un objetivo general que comparten los regímenes de comercio mundial y de cambio climático. Así como la Organización Mundial del Comercio (OMC) reconoce la importancia de intentar “proteger y preservar el medio ambiente”<sup>1</sup>, en el Protocolo de Kyoto se establece que las Partes “se empeñarán en aplicar las políticas y medidas [...] de tal manera que se reduzcan al mínimo los efectos adversos [...] en el comercio internacional”. En varias secciones de la CMNUCC se menciona la misma idea, y en la declaración ministerial de Doha de la OMC se señala específicamente que “los objetivos de respaldar y salvaguardar un sistema multilateral de comercio abierto y no discriminatorio y de actuar para la protección del medio ambiente y la promoción del desarrollo sostenible pueden y deben apoyarse mutuamente”<sup>2</sup>. En ambos tratados, por lo tanto, se reconoce y respeta el mandato del otro instrumento.

No obstante, con los años, los programas relativos al cambio climático y al comercio han evolucionado en general de manera independiente, a pesar de que sus objetivos se respaldan mutuamente y de que existe la posibilidad de lograr sinergias. Aunque el Protocolo de Kyoto puede haber puesto de manifiesto algunos conflictos entre crecimiento económico y protección del medio ambiente, sus objetivos también ofrecen la posibilidad de establecer una convergencia entre políticas de desarrollo y de energía, de forma tal de estimular la producción, el comercio

y la inversión en alternativas tecnológicas menos contaminantes.

Los intentos recientes por unir los dos programas han recibido sobradas muestras de escepticismo. A pesar de que en la reunión de ministros de comercio celebrada en Bali en 2007, en el marco de la Conferencia de las Partes en la CMNUCC, hubo amplio consenso acerca de que los regímenes comercial y climático podían respaldarse mutuamente en varias esferas, también se señaló que podría producirse cierta tensión entre ellos, especialmente en el contexto de las negociaciones sobre los compromisos relativos al clima posteriores al Protocolo de Kyoto.

Una percepción general de los países en desarrollo es que todo debate sobre cuestiones relativas al cambio climático (y, más ampliamente, cuestiones ambientales) en las negociaciones comerciales podría conducir a un “proteccionismo ecológico” por parte de los países de ingreso alto, que iría en perjuicio de sus perspectivas de crecimiento. Esos países se han resistido a los intentos por incluir las cuestiones climáticas en el ámbito del comercio, aduciendo que el tema del cambio climático corresponde principalmente a la órbita de la CMNUCC y, por tanto, debe negociarse en ese contexto. Incluso en la OMC se ha observado una reticencia general a ampliar el mandato sobre el clima mientras no exista una directiva de la CMNUCC al respecto. Es notable que, a pesar de todos estos argumentos, cada vez más acuerdos regionales de comercio (en muchos intervienen países en desarrollo) cuentan con disposiciones ambientales complejas. No obstante, existen pocos datos que demuestren que esas disposiciones hayan contribuido de manera significativa a lograr resultados ambientales positivos<sup>3</sup>. Además, los acuerdos regionales sobre comercio pueden contribuir muy poco a hacer frente a las cuestiones ambientales que requieren soluciones mundiales, como en el caso del cambio climático.

### Últimos avances

La propuesta de utilizar sanciones comerciales para promover la adopción de medidas relativas al cambio climático en los países continúa teniendo vigencia y

ha ganado terreno en medio de la actual crisis financiera. Todos los proyectos de ley sobre políticas energéticas y climáticas presentados recientemente al Congreso de los Estados Unidos contemplan sanciones comerciales o aranceles (o instrumentos equivalentes) para determinados bienes provenientes de países que no imponen controles a las emisiones de carbono. De manera similar, en los planes de la Comisión Europea para reforzar el régimen de reducción de gases de efecto invernadero en Europa también se reconoce el riesgo de que la nueva legislación pueda poner en desventaja competitiva a las empresas europeas, en comparación con las de países que tienen leyes menos estrictas de protección contra el cambio climático.

La imposición de medidas en la frontera por razones ambientales es un tema que se ha discutido ampliamente en distintas publicaciones jurídicas y económicas. La OMC y otros acuerdos comerciales permiten “excepciones” a medidas comerciales que podrían violar las reglas del libre comercio pero que pueden considerarse necesarias o estar relacionadas con actividades de protección ambiental o conservación de recursos naturales no renovables, en la medida en que no constituyan un medio de discriminación ni una restricción encubierta al comercio internacional<sup>4</sup>. A menudo las medidas comerciales se justifican como mecanismo para garantizar el cumplimiento de acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente (AMMA). De hecho, algunos AMMA, como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres y el Convenio de Basilea, utilizan restricciones comerciales como medio para lograr sus objetivos, y todas las partes en los AMMA las aceptan. Sin embargo, en el caso del cambio climático puede producirse una situación especialmente difícil al intentar determinar la compatibilidad de las medidas comerciales con la política relativa al cambio climático si se aplican medidas unilaterales basadas en las políticas nacionales, o normas para productos basadas en los métodos de proceso y producción, o ambas cosas. La otra cuestión relativa a los “ajustes



## RECUADRO TEC.1 Impuesto al carbono virtual

¿Los impuestos al carbono deberían aplicarse donde se producen las emisiones o donde se consumen los bienes, teniendo en cuenta el carbono “implícito” o “virtual” que éstos contienen (la cantidad de carbono emitida para producir y entregar el bien)? Muchos de los principales países exportadores argumentan que se los penalizaría con un impuesto al carbono en el punto de emisión, cuando en realidad buena parte de ese carbono se emite durante la producción de bienes para exportación, bienes que aprovechan consumidores de otros países. A partir del análisis de los flujos del carbono en un cuadro multirregional de insumos y productos, en el gráfico se muestra que China y la Federación de Rusia son exportadores netos de carbono virtual, mientras que la Unión Europea, los Estados Unidos y Japón son importadores netos.

De todos modos, los países que impongan un tributo al carbono se preocuparán por la competitividad y los efectos de la transferencia de las emisiones de carbono de un país a otro si otros países no siguen sus pasos, y pueden llegar a aplicar impuestos a las importaciones de carbono virtual para estar en igualdad de condiciones. En el cuadro se muestran los aranceles reales que los países deberían pagar además de los aranceles actuales si se aplicara un impuesto de US\$50 por tonelada de CO<sub>2</sub> al contenido de carbono virtual de los bienes y servicios importados.

### Arancel medio sobre las importaciones de bienes y servicios si se incluye un impuesto al carbono virtual de US\$50 por tonelada de CO<sub>2</sub> (Porcentaje)

		Países importadores										
		Brasil	Canadá	China	UE-15	India	Japón	México	Federación Rusa	Estados Unidos	Sudáfrica	Promedio
Países exportadores	Brasil	0,0	3,4	3,2	3,2	2,8	4,0	2,7	2,6	3,0	2,9	3,1
	Canadá	4,5	0,0	3,4	3,4	3,7	3,2	2,8	2,8	2,6	3,0	2,8
	China	12,1	10,5	0,0	10,5	13,4	10,4	9,9	10,0	10,3	11,1	10,5
	UE-15	1,6	1,1	1,1	0,0	1,3	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
	India	8,3	7,8	9,2	7,7	0,0	6,8	8,1	8,7	7,9	5,3	7,8
	Japón	1,4	1,3	1,5	1,4	1,6	0,0	1,4	1,4	1,2	1,3	1,4
	México	3,5	2,1	4,2	4,0	10,8	4,0	0,0	4,1	1,7	3,5	2,1
	Federación Rusa	18,0	14,3	12,4	11,8	12,8	11,3	14,7	0,0	10,4	15,9	11,7
	Estados Unidos	3,3	3,0	3,1	3,1	3,3	3,0	2,8	2,8	0,0	3,2	3,0
	Sudáfrica	15,9	10,1	10,6	9,8	11,5	11,4	16,6	7,9	8,9	0,0	10,1
	Promedio	3,7	2,9	2,2	5,0	4,5	4,8	3,3	2,6	3,0	2,9	

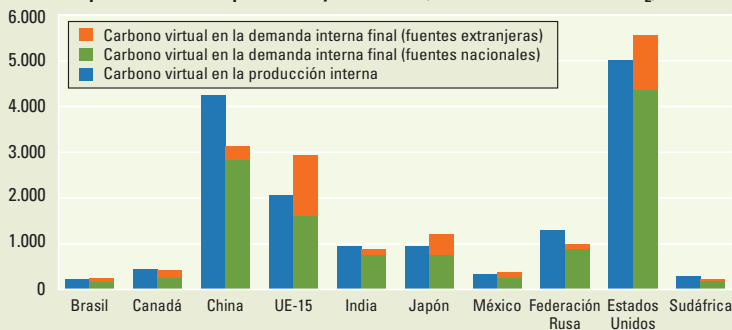
Fuente: Atkinson y otros, 2009.

Nota: la última columna corresponde al arancel medio ponderado en función del comercio mundial que debe afrontar el país exportador; en la última fila se presenta el arancel medio ponderado en función del comercio mundial que aplica el país importador.

fiscales en la frontera” que ha recibido poca atención es la necesidad de determinar qué pasaría con los ingresos generados. Si se devuelven íntegramente al país gravado, la economía política podría ser muy diferente; no sería lo mismo si lo recaudado quedara en el país que impone el tributo.

Pero los expertos en cuestiones jurídicas no coinciden a la hora de determinar si un impuesto al carbono implícito sería com-

### Emisiones provenientes de la producción y el consumo (millones de toneladas de CO<sub>2</sub>)



Fuente: Atkinson y otros, 2009.

Nota: la altura de la barra azul equivale a las emisiones totales resultantes de la producción de bienes y servicios; la barra verde representa la cantidad de carbono emitido en el país para satisfacer la demanda interna final (carbono virtual de fuentes nacionales); la barra naranja corresponde a la cantidad de carbono emitido en el extranjero para satisfacer la demanda interna final (carbono virtual de fuentes extranjeras). Si la altura de la barra azul es mayor que la suma de las otras dos barras, el país es un exportador neto de carbono virtual.

Una cifra de US\$50 por tonelada de CO<sub>2</sub> está en consonancia con las experiencias recientes: los permisos de emisión del régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea llegaron a €35 en 2008. Por tanto, del cuadro se desprende que las tasas arancelarias al carbono virtual para los países en desarrollo podrían ser considerables si los países siguen ese camino.

Sin embargo, la imposición unilateral de aranceles al carbono virtual sería, claramente, una fuente de fricción que dañaría a un sistema comercial internacional que ya sufre los embates de la actual crisis financiera. De abrirse las

puertas a los impuestos en la frontera relacionados con el cambio climático, se observaría una proliferación de medidas comerciales sobre otras esferas en las que se considera que las condiciones no son equitativas. Medir con precisión el carbono virtual sería extremadamente complejo y daría lugar a controversias. Además, la aplicación de aranceles al carbono virtual podría perjudicar a países de ingreso bajo que tienen escasa responsabilidad en el problema del cambio climático.

Fuente: Atkinson y otros, 2009.

patible con la reglamentación comercial internacional, ya que hasta el momento la OMC no ha emitido disposiciones claras al respecto. No obstante, las propuestas recientes podrían tener consecuencias considerables para el comercio de manufacturas en los países en desarrollo (véase el recuadro TEC.1).

Muchos países de ingreso alto también manifiestan su preocupación de que un

plan que exima de los límites de emisiones a los países en desarrollo sería ineficaz porque los sectores con grandes emisiones de carbono simplemente trasladarían sus operaciones a uno de los países exentos. Ese traslado no sólo limitaría los beneficios ambientales del Protocolo de Kyoto, sino que también influiría en la competitividad de las industrias de los países de ingreso alto. La competitividad internacional es una

preocupación importante para los sectores de alto consumo de energía, como los de producción de cemento y sustancias químicas. Esto hace recordar el debate sobre los países que permiten la contaminación sin restricciones, que ocupó la atención de todas las publicaciones sobre comercio y medio ambiente del decenio de 1990.

En un estudio reciente del Banco Mundial se analizaron datos empíricos para determinar si algunas industrias con grandes emisiones de carbono podrían haber cambiado su ubicación geográfica debido a políticas climáticas más estrictas, principalmente en países de ingreso alto. Uno de los factores que influyen en las operaciones de los sectores de alto consumo energético es, por lo general, el precio relativo de la energía, además de los costos de la tierra y la mano de obra. En el estudio se utilizaron coeficientes de importación-exportación de la producción con uso intensivo de energía en países de ingreso alto y países de ingreso bajo y mediano como indicador de cualquier cambio en la estructura de producción y comercio (véase el gráfico TEC.1)<sup>5</sup>. Estos coeficientes muestran que existe una tendencia ascendente en los países de ingreso alto y descendente en los de ingreso bajo y mediano. Aunque esta observación no es concluyente, parece indicar que ya se puede estar produciendo la reubicación de industrias con uso intensivo de la energía en países donde no existen toques máximos para las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, el coeficiente todavía es inferior a 1 en los países de ingreso alto y superior a 1 en los países en desarrollo; esto da a entender que los países de ingreso alto continúan siendo exportadores netos y que los países en desarrollo todavía son importadores netos de productos cuya elaboración requiere un alto consumo de energía.

De forma similar, las empresas de algunos países de ingreso alto están adoptando las “etiquetas de carbono” como mecanismo para mitigar el cambio climático. El etiquetado de carbono consiste en medir las emisiones de carbono que resultan de la producción de bienes y servicios, y transmitir esa información a los consumidores y a los encargados de tomar las decisiones sobre fuentes de abastecimiento en las empresas. Es posible que con planes bien diseñados se puedan crear incentivos para que la producción en las distintas etapas de la cadena de suministro se traslade a lugares de menor emisión de carbono. Así, el etiquetado del

carbono podría ser un instrumento que permita a los consumidores unirse a la lucha contra el cambio climático mediante sus preferencias adquisitivas, si así lo desean.

La desventaja de los programas de etiquetas de carbono es que probablemente tengan un efecto significativo en las exportaciones de los países de ingreso bajo<sup>6</sup>. Se teme que los países de ingreso bajo tengan mayores dificultades para exportar en un mundo limitado por las cuestiones climáticas, donde deban medirse las emisiones de carbono y sea necesario obtener una certificación para participar en el sistema de comercio que aplica las etiquetas de carbono. Las exportaciones de los países de ingreso bajo dependen habitualmente del transporte de larga distancia; las producen empresas relativamente pequeñas y establecimientos agrícolas de tamaño reducido que tendrán dificultades para participar en programas complejos de etiquetado del carbono.

Hay una gran falta de conocimientos basados en estudios científicos sobre la estructura de las emisiones de carbono a lo largo de las cadenas de suministro internacionales que incluyen a los países de ingreso bajo. El reducido número de estudios existentes da a entender que los patrones de las emisiones son extremadamente complejos, y una conclusión importante es que la ubicación geográfica por sí sola no es un indicador suficiente de las emisiones, porque las condiciones de producción favorables pueden contrarrestar con creces la desventaja del transporte. Por ejemplo, las rosas que se producen en Kenya, se envían por aviación y se venden en Europa se asocian con emisiones de carbono muy

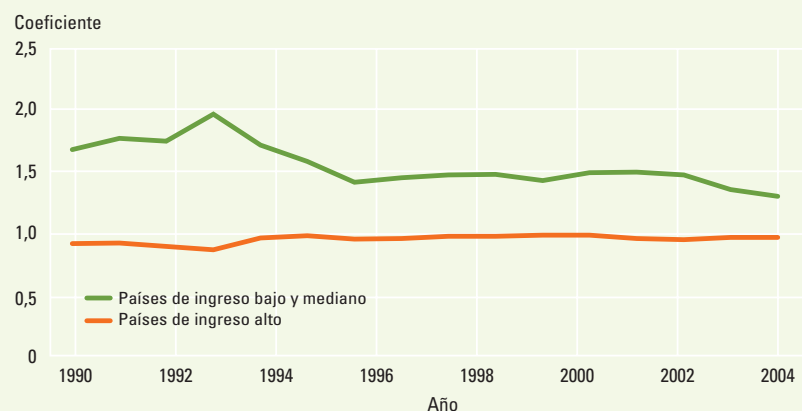
inferiores que las de las rosas que se producen en los Países Bajos.

En el diseño y la aplicación de los programas de etiquetas de carbono también se deben considerar varios desafíos técnicos complejos<sup>7</sup>. En primer lugar, si se utilizan datos secundarios proporcionados por los productores de países ricos para calcular las emisiones de carbono de los productores de países de ingreso bajo, se pasará por alto el hecho de que las tecnologías que se aplican en ambos grupos de países son muy diferentes. Una segunda cuestión técnica se relaciona con el uso de factores de emisión –la cantidad de carbono emitida durante etapas específicas de la manufactura y el uso de los productos– y el modo en que deberían calcularse. El tercer problema es la determinación de los límites del sistema, que definen el alcance de los procesos incluidos en la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero. El cálculo de la huella de carbono de un sistema, producto o actividad también dependerá de dónde se tracen esos límites.

## El programa positivo

La otra esfera en la que se han superpuesto recientemente el comercio y el clima es la de transferencia de tecnología. Dadas las limitaciones del Mecanismo para un Desarrollo Limpio en lo que respecta a determinar el tipo y la magnitud de la transferencia de tecnología necesaria para hacer frente al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo en desarrollo (véase el capítulo 6), se ha sugerido que una forma de acelerar la transferencia de tecnología podría ser ampliar las reglas de comercio e inversión<sup>8</sup>. La liberalización del

**Gráfico TEC.1 Coeficiente entre importación y exportación de productos cuya fabricación requiere un alto consumo de energía en países de ingreso alto y en países de ingreso bajo y mediano**



Fuente: Banco Mundial, 2008.

comercio de bienes y servicios ambientales ha formado parte del programa de la Ronda de Doha de la OMC desde el comienzo. Todos los miembros de la OMC concuerdan en que la liberalización del comercio de bienes ambientales debería estar orientada a la protección del medio ambiente. De todos modos, no se ha logrado demasiado debido a que los países en desarrollo y los países de ingreso alto tienen percepciones diferentes acerca de qué bienes se deben liberalizar y cómo hacerlo.

Se han realizado esfuerzos, incluidos los del Banco Mundial<sup>9</sup>, por hacer avanzar estas negociaciones señalando bienes y servicios que no inciden en el clima y que actualmente se enfrentan a barreras arancelarias y no arancelarias, y por dar prioridad a la eliminación de esas barreras a través de las negociaciones de la OMC. Este proceso ha sido difícil porque los miembros de la OMC aún no han llegado a un acuerdo sobre una definición de “bienes y servicios inocuos para el clima” que contribuya al logro de los objetivos de las políticas relativas al cambio climático y genere una distribución equilibrada de beneficios comerciales entre los miembros. Dos esferas específicamente controvertidas son las tecnologías “de uso dual” que pueden utilizarse para reducir las emisiones y para satisfacer otras necesidades de los consumidores, y los productos agrícolas, que están atascados en una parte muy discutida de las negociaciones de Doha.

La otra cuestión que suele pasarse por alto es el enorme potencial de comercio en el campo de las tecnologías limpias entre países en desarrollo (comercio sur-sur). Históricamente, los países en desarrollo han sido importadores de tecnologías no contaminantes, mientras que los países de ingreso alto las han exportado. Sin embargo, como consecuencia de que en los países en desarrollo ha mejorado el clima para las inversiones y el número de consumidores ha aumentado exponencialmente, estas naciones se han convertido en participantes cada vez más importantes en el desarrollo de tecnologías limpias<sup>10</sup>. Un avance clave en el mercado mundial de la energía eólica es la incorporación de China como actor de peso, tanto en lo que respecta a la producción como a la inversión en capacidad eólica adicional. Del mismo modo, otros países en desarrollo se han transformado en productores de tecnologías de energía renovable. La capacidad de producción de células solares fotovoltaicas de India se ha multiplicado

varias veces durante los últimos cuatro años, y Brasil continúa siendo un líder mundial en fabricación de biocombustibles. Estos progresos instan a liberalizar el comercio bilateral de tecnologías limpias que también podrían facilitar la transferencia activa de tecnología sur-sur en el futuro.

### El futuro del comercio y el cambio climático

Por lo general, los países se han mostrado reticentes a acercar los regímenes de comercio y clima por miedo a que uno asfixie al otro. Esto es lamentable porque el comercio de tecnologías de energía limpia podría ofrecer una oportunidad económica a los países en desarrollo que se perfilan como importantes productores y exportadores de estas tecnologías.

Es posible lograr avances en el régimen comercial, aun en temas muy complejos. El éxito del acuerdo sobre tecnología de la información de la OMC (1997) hace pensar que la aplicación de un acuerdo sobre bienes y tecnologías inocuos para el clima debe seguir un proceso gradual para permitir que los países en desarrollo aborden progresivamente la liberalización, que incluye aumentar la eficiencia de la administración del servicio de aduanas y unificar las clasificaciones aduaneras de bienes inocuos para el clima. Esto debería respaldarse con un conjunto de medidas de asistencia financiera y técnica. Es un riesgo posponer la aplicación del programa de comercio y clima hasta otra extensa ronda de negociaciones de la OMC, posterior a la de Doha, porque existe un peligro inminente de que se hagan realidad las sanciones comerciales relacionadas con el cambio climático como las que se han propuesto en los Estados Unidos y la Unión Europea.

Si las medidas comerciales relativas al cambio climático se arraigan lo suficiente, los países en desarrollo pueden aprovechar las negociaciones sobre comercio y clima para ejercer presión, o pueden optar por adaptarse a las nuevas políticas y normas impuestas por sus principales asociados comerciales, a fin de mantener el acceso a sus mercados. En cualquier caso, los países en desarrollo deberán fortalecer su capacidad para comprender mejor estos acontecimientos y responder a ellos. Además, es fundamental reconocer la necesidad de promover la transferencia tecnológica y financiera en el contexto de cualquier acuerdo internacional sobre comercio y cambio climático.

Si bien se podrían obtener muchos beneficios del acercamiento entre los regímenes de comercio y cambio climático, no se debe subestimar la posibilidad de que ciertas medidas puedan afectar al régimen comercial internacional, como la aplicación unilateral de impuestos al carbono en la frontera, especialmente porque el peso de la carga recaerá sobre todo en los países en desarrollo. Por eso, éstos necesitan asegurarse de que el logro de los objetivos climáticos mundiales sea compatible con un sistema de comercio multilateral que continúe siendo justo, abierto y reglamentado, lo cual constituirá la base para su crecimiento y desarrollo. Los países desarrollados también tienen mucho en juego en lo que respecta al sistema de comercio multilateral y son responsables de garantizar su preservación.

### Notas

1. Preámbulo del Acuerdo de Marrakech que dio origen a la OMC en 1995.
2. Citado en Banco Mundial, 2008.
3. Gallagher, 2004.
4. Véase el artículo XX b) y g) del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (OMC, 1986).
5. Banco Mundial, 2008.
6. Brenton, Edwards-Jones y Jensen, 2009.
7. Brenton, Edwards-Jones y Jensen, 2009.
8. Brewer, 2007.
9. Banco Mundial, 2008.
10. Banco Mundial, 2008.

### Referencias

- Atkinson, G., K. Hamilton, G. Ruta y D. van der Mensbrugge. 2009. “Trade in Virtual Carbon: Empirical Results and Implications for Policy”. Documento de antecedentes para el *IDM 2010*.
- Banco Mundial. 2009. *Comercio internacional y cambio climático: perspectivas económicas, legales e institucionales*. Bogotá: Banco Mundial y Mayol Ediciones.
- Brenton, P., G. Edwards-Jones y M. Jensen. 2009. “Carbon Labeling and Low Income Country Exports: An Issues Paper”. *Development Policy Review* 27 (3): 243–267.
- Brewer, T. L. 2007. “Climate Change Technology Transfer: International Trade and Investment Policy Issues in the G8+5 Countries”. Documento preparado para el G8+5 Climate Change Dialogue, Georgetown University, Washington, DC.
- Gallagher, K. P. 2004. *Free Trade and the Environment: Mexico, NAFTA and Beyond*. Palo Alto, CA: Stanford University Press.
- OMC (Organización Mundial del Comercio). 1986. *Text of the General Agreement on Tariffs and Trade 1947*. Ginebra: OMC.



## Generar el financiamiento necesario para la mitigación y la adaptación

Los países desarrollados deben tomar la iniciativa en la lucha contra el cambio climático. Pero la mitigación no será ni eficaz ni eficiente si no se encaran medidas de reducción de emisiones en los países en desarrollo. Estos son dos mensajes clave de los capítulos anteriores. Pero hay un tercer aspecto crucial para abordar el desafío del cambio climático: la equidad. Un enfoque equitativo sobre el problema de limitar las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero debe reconocer que los países en desarrollo tienen necesidades legítimas de crecimiento, que dicho crecimiento puede verse amenazado por el cambio climático y que, históricamente, esos Estados han contribuido muy poco a generar el problema.

Los flujos de financiamiento para medidas contra el cambio climático provenientes de los países desarrollados y dirigidos a las naciones

en desarrollo (ya sean transferencias fiscales o transacciones de mercado) constituyen el modo más destacado de reconciliar la equidad con la eficacia y la eficiencia a la hora de abordar el problema climático. Dichos flujos pueden ayudar a los países en desarrollo a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse a las consecuencias del cambio climático. Asimismo, surgirán necesidades de financiamiento vinculadas con la creación y difusión de nuevas tecnologías. La mitigación, la adaptación y la creación de tecnologías deben efectuarse de manera tal que permitan a los países en desarrollo continuar creciendo y reducir la pobreza. Por este motivo son tan esenciales los flujos de financiamiento adicional hacia las naciones en desarrollo.

Los fondos que se requieren para solventar la mitigación, la adaptación y las tecnologías son sumamente cuantiosos. En los países en desarrollo, la mitigación podría costar entre US\$140.000 millones y US\$175.000 millones anuales durante los próximos 20 años (con necesidades de financiamiento conexas de entre US\$265.000 millones y US\$565.000 millones). En el período comprendido entre 2010 y 2050, las inversiones en adaptación podrían llegar a un promedio anual de entre US\$30.000 millones y US\$100.000 millones (en cifras redondas). Estos montos son comparables con la asistencia para el desarrollo que se brinda en la actualidad, que asciende aproximadamente a US\$100.000 millones al año. No obstante, los esfuerzos por reunir financiamiento para tareas de mitigación y adaptación han sido penosamente insuficientes, puesto que representan menos de un 5% de las necesidades previstas.

Al mismo tiempo, los instrumentos de financiamiento existentes muestran ineficiencias y

### Mensajes clave

El financiamiento de las iniciativas 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 dicho financiamiento están lejos de cubrir las necesidades estimadas: el total de fondos dirigidos a medidas contra el cambio climático en los países en desarrollo asciende en la actualidad a US\$10.000 millones anuales, mientras que, según las proyecciones, el monto anual que se requerirá en 2030 para actividades de adaptación será de entre US\$30.000 millones y US\$100.000 millones, y en el caso de la mitigación, entre US\$140.000 millones y US\$175.000 millones, con un financiamiento conexo necesario que oscilará entre US\$265.000 millones y US\$565.000 millones. Para salvar este déficit, se deben reformar los mercados del carbono existentes y aprovechar nuevas fuentes de recursos, como los impuestos al carbono. La fijación de precios para el carbono 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 obstaculizar el crecimiento y la reducción de la pobreza en los países en desarrollo en un mundo con restricciones a la emisión de carbono.

límites claros. Las contribuciones de los gobiernos de países de ingreso alto son fragmentarias y se ven afectadas por los caprichos de los ciclos fiscales y políticos. A pesar de su éxito, el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), la principal fuente de financiamiento de actividades de mitigación existente hasta ahora para los países en desarrollo, presenta defectos de diseño y límites administrativos y operativos. El margen para recaudar recursos para actividades de adaptación a través del MDL –actualmente la mayor fuente de ingresos del Fondo de Adaptación– es, en consecuencia, también limitado.

Por tanto, se deberá recurrir a nuevas fuentes. Los gobiernos deberán entrar en escena, pero será igualmente importante que se desarrollen nuevos mecanismos de financiamiento innovadores y se movilice la inversión privada. El sector privado jugará un papel fundamental en el financiamiento de la mitigación a través de los mercados del carbono e instrumentos conexos. No obstante, los fondos públicos u otras formas de financiamiento internacional constituirán un complemento importante para fortalecer la capacidad, corregir las imperfecciones del mercado y centrar la atención en esferas que éste haya descuidado. El financiamiento privado también será importante para las actividades de adaptación, puesto que serán los agentes privados –hogares y empresas– quienes cargarán con gran parte del peso en este sentido. Pero una adaptación adecuada se relaciona muy estrechamente con un desarrollo adecuado, y los que más necesitan asistencia para adaptarse al cambio climático son los pobres y los grupos desfavorecidos del mundo en desarrollo. Esto significa que el financiamiento público jugará un papel fundamental.

Además de recaudar fondos adicionales, será esencial utilizar los recursos disponibles con más eficacia. Para esto, es necesario explorar las sinergias con los flujos de financiamiento actuales, incluida la asistencia para el desarrollo, y coordinar la ejecución. La magnitud de los déficits de financiamiento, la diversidad de las necesidades y las diferencias entre las circunstancias de cada país exigen una amplia gama de instrumentos. Las inquietudes acerca de la eficacia y la eficiencia implican que el financiamiento destinado a medidas de lucha contra el cambio climático debe recaudarse e invertirse de manera coherente.

Las necesidades de financiamiento se vinculan con el alcance del eventual acuerdo internacional sobre el cambio climático y el

momento en que se produzca. La magnitud del costo de la adaptación dependerá directamente de la eficacia de dichos acuerdos. En lo que respecta a la mitigación, en el capítulo 1 se muestra que, si se demora la reducción de emisiones, ya sea en los países desarrollados o en desarrollo, se corre el riesgo de incrementar enormemente el costo que supone limitar el calentamiento de la Tierra. En el “Panorama general” se indica que, si se adoptara una trayectoria de “costo mínimo” a nivel mundial para estabilizar el clima, gran parte de la mitigación necesaria (65% o más)<sup>1</sup> se produciría en los países en desarrollo. El costo de limitar el calentamiento global puede, por ende, reducirse significativamente si los países de ingreso alto brindan incentivos financieros suficientes para que las naciones en desarrollo adopten caminos de crecimiento con niveles más bajos de emisión de carbono. No obstante, como se señala en otros capítulos, si se pretende que esto ocurra, dicho financiamiento deberá combinarse con acceso a la tecnología y fortalecimiento de la capacidad.

En el presente capítulo se analiza el problema de reunir el financiamiento suficiente para reducir las emisiones y lidiar con los impactos de los cambios inevitables. Se evalúa también la brecha entre las necesidades de financiamiento previstas para actividades de mitigación y adaptación y las fuentes de recursos disponibles hasta 2012. Se examinan asimismo las ineficiencias de los instrumentos actuales de financiamiento vinculado con el clima y se analizan las posibles fuentes de recursos más allá de las disponibles hoy (cuadro 6.1). Por último, se presentan modelos para incrementar la eficacia de los esquemas existentes, en particular el MDL, y para asignar los fondos destinados a la adaptación. En todo el capítulo se hace hincapié en las necesidades de financiamiento de los países en desarrollo, donde las cuestiones relativas a la eficacia, la eficiencia y la equidad confluyen.

### El déficit de financiamiento

Abordar con éxito el cambio climático costará billones de dólares. El monto exacto dependerá de cuán ambiciosa sea la respuesta en el plano mundial, el modo en que esté estructurada, cómo se distribuyan las medidas en el tiempo, con cuánta eficacia se implementen, dónde se produzca la mitigación y cómo se recaude el dinero. Los que cargarán los costos serán la comunidad internacional, los gobiernos nacionales, los gobiernos locales, las empresas y los hogares.

**Cuadro 6.1 Instrumentos actuales de financiamiento vinculados con el clima**

Tipo de instrumento	Mitigación	Adaptación	Investigación, desarrollo y difusión
<b>Mecanismos basados en el mercado</b> , para bajar los costos de las medidas contra el clima y crear incentivos	Comercio de emisiones (MDL, AC, voluntario), certificados comercializables de energía renovable, instrumentos de deuda (bonos)	Seguros (consorcios, índices, instrumentos derivados vinculados con el clima, bonos de catástrofe), pago por servicios de ecosistemas, instrumentos de deuda (bonos)	
<b>Recursos provenientes de donaciones y el financiamiento en condiciones concesionarias</b> (impuestos y contribuciones que incluyen la asistencia oficial al desarrollo y la filantropía), para poner a prueba nuevas herramientas, ampliar y propiciar la acción y servir de capital inicial para movilizar al sector privado	GEF, FTL, UN-REDD, PlnS, FRECPB	Fondo de Adaptación, FMAM, FPMA, FEC, PPACC y otros fondos bilaterales y multilaterales	FMAM, Fondo para la Tierra del FMAM e CFI, GEEREF
<b>Otros instrumentos</b>	Incentivos fiscales (beneficios impositivos para las inversiones, préstamos subsidiados, impuestos o subsidios específicos, créditos a la exportación), normas y parámetros (incluidas las etiquetas), premios a la innovación y compromisos anticipados de mercado, y convenios sobre comercio y tecnología		

Fuente: Equipo a cargo de la elaboración del IDM.

Nota: AC = Aplicación Conjunta; FECC = Fondo Especial para el Cambio Climático (CMNUCC/FMAM); FMAM = Fondo para el Medio Ambiente Mundial; FPMA = Fondo para los Países Menos Adelantados (CMNUCC/FMAM); FRECPB = Fondo para Reducir las Emisiones de Carbono mediante la Protección de los Bosques; FTL = Fondo para una Tecnología Limpia; GEEREF = Fondo Mundial para la Eficiencia Energética y las Energías Renovables (Unión Europea); CFI = Corporación Financiera Internacional; MDL = Mecanismo para un Desarrollo Limpio; PlnS = Programa de Inversión en Silvicultura; PPACC = Programa Piloto sobre la Capacidad de Adaptación al Cambio Climático; UN-REDD = Programa de las Naciones Unidas de Reducción de las Emisiones Debidas a la Deforestación y la Degradación Forestal.

### La necesidad de financiamiento

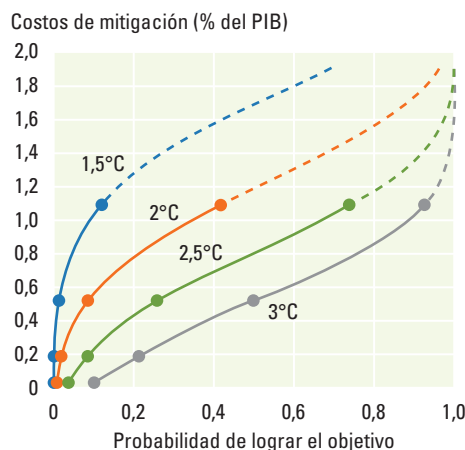
Según el IPCC, que analizó las estimaciones sobre costos en su cuarta evaluación, el costo de reducir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero en un 50% para 2050 podría situarse entre un 1 y un 3% del PIB<sup>2</sup>. Ese es el recorte mínimo que la mayoría de los científicos cree necesario para tener una probabilidad razonable de limitar el calentamiento de la Tierra en torno a los 2°C por encima de las temperaturas preindustriales (véase el “Panorama general”).

Pero las decisiones en materia de políticas influyen en los costos de la mitigación. Éstos se incrementan marcadamente con el nivel de exigencia del objetivo de reducción de emisiones y con el grado de certeza respecto de poder lograrlo (gráfico 6.1). Los costos mundiales de la mitigación también serán más elevados si el mundo se aleja de la trayectoria de reducción de emisiones con costo mínimo. Como se explica en capítulos anteriores, si no se incluye a los países en desarrollo en las medidas iniciales de mitigación, los costos mundiales se incrementarán significativamente (esta consideración llevó a la creación del MDL en el marco del Protocolo de Kyoto). De manera semejante, si no se toman en cuenta todas las oportunidades de mitigación, los costos totales aumentarán notablemente.

Es también importante distinguir entre los costos de mitigación (los costos incrementales de un proyecto con bajas emisiones de carbono a lo largo de su ciclo de vida) y las inversiones

adicionales que se necesitan (el financiamiento extra que se requiere como resultado del proyecto). Dado que numerosas inversiones no contaminantes suponen elevados costos iniciales de capital, mientras que en la fase posterior de operación pueden generarse ahorros, las necesidades de financiamiento adicional tienden a ser más altas que los costos del ciclo de vida que se incluyen en los modelos de mitigación. La diferencia entre ambos valores puede llegar hasta un factor de tres (cuadro 6.2).

**Gráfico 6.1 Los costos anuales de mitigación se incrementan con el nivel de exigencia y de certeza acerca del objetivo de temperatura**



Fuente: Schaeffer y otros, 2008.

Para los países en desarrollo que padecen limitaciones fiscales, estos elevados costos iniciales de capital pueden ser un importante desincentivo para invertir en tecnologías de bajo nivel de emisión de carbono.

En el cuadro 6.2 se exponen tanto los costos incrementales como el financiamiento conexo que hace falta para aplicar las medidas de mitigación necesarias para estabilizar la concentración atmosférica del CO<sub>2</sub>e (la totalidad de los gases de efecto invernadero sumados

y expresados en términos de su equivalente en dióxido de carbono) en 450 ppm durante el próximo decenio, así como las inversiones en adaptación que, según las estimaciones, se requerirán en 2030. Para lograr el objetivo de las 450 ppm, los costos de mitigación en los países en desarrollo oscilan entre los US\$140.000 millones y los US\$175.000 millones anuales para 2030, con un financiamiento conexo necesario de entre US\$265.000 millones y US\$565.000 millones al año. En cuanto a

**Cuadro 6.2 Estimación del financiamiento anual necesario para actividades vinculadas con el clima en países en desarrollo**  
(miles de millones de US\$ de 2005)

Fuente del estimado	2010-20	2030	
<b>Costos de mitigación</b>			
McKinsey & Company		175	
Pacific Northwest National Laboratory (PNNL)		139	
<b>Financiamiento necesario para la mitigación</b>			
Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas (IIASA)	63-165	264	
Energy Technology Perspectives (Perspectivas de la tecnología energética), elaborado por la Agencia Internacional de Energía (AIE)		565 <sup>a</sup>	
McKinsey & Company	300	563	
Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK)		384	
<b>Costos de la adaptación</b>			
	2010-15	2030	Medidas que se incluyen
<b>Corto plazo</b>			
Banco Mundial	9-41		Costo de proteger contra el cambio climático la asistencia para el desarrollo, las inversiones nacionales y extranjeras
Informe Stern	4-37		Costo de proteger contra el cambio climático la asistencia para el desarrollo, las inversiones nacionales y extranjeras
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	83-105		Lo mismo que el Banco Mundial, más el costo de adaptar los documentos de estrategia de lucha contra la pobreza y fortalecer la respuesta ante desastres
Oxfam	>50		Lo mismo que el Banco Mundial, más el costo del Plan Nacional de Acción para la Adaptación y los proyectos de organizaciones no gubernamentales
<b>Mediano plazo</b>			
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)		28-67	Costo de 2030 para agricultura, silvicultura, agua, salud, protección de las zonas costeras e infraestructura
Project Catalyst		15-37	Costo de 2030 para fortalecimiento de la capacidad, investigación, gestión de desastres y sectores de la CMNUCC (sólo los países más vulnerables y el sector público)
Banco Mundial (Economía de la Adaptación al Cambio Climático, EACC)		75-100	Promedio de costos anuales de adaptación para el período 2010-2050 en los sectores de agricultura, silvicultura, recursos pesqueros, infraestructura, manejo de recursos hídricos y zonas costeras, con inclusión de los impactos en la salud y en los servicios brindados por los ecosistemas, y los efectos de los fenómenos meteorológicos extremos

*Fuentes:* para los costos de mitigación, IIASA (2009) y datos adicionales suministrados por V. Krey; AIE, 2008; McKinsey & Company (2009) y datos adicionales suministrados por McKinsey (J. Dinkel) para 2030, sobre la base de un tipo de cambio dólar estadounidense-euro de US\$1,25 por 1,00; cifras del PNNL extraídas de Edmonds y otros (2008) y datos adicionales suministrados por J. Edmonds y L. Clarke; cifras de PIK extraídas de Knopf y otros, de próxima publicación, y datos adicionales suministrados por B. Knopf. Para los costos de adaptación, todas las cifras fueron tomadas de Agrawala y Fankhauser (2008), excepto las de la EACC del Banco Mundial, que se extrajeron de Banco Mundial (2009) y Project Catalyst (2009).

*Nota:* las estimaciones corresponden a la estabilización de los gases de efecto invernadero en 450 ppm de CO<sub>2</sub>e, con la que se tendría una probabilidad de entre un 40 y un 50% de mantener un calentamiento menor a 2°C para 2100.

a. Las cifras de la AIE son promedios anuales hasta 2050.



la adaptación, las estimaciones más comparables son las cifras correspondientes al mediano plazo elaboradas por la CMNUCC y el Banco Mundial, que van de los US\$30.000 millones a los US\$100.000 millones.

Para solventar gran parte de las necesidades de adaptación detectadas, aunque no todas, se requerirá del gasto público. Según la Secretaría de la CMNUCC<sup>3</sup>, el financiamiento privado cubriría cerca de una cuarta parte de las inversiones identificadas, si bien es poco probable que esta estimación refleje plenamente las inversiones privadas en actividades de adaptación.

Estas cifras dan una indicación aproximada de los costos de la adaptación, pero no son particularmente precisas ni completamente abarcadoras. La mayoría de ellas se deriva de suposiciones generales, en las que predomina el costo de lograr que la infraestructura futura sea resistente al clima. En ellas se subestima la diversidad de las posibles respuestas de adaptación y se ignoran los cambios en la conducta, las innovaciones, las prácticas operativas y la ubicación de los focos de actividad económica. También se ignora la necesidad de adaptarse a los impactos ajenos al mercado, como los que afectan la salud humana y los ecosistemas naturales. Algunas de las opciones omitidas podrían reducir los cálculos sobre los costos de la adaptación (por ejemplo, obviando la necesidad de inversiones estructurales costosas), otras los incrementarían<sup>4</sup>. Por otro lado, las estimaciones tampoco tienen en cuenta los daños residuales que puedan producirse más allá de una adaptación eficaz. En el recuadro

6.1 se expone un estudio reciente con el que se intentó abordar estas complejidades a la hora de medir los costos de adaptación.

Las estimaciones de los costos de adaptación ignoran, además, los estrechos vínculos que existen entre adaptación y desarrollo. Si bien son pocos los estudios que expresan con claridad este punto, miden los gastos adicionales que se requerirían para abordar el cambio climático sin tener en cuenta los que se habrían destinado de todos modos a inversiones que contemplaran el tema del clima, como las que consideran las consecuencias del crecimiento de los ingresos y la población o las que corrigen un déficit de adaptación ya existente. Pero, en la práctica, no resulta fácil distinguir entre financiamiento para la adaptación y financiamiento para el desarrollo. Las inversiones en educación, salud, saneamiento y seguridad de los medios de subsistencia, por ejemplo, son iniciativas que dan lugar a un desarrollo adecuado. También ayudan a reducir la vulnerabilidad socioeconómica a los factores de tensión, tanto climáticos como de otra índole. Ciertamente, en el corto plazo, es probable que la asistencia para el desarrollo sea un complemento fundamental para eliminar los déficits de adaptación, reducir los riesgos climáticos e incrementar la productividad económica. Pero también se necesitará un financiamiento nuevo destinado a actividades de adaptación.

### *El financiamiento para actividades de mitigación disponible en la actualidad*

Durante los próximos decenios, se gastarán billones de dólares para modernizar y ampliar

#### **RECUADRO 6.1** *Cálculo del costo de la adaptación al cambio climático en los países en desarrollo*

En un estudio del Banco Mundial sobre los aspectos económicos de la adaptación al cambio climático publicado en 2009, se ofrecen las estimaciones más recientes y abarcadoras de los costos de la adaptación en los países en desarrollo; abarca tanto estudios de casos de los países como estimaciones a nivel mundial. Entre los principales elementos del diseño de dicho estudio se pueden mencionar los siguientes:

**Cobertura.** Los sectores estudiados son agricultura, silvicultura, recursos pesqueros, infraestructura, manejo de recursos hídricos y zonas costeras; se incluyen también los impactos en la salud y en los servicios de los ecosistemas y los efectos de los fenómenos

meteorológicos extremos. El sector de infraestructura se subdivide en transporte, energía, agua y saneamiento, comunicaciones, e infraestructura urbana y social.

**Valores de referencia.** Las estimaciones no incluyen el "déficit de adaptación" actual (el grado en que la adaptación de los países a la variabilidad climática ya existente ha sido incompleta o subóptima).

**Nivel de adaptación.** Para la mayor parte de los sectores, en el estudio se calcula el costo de restablecer el bienestar hasta el nivel que tendría en ausencia del cambio climático.

**Incertidumbre.** Para captar los extremos del espectro de resultados posibles del cambio

climático, en el estudio se utilizan los resultados de los modelos de circulación general que abarcan desde las proyecciones climáticas más húmedas a las más secas, en el marco de la hipótesis A2 del IPCC de posibles trayectorias socioeconómicas y de emisiones.

A partir de estos elementos, el estudio llega a las estimaciones de mínima del costo total de la adaptación al cambio climático en los países en desarrollo, que asciende a un promedio anual de entre US\$75.000 millones y US\$100.000 millones desde 2010 hasta 2050<sup>a</sup>.

*Fuente:* Banco Mundial, 2009.

a. Valor expresado en dólares estadounidenses constantes de 2005.

la infraestructura de energía y de transporte de todo el mundo. Estas inversiones tan cuantiosas representan una oportunidad para lograr que la economía mundial adopte decididamente un camino con bajos niveles de emisión de carbono, pero también aumenta el riesgo de que quede encerrada en una trayectoria de niveles de emisión elevados si se desaprovecha la oportunidad. Como se muestra en los capítulos anteriores, las nuevas inversiones en infraestructura deben encaminarse hacia un rumbo que genere resultados con bajos niveles de emisión de carbono.

Para financiar esas inversiones, será necesario contar con flujos de fondos tanto públicos como privados. Son numerosos los instrumentos de los que ya se dispone (cuadro 6.1), y todos ellos desempeñarán un papel importante como agentes catalizadores de las iniciativas contra el cambio climático, ya sea movilizando recursos adicionales, reorientando los flujos de fondos públicos y privados hacia inversiones con bajos niveles de emisión de carbono y resistentes al clima, o respaldando la investigación, el desarrollo y la aplicación de tecnologías inocuas para el clima.

El sector público suministrará capital principalmente para proyectos de infraestructura de gran magnitud, pero gran parte de las inversiones necesarias para crear una economía con bajos niveles de carbono (tales como maquinarias eficientes desde el punto de vista energético, autos menos contaminantes y energías renovables) provendrá del sector privado. En la actualidad, los gobiernos generan menos del 15% del total de inversiones en la economía mundial, si bien controlan gran parte de las inversiones en infraestructura que influyen en las oportunidades para generar productos energéticamente eficientes.

Hay varias formas de alentar la inversión privada en actividades de mitigación<sup>5</sup>, pero el instrumento de mercado más importante en el que participan los países en desarrollo es el MDL. Hasta la fecha, ha dado lugar a más de 4.000 proyectos de reducción de emisiones reconocidas. Otros mecanismos semejantes, como el denominado Aplicación Conjunta (el equivalente del MDL en los países industriales) y los mercados voluntarios del carbono, son importantes para algunas regiones (países en transición) y sectores (silvicultura), pero su escala es mucho menor. En el marco del MDL, las actividades de reducción de emisiones que se realizan en los países en desarrollo pueden generar “créditos de carbono” (que se miden en relación con un valor de referencia acordado y son verificados por una entidad independiente bajo la

dirección de la CMNUCC), los cuales se venden en el mercado del carbono. Por ejemplo, una empresa europea de electricidad puede adquirir reducciones de emisiones (ya sea por compra directa o a través de apoyo financiero) de una planta siderúrgica de China que se esté embarcando en un proyecto de eficiencia energética.

Las utilidades financieras que genera el MDL son modestas en relación con el monto que deberá reunirse para actividades de mitigación. Pero constituyen la principal fuente de financiamiento para mitigación a la que acceden hasta el momento los países en desarrollo. Se espera que, entre 2001 (el primer año en que se pudieron registrar proyectos) y 2012 (el fin del período de compromisos del Protocolo de Kyoto), el MDL genere reducciones de emisiones que asciendan a aproximadamente 1.500 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e, gran parte de las cuales habrán provenido de proyectos de energía renovable, eficiencia energética y cambio de combustibles. Con esto, los países en desarrollo podrían recaudar US\$18.000 millones (entre US\$15.000 millones y US\$24.000 millones) en utilidades directas derivadas del carbono, según el precio de este gas (cuadro 6.3)<sup>6</sup>. Por otro lado, cada dólar de las utilidades derivadas de los créditos del carbono moviliza en promedio US\$4,60 en inversiones y, en el caso de algunos proyectos de energía renovable, posiblemente hasta US\$9. Se estima que el MDL facilitó inversiones en energía limpia por valor de unos US\$95.000 millones durante el período comprendido entre 2002 y 2008.

En comparación, en el período 2002-07, la asistencia oficial para el desarrollo destinada a iniciativas de mitigación fue de cerca de US\$19.000 millones<sup>7</sup>, y entre 2002 y 2008, las inversiones en energía sostenible en los países en desarrollo llegó aproximadamente a los US\$80.000 millones<sup>8</sup>.

Los donantes y las instituciones financieras internacionales están estableciendo nuevos canales de financiamiento para ampliar su apoyo a las inversiones con bajos niveles de emisión de carbono en el plazo que resta hasta 2012 (cuadro 6.4). El financiamiento total suministrado en virtud de estas iniciativas asciende a US\$19.000 millones hasta 2012, si bien en esta cifra se combina el financiamiento para actividades de mitigación y de adaptación.

La insuficiencia del monto que se asigna en la actualidad a tareas de mitigación es evidente (gráfico 6.2). Si los fondos aportados por los donantes que figuran en el cuadro 6.4 se contabilizan como destinados únicamente a mitigación y se combinan con el financiamiento que,

según las proyecciones, se logrará con el MDL hasta 2012, se obtiene un monto total para mitigación de aproximadamente US\$37.000 millones hasta 2012, es decir, menos de US\$8.000 millones al año. Esto no alcanza a cubrir los costos estimados de la mitigación en los países en desarrollo, de entre US\$140.000 millones y US\$175.000 millones al año en 2030, y es aún más exiguo frente a las necesidades de financiamiento conexas (entre US\$265.000 millones y US\$565.000 millones).

### El financiamiento para actividades de adaptación disponible en la actualidad

El flujo de financiamiento para actividades de adaptación se inició recientemente. La principal fuente actual de financiamiento para la adaptación son los donantes internacionales, cuyos recursos se canalizan ya sea a través de organismos bilaterales o de instituciones multilaterales, como el FMAM y el Banco Mundial.

La creación en diciembre de 2007 del Fondo de Adaptación, un mecanismo de financiamiento que tiene su propia fuente independiente de recursos, constituyó un avance importante. Sus ingresos provienen en su mayoría del impuesto del 2% aplicado sobre las operaciones del MDL. Esta original fuente de financiamiento (que se analiza en detalle más adelante) podría generar entre US\$300 millones y US\$600 millones en el mediano plazo, según el precio del carbono (véase el cuadro 6.4 y la nota final 7).

Si se excluye el financiamiento privado, se prevé reunir entre US\$2.200 millones y US\$2.500 millones para actividades de adaptación entre el momento actual y 2012, según lo que recaude el Fondo de Adaptación. El financiamiento posible para actividades de adaptación del que se dispone en la actualidad es de menos de US\$1.000 millones al año, mientras que los montos que se necesitan oscilan entre US\$30.000 millones y US\$100.000 millones anuales en el mediano plazo (véase el cuadro 6.2). En el gráfico 6.2 se compara el financiamiento anual para iniciativas vinculadas con el clima disponible entre 2008 y 2012 (tanto para mitigación como para adaptación, unos US\$10.000 millones al año) con las necesidades de financiamiento previstas para el mediano plazo.

### Las ineficiencias de los instrumentos actuales de financiamiento vinculado con el clima

La ineficiencia podría hacer aún más costosa una tarea que ya se prevé será de gran envergadura y sumamente onerosa. En consecuencia,

**Cuadro 6.3** Posible reducción de emisiones regionales derivadas del MDL e ingresos provenientes del comercio de carbono (para 2012)

Por región	Millones de reducciones certificadas de emisiones <sup>a</sup>	Millones de US\$	Porcentaje del total
Asia oriental y el Pacífico	871	10.453	58
China	786	9.431	52
Malasia	36	437	2
Indonesia	21	252	2
Europa y Asia central	10	119	1
América Latina y el Caribe	230	2.758	15
Brasil	102	1.225	7
México	41	486	3
Chile	21	258	1
Argentina	20	238	1
Medio Oriente y África septentrional	15	182	1
Asia meridional	250	3.004	17
India	231	2.777	16
África subsahariana	39	464	3
Nigeria	16	191	1
Países desarrollados	85	1.019	6
<b>Por nivel de ingreso</b>			
Ingreso bajo	46	551	3
Nigeria	16	191	1
Ingreso mediano bajo	1.127	13.524	75
China	786	9.431	53
India	231	2.777	16
Indonesia	21	252	2
Ingreso mediano alto	242	2.906	16
Brasil	102	1.225	7
México	41	486	3
Malasia	36	437	2
Chile	21	258	1
Argentina	20	238	1
Ingreso alto	85	1.019	6
Corea, Rep. de	54	653	4
<b>Total</b>	<b>1.500</b>	<b>18.000</b>	<b>100</b>

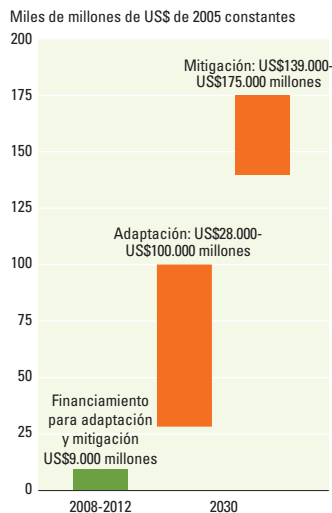
Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2008.

Nota: los volúmenes incluyen los proyectos rechazados y retirados.

a. Un millón de reducciones certificadas de emisiones = 1 millón de toneladas de CO<sub>2</sub>e.

es evidente la necesidad de verificar que dicho financiamiento se genere y se gaste de manera eficiente. A continuación se analizan tres aspectos de la eficiencia del financiamiento vinculado con el clima: su fragmentación en múltiples fuentes de recursos, las limitaciones de los mercados de compensación de emisiones de carbono para actividades de mitigación y los posibles costos que entrañaría establecer un impuesto a las reducciones certificadas de

**Gráfico 6.2 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**



Fuente: para los valores correspondientes a 2030, véase el cuadro 6.2; para valores correspondientes a 2008-12, véase el texto.

**Cuadro 6.4 Nuevos fondos bilaterales y multilaterales referidos al clima**

Fondo	Monto total (en millones de US\$)	Período
<b>Financiamiento en el marco de la CMNUCC</b>		
Prioridad estratégica sobre la adaptación	50 (A)	FMAM 3-FMAM 4
Fondo para los países menos adelantados	172 (A)	A octubre de 2008
Fondo Especial para el Cambio Climático	91 (A)	A octubre de 2008
Fondo de Adaptación	300-600 (A)	2008-12
<b>Iniciativas bilaterales</b>		
Cool Earth Partnership (Asociación Tierra Fría) (Japón)	10.000 (A+M)	2008-12
ETF-IW (Reino Unido)	1.182 (A+M)	2008-12
Iniciativa Internacional sobre el Clima y los Bosques (Noruega)	2.250	
PNUD-España: Fondo para el Logro de los ODM	22 (A) / 92 (M)	2007-10
AMCC (Comisión Europea)	84 (A) / 76 (M)	2008-10
Iniciativa Internacional sobre el Clima (Alemania)	200 (A) / 564 (M)	2008-12
IFCI (Australia)	160 (M)	2007-12
<b>Iniciativas multilaterales</b>		
GFDRR	15 (A) (de US\$83 millones en promesas)	2007-08
UN-REDD	35 (M)	
Fondo para Reducir las Emisiones de Carbono (Banco Mundial)	500 (M) (140 entregados)	
Fondo para Reducir las Emisiones de Carbono mediante la Protección de los Bosques (Banco Mundial)	385 (M) (160 entregados)	2008-20
Fondos de inversión en el clima, en los que se incluyen:	6.200 (A+M)	2009-12
Fondo para una Tecnología Limpia	4.800 (M)	
Fondo Estratégico sobre el Clima, en el que se incluye:	1.400 (A+M)	
Programa de Inversión en Silvicultura	350 (M)	
Aumento del Aprovechamiento de Fuentes Renovables de Energía	200 (M)	
Programa Piloto sobre la Capacidad de Adaptación al Cambio Climático	600 (A)	

Fuente: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 2008a) más actualizaciones de los autores. Nota: en el caso de varias iniciativas bilaterales, parte de los fondos se distribuirán a través de proyectos multilaterales (por ejemplo, algunos fondos prometidos para los fondos de inversión en el clima o el Fondo para Reducir las Emisiones de Carbono mediante la Protección de los Bosques). Esto genera una doble contabilidad e impide elaborar un panorama preciso de los recursos futuros para el cambio climático en los países en desarrollo. Los fondos de inversión en el clima son administrados por el Banco Mundial y puestos en marcha por todos los bancos multilaterales de desarrollo. Todos los datos acerca de estos fondos corresponden a julio de 2009: en esa fecha, aún no se habían asignado US\$250 millones del Fondo Estratégico sobre el Clima; por otro lado, el Fondo para el Aumento del Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía requerirá compromisos mínimos de US\$250 millones antes de que pueda ponerse en funcionamiento. A = financiamiento dedicado a adaptación; M = financiamiento dedicado a mitigación; ETF-IW = Fondo de Transformación Ambiental, Servicio Internacional; AMCC=Alianza Mundial contra el Cambio Climático; IFCI = Iniciativa Internacional sobre el Carbono de los Bosques; UN-REDD = Programa de las Naciones Unidas de Reducción de las Emisiones Debidas a la Deforestación y la Degradación Forestal; GFDRR = Fondo Mundial para la Reducción de los Desastres y la Recuperación. Los fondos comprometidos para la Iniciativa Internacional sobre el Clima y los Bosques (Noruega) alcanzaron los US\$430 millones en junio de 2009.

emisiones (RCE) para financiar el Fondo de Adaptación.

### La fragmentación del financiamiento vinculado con el clima

Existe el riesgo de que proliferen fondos climáticos de propósitos especiales, como se ilustra

en el cuadro 6.4. Una fragmentación de este tipo amenaza con reducir la eficacia general del financiamiento vinculado con el clima, puesto que, a medida que se incrementan los costos de transacción, merma el grado de identificación del país en cuestión con el mecanismo, y la convergencia con los objetivos de desarrollo

nacionales se vuelve más dificultosa. Toda nueva fuente de financiamiento, tanto si se destina al desarrollo o al cambio climático, conlleva una serie de costos. Éstos comprenden los costos de transacción (que aumentan en conjunto a medida que se incrementan las fuentes de recursos), la asignación ineficiente (en particular, si los fondos están definidos de manera muy estrecha) y las limitaciones para la ampliación. La fragmentación actual y el bajo nivel de los fondos ponen de relieve la importancia de las negociaciones en curso acerca de cuál es la arquitectura del financiamiento vinculado con el clima que resulta más adecuada para movilizar recursos con escala y suministrarlos eficientemente a través de una amplia gama de canales e instrumentos.

Si bien no hay un paralelismo exacto entre el financiamiento basado en el clima y la ayuda para el desarrollo, algunas de las enseñanzas derivadas de los trabajos sobre eficacia de la ayuda resultan muy pertinentes. La preocupación por los efectos negativos de la fragmentación de la ayuda fue uno de los factores que más influyeron en la redacción de la Declaración de París sobre la Eficacia de la Ayuda. En ese documento, recientemente reafirmado en el Programa de Acción de Accra, tanto los donantes como los receptores de la ayuda se comprometieron a incorporar en sus actividades de desarrollo los principios clave de protagonismo, convergencia, armonización, orientación hacia los resultados y responsabilidad mutua.

La Declaración de París da pie a importantes consideraciones respecto del financiamiento de inversiones vinculadas con el clima en países en desarrollo, muchas de las cuales son ampliamente aceptadas y se reflejan en los documentos de negociación, como el Plan de Acción de Bali<sup>9</sup>:

- *Protagonismo.* Para propiciar el protagonismo de los países, será esencial establecer un consenso general respecto de la idea de que el cambio climático es un tema que atañe al desarrollo, uno de los principios fundamentales del presente informe. Esta idea consensuada debe incorporarse luego en las estrategias de desarrollo de los países.
- *Convergencia.* Garantizar la convergencia entre las diversas medidas contra el cambio climático y las prioridades nacionales es el segundo paso fundamental para incrementar la eficacia del financiamiento vinculado con el clima. Este proceso puede facilitarse si se pasa del nivel de los proyectos al de

los sectores y los programas. Otro aspecto clave de la convergencia es la previsibilidad y sostenibilidad del financiamiento. Los programas de medidas contra el clima que se inician y luego se interrumpen al compás de la volatilidad del financiamiento reducirán la eficacia general.

- *Armonización.* Dado que los diversos fondos vinculados con el clima tienen propósitos divergentes, la fragmentación del financiamiento en esta área representa un gran desafío a la hora de armonizar las distintas fuentes de recursos y aprovechar las sinergias entre los fondos destinados a adaptación, mitigación y desarrollo.
- *Resultados.* En las medidas contra el cambio climático, el énfasis en los resultados no difiere esencialmente del de otras esferas del desarrollo. Será esencial diseñar y aplicar indicadores significativos de resultados para mantener el apoyo público al financiamiento vinculado con el clima y fomentar el protagonismo del país en las medidas de este ámbito.
- *Responsabilidad mutua.* Los magros avances de muchos países desarrollados respecto de los objetivos de Kyoto ponen de relieve su responsabilidad en las medidas contra el cambio climático. Cualquier acuerdo mundial respecto del cambio climático debe incluir como elemento esencial un marco en virtud del cual se responsabilice a los países de ingreso alto por el avance en pos de sus propios objetivos de emisión y el suministro de financiamiento vinculado con el clima, y a los países en desarrollo, por la adopción de medidas climáticas y el uso de dicho financiamiento, como se establece en el Plan de Acción de Bali. Además del suministro de recursos, entre los temas centrales de las actuales negociaciones sobre el clima se incluyen el seguimiento de los flujos de financiamiento vinculado con el clima, la presentación de los informes respectivos y la verificación de los resultados.

Es importante determinar, además de las fuentes de recursos, qué inversiones deberían costear los fondos sobre el clima y cuáles serían las modalidades de financiamiento correspondientes. Si bien algunas inversiones se destinarán a proyectos individuales (por ejemplo, centrales eléctricas de bajas emisiones de carbono), en muchos casos, puede ganarse en eficiencia si se pasa al nivel sectorial o programático. En lo que respecta a la adaptación, en la mayor parte de las ocasiones, el financiamiento

a nivel nacional debería incluirse dentro del total de recursos destinados al desarrollo y no usarse para proyectos específicos de adaptación.

En términos más generales, se deberían evitar los planteamientos demasiado prescriptivos respecto del financiamiento vinculado con el clima y se podría emular, en cambio, el enfoque de las estrategias de reducción de la pobreza que se aplican actualmente en muchos países de ingreso bajo. Esto implica vincular los recursos de asistencia destinados a reducir la pobreza con una estrategia elaborada por el país receptor para ese fin. Una vez que se analiza la pobreza y se definen las prioridades nacionales, validadas por la sociedad civil a través de un proceso participativo, la estrategia se convierte en el fundamento de un amplio apoyo presupuestario brindado por los donantes para financiar un programa de acción dirigido a reducir la pobreza. Los proyectos individuales se vuelven la excepción y no la regla. Si los países integran las medidas contra el cambio climático en sus estrategias de desarrollo, debería ser factible aplicar un enfoque similar al financiamiento vinculado con el clima.

#### *Ineficiencias del MDL*

El principal instrumento para acelerar la mitigación en los países en desarrollo es el MDL. Su crecimiento ha superado las expectativas iniciales, demostrando así la capacidad de los mercados para estimular la reducción de emisiones, generar aprendizajes básicos, despertar conciencia y fortalecer la capacidad. Pero el MDL presenta ciertas ineficiencias inherentes, lo cual suscita interrogantes acerca del proceso en general y de su eficiencia como instrumento de financiamiento:

*Integridad ambiental cuestionable.* El éxito del MDL en el largo plazo se evalúa mejor en términos de su contribución a reducir en forma cuantificable las emisiones de gases de efecto invernadero. A fin de no diluir la eficacia ambiental del Protocolo de Kyoto, las reducciones de emisiones que se logren en virtud del MDL deben ser adicionales a las que se habrían producido si dicho mecanismo no existiera. La medida en que el MDL ha generado reducciones adicionales ha sido objeto de un intenso debate<sup>10</sup>. Resulta difícil demostrar la adicionalidad de los proyectos individuales y aún más difícil validarla, puesto que el punto de referencia es, por definición, una realidad contrafáctica que no puede probarse nunca de manera concluyente y acerca de la

cual no puede argumentarse de forma incontrovertible. Debido a que el proceso del MDL continúa plagado de debates sobre los puntos de referencia y la adicionalidad, es hora de explorar enfoques alternativos y más simples para demostrar la adicionalidad. Se deberían analizar en mayor profundidad planteamientos tales como los de valores de referencia y una lista positiva de actividades específicas deseadas, a fin de simplificar los procesos de preparación y seguimiento de proyectos. Al reconsiderar la adicionalidad, no sólo se abordarán las principales ineficiencias del funcionamiento del MDL, sino que también se puede ayudar a incrementar la credibilidad del mecanismo.

*Contribución insuficiente al desarrollo sostenible.* El MDL se creó con dos objetivos: mitigar el cambio climático a nivel mundial y lograr el desarrollo sostenible de los países en desarrollo. Pero ha sido más eficaz en la tarea de reducir los costos de mitigación que en la de propiciar el desarrollo sostenible<sup>11</sup>. Se considera que un proyecto contribuye al desarrollo sostenible si las autoridades nacionales lo aprueban formalmente, reconociendo una amplia gama de beneficios adicionales en el ámbito local que se corresponden con sus prioridades de desarrollo (recuadro 6.2). Si bien muchos críticos aceptan esta definición general<sup>12</sup>, algunas organizaciones no gubernamentales han encontrado fallas tanto en la aceptación de ciertos tipos de proyectos (como centrales hidroeléctricas, plantaciones para producir aceite de palma y destrucción de gases industriales) como en su ejecución. Si se analiza con detenimiento la cartera de proyectos en tramitación del MDL, se observa que, en los documentos de los proyectos, el tema del desarrollo sostenible se trata de manera imprecisa y dispar, y que los responsables de las iniciativas muestran sólo una inquietud rudimentaria y una comprensión igualmente escasa respecto del tema.

*Gestión institucional precaria y funcionamiento ineficiente.* El MDL es un mecanismo único, puesto que regula un mercado dominado por actores privados a través de una Junta Ejecutiva –esencialmente, un comité de las Naciones Unidas– que aprueba los métodos de cálculo y los proyectos que crean el activo subyacente del mercado. La credibilidad del MDL depende en gran medida de la solidez de su marco regulatorio y de la confianza del sector privado en las oportunidades que ofrece<sup>13</sup>. Las

**RECUADRO 6.2** *Evaluación de los beneficios conexos del MDL*

El Mecanismo para un Desarrollo Limpio puede generar una serie de beneficios adicionales para el país anfitrión (además del flujo de fondos proveniente de la venta de créditos de carbono) que se clasifican en tres amplias categorías: transferencia y difusión de tecnologías, contribución al empleo y al crecimiento económico, y contribución al desarrollo sostenible desde el punto de vista ambiental y social.

Para determinar en qué medida los proyectos contribuyen a estos tres objetivos, se pueden analizar los documentos de diseño, en los que pueden buscarse palabras clave vinculadas con los diversos beneficios adicionales. Este fue el enfoque que utilizaron tanto Haites, Maosheng y Seres para evaluar los beneficios del MDL relativos a la transferencia de tecnología, como Watson y Fankhauser para determinar sus contribuciones al crecimiento económico y el desarrollo sostenible.

Haites, Maosheng y Seres descubrieron que sólo en cerca de un tercio de proyectos del MDL se afirma que se transfiere tecnología mediante el traspaso de equipos, conocimientos técnicos o ambos elementos. Un análisis más minucioso muestra que, en su mayoría, se trata de proyectos en los que participan patrocinadores extranjeros. Tan

sólo en una cuarta parte de los proyectos elaborados unilateralmente por el país anfitrión se indica que conllevan transferencia de tecnología. Dicha transferencia también se asocia con proyectos de gran envergadura. Si bien sólo una tercera parte de los proyectos implica transferencias de tecnología, éstos generan dos tercios de las reducciones de emisiones. Sólo el 26% de las iniciativas que se clasifican y procesan explícitamente como proyectos “pequeños” da lugar a este tipo de transferencias.

Pero el concepto de transferencia de tecnología es difícil de definir. En lo que respecta a la mitigación, por lo general no se trata tanto de la difusión de tecnología específica sino de conocimientos operativos y de gestión para llevar adelante un proceso en particular. Un estudio realizado por Dechezleprêtre y otros colegas en el que se analizó específicamente la transferencia de tecnologías protegidas por patentes, mostró que el Protocolo de Kyoto no aceleró los flujos de tecnología, aunque posiblemente haya estimulado la innovación en términos más generales.

Watson y Fankhauser encontraron que, en un 96% de los proyectos, se alega que contribuyen a la sostenibilidad ambiental y social, pero la mayoría de estas afirmaciones

se vincula con aportes al crecimiento económico y al empleo en particular. En poco más del 80% de los proyectos se aduce que generan alguna clase de impacto en el empleo, y en el 23%, que contribuyen a mejorar los medios de subsistencia. Los beneficios en términos de empleo de los proyectos vinculados con los gases industriales (reducción de hidrofluorocarbono, hidrocarburo perfluorado y óxido nitroso [18%]) y el reemplazo de combustibles fósiles (43%) son relativamente menores que los de otros sectores, en los que al menos el 65% de los proyectos alegan generar beneficios para el nivel de empleo.

Si se aplica una definición más tradicional y estrecha de desarrollo sostenible, el 67% de los proyectos afirman que generan beneficios de capacitación o educación (incremento del capital humano); el 24%, que reducen la contaminación o producen beneficios ambientales adicionales (incremento del capital natural), y el 50%, que dan lugar a beneficios para la infraestructura y la tecnología (incremento del capital creado por el hombre).

Fuentes: Haites, Maosheng y Seres, 2006; Watson y Fankhauser, 2009; Dechezleprêtre y otros, 2009.

quejas por la continua falta de transparencia y previsibilidad en los procesos de toma de decisión de la Junta han aumentado<sup>14</sup>. Al mismo tiempo, la estructura del MDL ha comenzado a mostrar ciertas deficiencias que indican que se está convirtiendo en víctima de su éxito. Se han presentado numerosas quejas acerca de las demoras de hasta un año que conllevan las metodologías de aprobación<sup>15</sup> y del retraso de entre uno y dos años en la evaluación de los proyectos<sup>16</sup>. Esto representa una limitación significativa para que el MDL continúe creciendo como instrumento fundamental de apoyo a las medidas de mitigación en los países en desarrollo.

**Alcance limitado.** Los proyectos del MDL no se distribuyen de manera uniforme. Nada menos que un 75% de los ingresos derivados de las ventas de compensaciones de emisiones de carbono corresponden a Brasil, China e India (véase el cuadro 6.3). Prácticamente, el MDL ha dejado de lado a los países de ingreso bajo, que recibieron sólo el 3% de los recursos provenientes del carbono; una tercera parte

de ese porcentaje corresponde a tres proyectos de quema de gas en Nigeria. Asimismo, se observa una concentración similar en ciertos sectores: gran parte de las medidas de reducción de emisiones se centra en un número bastante reducido de proyectos vinculados con los gases industriales. El MDL no ha respaldado ningún incremento de la eficiencia en los ámbitos de los hogares y las zonas edificadas ni en los sistemas de transporte, que generan el 30% de las emisiones de carbono de todo el mundo<sup>17</sup> y son la fuente de emisiones que crece con más rapidez en los mercados emergentes<sup>18</sup>. Tampoco ha respaldado los medios de subsistencia sostenibles ni facilitado la ampliación del acceso a la energía para los pobres de las zonas rurales y periurbanas<sup>19</sup>. El hecho de que se hayan excluido del MDL las emisiones derivadas de la deforestación impide aprovechar la principal fuente de emisión de numerosos países tropicales en desarrollo<sup>20</sup>.

**Debilidad de los incentivos, reforzada por la incertidumbre acerca de la continuidad de este mercado.** El MDL no ha logrado desplazar

a los países en desarrollo hacia caminos de crecimiento con bajos niveles de emisión de carbono<sup>21</sup>. El incentivo del MDL ha sido demasiado débil para alentar la necesaria transformación de la economía, sin la cual la intensidad de carbono de los países en desarrollo seguirá incrementándose<sup>22</sup>. La estructura del enfoque por proyectos del MDL y su incapacidad para producir un efecto multiplicador lo han limitado a un número relativamente pequeño de proyectos. La incertidumbre respecto de la continuidad del mercado de compensaciones de emisiones de carbono más allá de 2012 también está enfriando las transacciones.

### *El costo de eficiencia del financiamiento para actividades de adaptación*

Una importante fuente de financiamiento para las actividades de adaptación y una fuente esencial de ingresos del Fondo de Adaptación es el impuesto del 2% que se aplica a las operaciones del MDL, una carga que podría ampliarse para incluir otros mecanismos de comercio de emisiones, como el denominado Aplicación Conjunta. Éste constituye un camino promisorio para recaudar recursos financieros para el mencionado Fondo de Adaptación, que ofrece una adicionalidad clara. Pero también genera cuestionamientos económicos básicos. Quizá la objeción más importante es que el impuesto a las transacciones del MDL establece una carga sobre un elemento positivo (financiamiento de la mitigación) y no sobre uno negativo (las emisiones). En términos más generales, el impuesto suscita dos preguntas básicas:

- ¿Qué margen hay para recaudar financiamiento adicional para actividades de adaptación a través de este tributo y cuál es la pérdida en eficiencia económica que conlleva el impuesto?
- ¿Cómo se distribuye la carga del impuesto entre vendedores (países en desarrollo) y compradores (naciones desarrolladas)?

Un análisis que se basa en el modelo GLO-CAF elaborado por el gobierno del Reino Unido muestra que la capacidad de un modelo ampliado de comercio de emisiones de carbono para generar recursos adicionales para la adaptación dependerá del tipo de acuerdo climático mundial que se logre<sup>23</sup>. Los ingresos que genere variarán en función de la demanda esperada (en la que influirá particularmente la presencia o ausencia de restricciones complementarias destinadas a promover la reducción en el ámbito nacional) y, en menor medida, de la oferta esperada, que dependerá, entre otras cosas, de si el sistema futuro puede abarcar créditos derivados de la deforestación evitada y de otros sectores y regiones en los que el comercio de carbono es escaso.

Los ingresos también dependerán del porcentaje del impuesto. Del porcentaje actual del 2%, podría esperarse que en 2020 generara cerca de US\$2.000 millones anuales si no se limitara la demanda, pero menos de la mitad de esa cifra si se establecieran restricciones a las compras de créditos (cuadro 6.5). Para recaudar US\$10.000 millones anuales, el porcentaje del impuesto debería elevarse al 10% y todas las restricciones complementarias deberían eliminarse. Aun con este porcentaje más elevado, el costo económico del impuesto sería bastante bajo, en particular en relación con el total de utilidades que generaría el comercio.

Como sucede con todos los impuestos, el costo de este tributo se distribuye entre compradores y vendedores de créditos de carbono, en función de su sensibilidad a las variaciones de precios (la elasticidad del precio de la oferta y la demanda). En las situaciones hipotéticas en las que la demanda está limitada, los compradores no responden notoriamente al impuesto y, en consecuencia, gran parte de la carga que este entraña se traspasa a ellos. Pero esta respuesta cambia si se atenúan las limitaciones a la demanda. En este punto, la incidencia del impuesto cambia decididamente en detrimento de los países en desarrollo, que tienen que asumir más de las dos terceras partes de la carga del tributo para que el precio de sus créditos siga siendo competitivo. Es decir,

**Cuadro 6.5 Incidencia de un impuesto para la adaptación sobre las operaciones del MDL (2020)**  
(millones de US\$)

Porcentaje del impuesto	Ingresos recaudados	Pérdida de eficiencia	Carga para los países en desarrollo
<b>2%</b>			
Demanda restringida y escasa oferta	996	1	249
Demanda sin restricciones y abundante oferta	2.003	7	1.257
<b>10%</b>			
Demanda restringida y escasa oferta	4.946	20	869
Demanda sin restricciones y abundante oferta	10.069	126	6.962

Fuente: Fankhauser, Martin y Prichard, de próxima publicación.

Nota: cuando la demanda no tiene restricciones, las regiones pueden comprar hasta el 20% de sus objetivos de reducción de emisiones a través de créditos; en la hipótesis de la demanda sin restricciones, el comercio es completamente libre. En la hipótesis de la oferta escasa, el MDL opera en los mismos sectores y regiones que en la actualidad. En la hipótesis de oferta abundante, el comercio de las emisiones de carbono se amplía a otras regiones y sectores, de modo de incluir créditos derivados de la reducción de emisiones debidas a la deforestación y degradación forestal (si bien, como ya se señaló, las emisiones de este último tipo no están contempladas actualmente en el MDL). En la hipótesis de demanda restringida y oferta escasa, el volumen total del mercado (excluidas las transacciones secundarias) se sitúa cerca de los US\$50.000 millones, mientras que en una situación de demanda sin restricciones y oferta abundante, alcanza unos US\$100.000 millones.



serían los países en desarrollo los que estarían realizando la mayor parte de la contribución al Fondo de Adaptación (a través de ingresos del mercado de carbono que dejan de percibir). En lugar de transferir fondos de los países desarrollados a las naciones en desarrollo, el impuesto a las transacciones del MDL traspasaría recursos de los grandes países anfitriones del mecanismo (Brasil, China, India [véase el cuadro 6.3]) a los países vulnerables que reúnen las condiciones para recibir financiamiento para la adaptación.

### Incrementar la magnitud del financiamiento para luchar contra el cambio climático

A fin de solucionar el déficit de financiamiento, se deben diversificar las fuentes de recursos y reformar los instrumentos existentes para hacerlos más eficientes y posibilitar la ampliación necesaria. En la presente sección se ponen de relieve algunas de las principales dificultades en este aspecto y se aboga por las siguientes propuestas:

- Recurrir a nuevas fuentes de recursos para que los gobiernos nacionales, las organizaciones internacionales y los mecanismos específicos como el Fondo de Adaptación puedan respaldar medidas de adaptación y mitigación.
- Aumentar la eficiencia de los mercados del carbono reformando el MDL en tanto vehículo clave para promover el financiamiento privado para actividades de mitigación.
- Ampliar los incentivos basados en el desempeño relativos al uso de la tierra, el cambio en el uso de la tierra y la silvicultura a fin de modificar el equilibrio existente entre financiamiento privado y público en esta importante esfera.
- Movilizar financiamiento del sector privado para actividades de adaptación.

Los países también tendrán que analizar el marco fiscal para las medidas contra el cambio climático. Las iniciativas gubernamentales en materia de mitigación y adaptación pueden tener importantes consecuencias en el ámbito fiscal en lo que respecta a los ingresos, los subsidios y los flujos del financiamiento internacional. Entre los elementos principales de dicho marco figuran los siguientes.

**Elección del instrumento de mitigación.** Los impuestos y los permisos comerciables serán

instrumentos más eficientes que las normas, y todos ellos pueden generar importantes ingresos fiscales (suponiendo que el gobierno subasta los permisos). En el recuadro 6.3 se señalan las principales características de los impuestos al carbono y sus diferencias con los sistemas de límites máximos y comercio de emisiones.

**Neutralidad fiscal.** Los países tienen la opción de utilizar los ingresos fiscales derivados del carbono para reducir otros impuestos distorsivos, lo que podría generar consecuencias significativas en el crecimiento y el bienestar. Pero en los países en desarrollo, la base de ingresos de los tesoros es por lo general endeble y esto puede reducir los incentivos para procurar una neutralidad fiscal completa.

**Costo y simplicidad administrativa.** Los impuestos al carbono, que pueden aplicarse sobre el contenido de carbono de los combustibles, tienen la ventaja de la simplicidad, dado que pueden apoyarse en los regímenes existentes de impuestos al consumo de combustibles. En los sistemas de límites máximos y comercio de emisiones, la asignación de permisos y la verificación del cumplimiento pueden entrañar elevados costos administrativos.

**Impacto en la distribución.** Cualquier instrumento para financiar la mitigación que se vincule con los precios tendrá distintas consecuencias distributivas en los diversos grupos de ingresos, en función de la intensidad de carbono de lo que éstos consumen y de si están empleados en sectores que se retraen a causa de los impuestos al carbono o del comercio de derechos de emisión. Es posible que hagan falta medidas fiscales compensatorias en caso de que los hogares de ingresos bajos se vean afectados de manera desproporcionada.

**Coherencia de las políticas.** Los esquemas actuales de subsidios, en particular en los sectores de energía y agricultura, pueden resultar contradictorios con las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Los subsidios a los bienes que se volverán más escasos debido al cambio climático, como el agua, también corren el riesgo de generar efectos perjudiciales.

En el recuadro 6.4 se exponen los efectos de las medidas con las que el Ministerio de Finanzas de Indonesia procuró incorporar las cuestiones del cambio climático en la política fiscal y macroeconómica general.

### RECUADRO 6.3 *Los impuestos al carbono frente a los sistemas de límites máximos y comercio de emisiones*

Los principales instrumentos de mercado que se emplean en la mitigación del cambio climático son los impuestos al carbono y los mecanismos de límites máximos y comercio de emisiones. Puesto que no imponen proporciones fijas ni parámetros tecnológicos (los instrumentos regulatorios que suelen emplear los gobiernos), estas herramientas dan a las empresas y los hogares individuales la libertad de recurrir a los métodos que les resulten menos costosos para alcanzar un objetivo climático.

Un impuesto al carbono es un instrumento vinculado con el precio y por lo general se aplica al contenido de carbono de los combustibles empleados como insumos, con lo que se crea un incentivo ya sea para cambiar por combustibles que generen menos emisiones de carbono o para utilizar más eficientemente los combustibles. Sin embargo, dado que los gobiernos no poseen información completa acerca de los costos que supone cambiar de combustible o incrementar la eficiencia energética, surge la consiguiente incertidumbre acerca de cuánta reducción de emisiones provocará un determinado nivel de impuesto. Si un gobierno debe respetar un tope a las emisiones establecido en virtud de un acuerdo mundial, deberá ajustar repetidamente el impuesto para que las emisiones del país se mantengan por debajo de dicho tope.

En un mecanismo de límites máximos y comercio de emisiones, los gobiernos otorgan permisos que representan un derecho legal a emitir carbono y que los participantes en el mecanismo pueden comprar y vender libremente. Puesto que los costos marginales de cambiar de combustible o incrementar la eficiencia energética variarán según la empresa y el sector de que se trate, hay posibilidades de obtener ganancias de este comercio. Por ejemplo, si en una empresa los costos marginales de mitigación son elevados, mientras que en otra son mucho más bajos, esta última empresa puede vender un permiso de emisión a un precio que supere su costo marginal de mitigación, reducir de este modo sus emisiones y obtener un beneficio. Asimismo, si el precio del mencionado permiso se sitúa por debajo del costo marginal de mitigación del comprador, la operación comercial es también beneficiosa para éste. En vista de que el mecanismo de límites máximos y comercio es un instrumento cuantitativo, el grado de certeza acerca de que los países no superarán su tope es alto (suponiendo que los sistemas de cumplimiento sean eficaces); no obstante, paralelamente puede suscitarse incertidumbre acerca del nivel y la estabilidad de los precios de los permisos.

Los dos instrumentos difieren en aspectos importantes:

#### **Eficiencia**

Dado que la información acerca de los costos de mitigación es incompleta, todo instrumento de mercado para reducir las emisiones representa un riesgo, ya sea por exceso o por defecto, y podría dar lugar a costos excesivos o bien a daños excesivos. Un famoso resultado establecido por Witzman muestra que la elección del instrumento en condiciones de incertidumbre depende de la pendiente relativa de las funciones de daño y costo de reducción. No está del todo claro lo que esto significa en el caso del cambio climático, puesto que la forma de la función de daños es sumamente incierta. No obstante, dado que los gases de efecto invernadero son contaminantes que el medio ambiente no puede absorber, muchos han sostenido que, en el corto plazo, es probable que los daños se mantengan relativamente constantes por tonelada marginal, lo que favorecería la fijación de un impuesto.

#### **Volatilidad de los precios**

Si bien los mecanismos de límites máximos y comercio generan certeza sobre la cantidad de emisiones, pueden dar lugar a incertidumbre respecto de los precios. Por ejemplo, si se produce un cambio en el ciclo comercial o en los precios relativos de los combustibles de bajas emisiones y de elevadas emisiones de carbono, los precios de los permisos se verán directamente afectados. Esta volatilidad no sólo complica la planificación de las estrategias de reducción, sino que también disminuye los incentivos para invertir en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de reducción de emisiones. Las operaciones de ahorro y préstamo de permisos son dos mecanismos sencillos que pueden contribuir a atenuar la volatilidad de los precios.

#### **Reciclaje de ingresos**

Un impuesto al carbono es una fuente directa de ingresos fiscales, y los gobiernos tienen la opción de utilizar esos recursos para financiar gastos o reciclarlos reduciendo o eliminando otros impuestos. Dado que el reciclaje incrementa la eficiencia general del sistema tributario, se obtiene un "dividendo doble", pero no hay garantía de que pueda hacerse realidad si los impuestos al carbono exacerban las ineficiencias existentes en el sistema tributario. Si el gobierno subasta los permisos de emisión, éstos también se convierten en una fuente de ingresos fiscales.

#### **Economía política**

Dado que para cualquier objetivo climático elegido el saldo de carbono es fijo, la certeza asociada con un instrumento cuantitativo puede resultar atractiva para determinados grupos. Y a nadie le gustan los impuestos, se trate de empresas o de personas. Es posible que esta línea de razonamiento parezca

favorecer un sistema de límites máximos y comercio, pero la aversión a los impuestos significa también que las empresas se resistirán a la subasta de permisos y pueden, en cambio, ejercer presión para que se les asignen autorizaciones gratuitas. En general, si no se realiza a través de subasta, el proceso de asignar permisos genera comportamientos que procuran la captación de rentas y pueden llevar a la corrupción.

#### **Eficiencia administrativa**

En los países en desarrollo, revisten particular importancia las consideraciones sobre el costo de administrar políticas climáticas y el capital institucional y humano necesario. Un impuesto al contenido de carbono de los combustibles es potencialmente muy eficaz en función de los costos porque se podría recurrir a los sistemas administrativos ya existentes para aplicar impuestos al consumo de combustibles. En cambio, establecer un mercado para subastar y comerciar permisos podría resultar una tarea sumamente compleja, y se necesitaría un ente regulador que controlara el modo en que los participantes ejercen el poder del mercado. Asimismo, un sistema de permisos exigiría que se supervisaran y se hicieran cumplir las obligaciones en el nivel de los emisores individuales, mientras que el control de un impuesto al carbono podría efectuarse a un costo mucho menor en el nivel de los vendedores mayoristas de combustible.

Los impuestos al carbono y los sistemas de límites máximos y comercio de emisiones no son necesariamente excluyentes. La Unión Europea ha optado por el comercio de permisos para reducir las emisiones provenientes de grandes fuentes (empresas de servicios públicos, producción de calor, grandes establecimientos industriales con un uso intensivo de la energía y la aviación, que comenzarán a utilizarse en 2011), con el que abarcará cerca del 40% de las emisiones de la Unión Europea. Otros instrumentos (incluido un impuesto al carbono que rige en varios países europeos) se aplican específicamente a las emisiones de otros sectores, en particular las viviendas residenciales y los servicios, el transporte, el manejo de residuos y la agricultura. En cambio, en Australia y Estados Unidos, el sistema de límites máximos y comercio se está convirtiendo en el instrumento principal para regular las emisiones de gases de efecto invernadero de la economía en su conjunto (acompañado con una serie de políticas y medidas, como las normas sobre cartera de energías renovables).

Fuentes: Bovenberg y Goulder, 1996; Weitzman, 1974; Aldy, Ley y Parry, 2008; Newell y Pizer, 2000.

### RECUADRO 6.4 *El compromiso del Ministerio de Finanzas de Indonesia con los problemas del cambio climático*

El Ministerio de Finanzas de Indonesia ha reconocido que la mitigación y adaptación al cambio climático exigen gestión macroeconómica, planes de política fiscal, alternativas para la recaudación de ingresos, mercados de seguros y opciones de inversión de largo plazo. Con el desarrollo como prioridad, Indonesia trata de encontrar el equilibrio entre los objetivos económicos, sociales y ambientales. El país podría beneficiarse si se invirtiera en desarrollo con tecnologías inocuas para el clima a fin de emprender un camino de crecimiento más limpio y eficiente. Dichos beneficios incluirían posibles pagos de los mercados de carbono a cambio de las reducciones en las emisiones derivadas de un consumo energético menos contaminante o de la disminución de la tasa anual de deforestación. El Ministerio de Finanzas desempeñará un papel esencial en el financiamiento, el desarrollo y la puesta en práctica de programas y políticas contra el cambio climático. A fin de movilizar el financiamiento necesario,

Indonesia proyecta emplear una combinación de mecanismos que irían acompañados de políticas nacionales integradas, un sólido marco propicio e incentivos de largo plazo para atraer inversiones.

La ventaja comparativa del Ministerio de Finanzas reside en que analiza las decisiones sobre asignaciones e incentivos que afectan a la economía en su conjunto. El organismo reconoce la importancia de que tanto inversores como donantes confíen en sus enfoques e instituciones a la hora de administrar las oportunidades para el financiamiento vinculado con el clima. Teniendo en cuenta que el volumen de fondos de los donantes –sean donaciones o préstamos en condiciones concesionarias– será siempre pequeño en relación con la inversión privada en el desarrollo del sector energético, la infraestructura y la vivienda, Indonesia seguirá necesitando políticas e incentivos sólidos para atraer y movilizar inversiones privadas hacia el desarrollo sostenible y resultados con niveles más bajos de emisión de carbono.

Indonesia ya ha dado pasos en diversas esferas: para racionalizar los precios de la energía, en 2005 y 2008 redujo los subsidios a los combustibles fósiles; para reducir la deforestación, mejoró el nivel de observancia y el seguimiento de programas, y para incentivar la importación e instalación de equipos de control de la contaminación, estableció exenciones impositivas. Los Ministerios de Finanzas y de Planificación del Desarrollo han formulado un plan nacional y fijado prioridades presupuestarias a fin de integrar el cambio climático en el proceso de desarrollo nacional. El Ministro de Finanzas está analizando políticas fiscales y financieras para estimular la inversión inocua para el clima, lograr que la economía se oriente hacia opciones energéticas con niveles más bajos de emisiones de carbono, incluidas las fuentes renovables y la energía geotérmica, y mejorar los incentivos fiscales en el sector de silvicultura.

*Fuente:* Ministerio de Finanzas (Indonesia), 2008.

### *Generar nuevas fuentes de financiamiento para la adaptación y la mitigación*

Las instituciones públicas (los gobiernos nacionales, los organismos internacionales y los mecanismos oficiales de financiamiento de la CMNUCC) son los principales impulsores de un desarrollo inteligente respecto del clima. Hasta el momento, se han apoyado casi exclusivamente en los ingresos públicos para financiar sus actividades. Pero es poco probable que, cuando el aumento de los costos del cambio climático llegue a las decenas o cientos de miles de millones de dólares al año, éstos puedan cubrirse mayoritariamente a través de los aportes de los gobiernos. Si bien se sumarán nuevos fondos, la experiencia en la asistencia para el desarrollo sugiere que existen ciertas limitaciones en el monto de financiamiento tradicional de los donantes que se puede recaudar. Asimismo, entre los países en desarrollo existe la preocupación de que las contribuciones de las naciones de ingreso alto no sean del todo adicionales respecto de la asistencia para el desarrollo ya existente.

En consecuencia, se deberá recurrir a otras fuentes de financiamiento. Las propuestas son varias, en particular en el caso de la adaptación, a saber:

***Impuesto al carbono coordinado a nivel internacional.*** Las propuestas que abogan por un impuesto al carbono que se administre a nivel nacional pero se fije internacionalmente tienen el atractivo de que la base impositiva sería muy amplia y el flujo de ingresos, relativamente seguro. Por otro lado, a diferencia del impuesto a las transacciones del MDL, el tributo se dirigiría a las emisiones y no a su reducción. En lugar de imponer una pérdida de eficiencia, este tributo tendría un efecto deseable, correctivo y beneficioso. La desventaja principal es que un impuesto coordinado internacionalmente interferiría con la facultad impositiva de los gobiernos soberanos. Por ende, es posible que resulte difícil generar consenso internacional en favor de esta opción.

***Impuesto a las emisiones generadas por el transporte internacional.*** Un impuesto centrado más específicamente en la aviación o la navegación internacional tendría la ventaja de dirigirse a dos sectores que, hasta el momento, no han estado sometidos a normas sobre el carbono y cuyas emisiones aumentan con rapidez. El hecho de que se trate de un sector de índole internacional puede lograr que un impuesto de este tipo resulte más atractivo a

los ojos de los ministros de Finanzas, mientras que la base tributaria tendría la amplitud suficiente para generar montos considerables. Pero la gestión de estos sectores a nivel mundial es compleja, puesto que gran parte del poder está en manos de organismos internacionales, como la Organización Marítima Internacional. En consecuencia, los obstáculos administrativos para establecer un impuesto de este tipo pueden ser considerables.

***Subastar unidades de la cantidad atribuida.*** Los compromisos de reducción de emisiones asumidos por las Partes en el Protocolo de Kyoto se expresan en unidades de la cantidad atribuida (UCA), esto es, el volumen de carbono que un país está autorizado a emitir. Según un enfoque innovador, propuesto originalmente por Noruega, se podría separar una fracción de las UCA de cada país, subastarla al mejor postor y destinar los ingresos correspondientes a actividades de adaptación.

***Ingresos derivados de las subastas dentro de los países.*** La asignación específica de los ingresos derivados de las subastas conlleva el supuesto de que la mayor parte de los países desarrollados pronto dispondrán de sistemas relativamente amplios de límites máximos y comercio de emisiones y que gran parte de los permisos emitidos en virtud de estos sistemas no se repartirá gratuitamente sino que se subastará. En vista de que prácticamente todos los países desarrollados ya cuentan con este tipo de mecanismos o están contemplando su aplicación, es razonable esperar que ese supuesto se cumpla. Pero reservar los ingresos obtenidos en estas subastas para fines específicos de adaptación implicaría interferir con la autonomía fiscal de los gobiernos nacionales del mismo modo que en el caso del impuesto al carbono coordinado en el plano internacional, por lo que es posible que resulte igualmente difícil de poner en práctica.

Cada una de estas opciones tiene ventajas y desventajas<sup>24</sup>. Lo que importa es que las alternativas elegidas ofrezcan un flujo de ingresos seguro, constante, previsible y suficiente. Esto sugiere que el financiamiento deberá provenir de una combinación de fuentes. En el cuadro 6.6 se enumera una serie de posibles fuentes de financiamiento propuestas por naciones desarrolladas y en desarrollo.

En el corto plazo, es posible que los esfuerzos internacionales por superar la crisis económica actual y poner en marcha la economía a través de estímulos fiscales generen también

cierto ímpetu (véase el capítulo 1)<sup>25</sup>. En todo el mundo, se han comprometido más de US\$2 billones a través de diversos paquetes fiscales, entre los que se destacan el de Estados Unidos, de US\$800.000 millones y el de China, de US\$600.000 millones. Cerca del 18% de ese total, es decir, unos US\$400.000 millones, está conformado por inversiones ecológicas en eficiencia energética y energías renovables y, en el caso de China, también por actividades de adaptación<sup>26</sup>. La puesta en marcha de estas inversiones en los próximos 12 a 18 meses podría contribuir en gran medida a encaminar el mundo hacia un futuro con bajos niveles de emisión del carbono. Al mismo tiempo, estos paquetes se orientan, por su propia naturaleza, a estimular la actividad interna de los países. Sus efectos en el financiamiento internacional destinado a países en desarrollo para actividades vinculadas con el clima serán, en el mejor de los casos, indirectos.

***Hace falta algo más que financiamiento: es esencial contar con soluciones de mercado, pero se necesitan también instrumentos normativos adicionales***

Dado que aumenta el número de iniciativas nacionales o regionales que contemplan el comercio de emisiones, el mercado del carbono probablemente juegue un papel importante en la promoción y el apoyo financiero de la necesaria transformación de los patrones de inversión y los estilos de vida. A través de la compra de compensaciones de emisiones en países en desarrollo, los sistemas de límites máximos y comercio de emisiones pueden financiar inversiones con bajos niveles de carbono en esos mismos países. Los mercados del carbono también generan un impulso fundamental para encontrar soluciones eficientes al problema climático.

En el futuro, la estabilización de las temperaturas exigirá un esfuerzo de alcance mundial en favor de la mitigación. En ese momento, el carbono tendrá un precio internacional y todos los países habrán establecido sistemas de comercialización, impuestos o normas. Una vez que se haya fijado un precio eficiente para el carbono, las fuerzas del mercado dirigirán la mayor parte de las decisiones sobre consumo e inversiones hacia las alternativas con menores niveles de emisión. Cuando se llegue a esta cobertura mundial, muchas de las complicaciones que presenta actualmente el mercado del carbono (adicionalidad, fuga, competitividad, escala) desaparecerán. Actualmente, estas dificultades

**Cuadro 6.6 Posibles fuentes de financiamiento para la mitigación y la adaptación**

Propuesta	Fuente de financiamiento	Nota	Financiación anual (en miles de millones de US\$)
Grupo de los 77 y China	0,25-0,5% del producto nacional bruto de las Partes incluidas en el Anexo I	Calculado para el PIB de 2007	201-402
Suiza	US\$2 por tonelada de CO <sub>2</sub> con una exención impositiva básica de 1,5 toneladas de CO <sub>2</sub> e por habitante	Por año (sobre la base de proyecciones para 2012)	18,4
Noruega	Subasta del 2% de las UCA	Por año	15-25
México	Contribuciones basadas en el PIB, los gases de efecto invernadero y la población, y posibles permisos de subastar en los países en desarrollo	Por año y aumentan a medida que se incrementan el PIB y las emisiones	10
Unión Europea	Continúa el impuesto del 2% sobre las utilidades generadas por el MDL	Abarcan desde demanda escasa a demanda elevada en 2020	0,2-0,68
Bangladesh, Paquistán	Impuesto del 3-5% sobre las utilidades generadas por el MDL	Abarcan desde demanda escasa a demanda elevada en 2020	0,3-1,7
Colombia, países menos adelantados	Impuesto del 2% sobre las utilidades generadas por el mecanismo de Aplicación Conjunta y el comercio de emisiones	Por año, después de 2012	0,03-2,25
Países menos adelantados	Impuesto al transporte aéreo internacional (IATAL)	Por año	4-10
Países menos adelantados	Impuesto a los combustibles para buques (IMERS)	Por año	4-15
Tuvalu	Subasta de permisos de emisión correspondientes al transporte aéreo y marítimo	Por año	28

Fuente: CMNUCC, 2008a.

Nota: UCA = Unidad de la cantidad atribuida; IATAL = Impuesto al Transporte Aéreo Internacional para Adaptación; IMERS = Régimen de Reducción de Emisiones Marítimas Internacionales. Las Partes incluidas en el Anexo I comprenden los países de ingreso alto que integraban la OCDE en 1992, más los países con economías en transición. Los países incluidos en el Anexo I se han comprometido específicamente con el objetivo de retornar en forma individual o conjunta. Anexo I se han comprometido específicamente con el objetivo de retornar individual o conjuntamente.

tienen un peso enorme, y a la hora de encararlas no debe olvidarse que es necesario lograr una transición sin tropiezos hacia un mercado mundial del carbono. Sin embargo, persistirán algunas fallas, y los gobiernos deberán intervenir para corregirlas.

Para lograr una mitigación eficaz, es necesario adoptar decisiones que permitan que surja un precio del carbono previsible, adecuado y de largo plazo; no obstante, como se muestra en el capítulo 4, esto no es suficiente. Algunas actividades, como la investigación y el desarrollo –que siempre conllevan riesgos– o las mejoras en eficiencia energética, encuentran obstáculos en las deficiencias del mercado o de las normas; otras, como la planificación urbana, no responden directamente a los precios. Los sectores de silvicultura y agricultura tienen un importante potencial adicional para la reducción y el secuestro de carbono en los países en desarrollo, pero resultan demasiado complejos, con cuestiones sociales intrincadas, para apoyarse exclusivamente en los incentivos de mercado. Para llevar adelante muchas medidas vinculadas con el clima, se necesitará contar con financiamiento complementario y

aplicar políticas específicas, por ejemplo, a fin de superar las barreras a la eficiencia energética, reducir los riesgos percibidos, mejorar los mercados financieros y de capitales en los países y acelerar la difusión de tecnologías inocuas para el clima.

### *Aumentar la escala y la eficiencia de los mercados del carbono*

El mayor riesgo que amenaza el impulso actual del mercado del carbono es la posibilidad de que no continúe más allá de 2012. Persiste un considerable grado de incertidumbre respecto de la propia existencia de un mercado mundial del carbono después de 2012, puesto que se desconoce cuán ambiciosos serán los objetivos de mitigación, el nivel de la demanda resultante de créditos de carbono, el grado de vinculación entre los distintos sistemas de comercialización y la función de las compensaciones en los diversos esquemas actuales y futuros. Si se definiera un objetivo mundial de mitigación para 2050 respaldado por metas intermedias (que se determinarían a través del proceso de la CMNUCC), se darían señales de largo plazo respecto del precio del carbono y

se brindaría seguridad al sector privado, en vista de que en los próximos años se tomarán decisiones de inversión de gran importancia, con efectos duraderos en las trayectorias de emisión.

Durante la próxima fase de la construcción de un mercado mundial de carbono, los países en desarrollo deben encaminarse hacia un desarrollo con bajo nivel de emisiones, una transición a la que se debe contribuir brindando los recursos financieros y de otra índole necesarios. Una de las principales dificultades a la hora de alcanzar un acuerdo sobre el clima consiste en definir un marco que respalde y promueva esta transformación y facilite la transición hacia un sistema más abarcador, en el que un mayor número de países se comprometa a cumplir objetivos de reducción de emisiones. Como se analizó en el capítulo 5, puede concebirse un proceso de incorporación gradual, con transiciones hacia medidas más exigentes según el grado de responsabilidad y capacidad: adoptar políticas inocuas para el clima (etapa a la que ya han llegado numerosos países en desarrollo), limitar el aumento de las emisiones y establecer objetivos de reducción de emisiones. Para respaldar este avance progresivo, se han propuesto diversos modelos en los que se incluye el financiamiento del carbono<sup>27</sup>.

Sin embargo, es probable que la demanda de compensaciones internacionales de los países incluidos en el Anexo I permanezca durante bastante tiempo en niveles inferiores a los que se necesitarían para recompensar todos los logros de mitigación de los países en desarrollo y mantener a la vez un precio suficientemente elevado para el carbono. Si se establecen metas más ambiciosas para los países incluidos en el Anexo I<sup>28</sup>, se crearán incentivos para una mayor cooperación con las naciones en desarrollo con el fin de ampliar las actividades de mitigación, siempre que se pueda generar una oferta creíble de compensaciones en escala.

Las inquietudes acerca de la eficacia y eficiencia del MDL han dado lugar a una amplia gama de propuestas sobre cómo mejorar, ampliar o modificar el mecanismo. En términos generales, dichas propuestas pueden agruparse en torno a dos líneas de sugerencias. En una se procura simplificar el MDL para que se adecue a un mercado creciente dominado por el sector privado, para lo cual se propone mejorar su eficiencia y su gestión a lo largo del ciclo del proyecto y reducir los costos de transacción. En la segunda línea, el objetivo es ampliar el impacto transformador del MDL y del financiamiento del carbono más

allá del alcance limitado de los enfoques por proyectos, centrándose en las trayectorias de las inversiones e influyendo en las tendencias de la emisión.

Probablemente no sea realista esperar lograr algo más que modificaciones incrementales al MDL antes de 2012. Algunos profesionales claman por mejoras de gran envergadura. Pero muchos países aún están familiarizándose con el instrumento, y sus primeros proyectos han comenzado a tramitarse tan sólo en los últimos meses. Otras naciones están centrando la atención en el acuerdo y las herramientas para ampliar las actividades de mitigación después de 2012. El espacio político para emprender una revisión inmediata y de gran magnitud del MDL antes de 2012 es escaso o nulo, cuestión en la que han hecho hincapié los países en desarrollo al argumentar que la mayor parte de esa revisión exigiría modificar el Protocolo de Kyoto. Por tanto, a fin de organizar las distintas etapas de la posible evolución, puede resultar útil diferenciar dos niveles de mejoras o cambios en el actual MDL, que podrían en un futuro dar como resultado dos mecanismos financieros que funcionaran en paralelo y se complementaran con un esquema ajeno al mercado y solventado con recursos públicos.

*MDL basado en las actividades.* Existen argumentos valederos para que el actual MDL, basado en actividades, continúe funcionando en el marco de las normas que lo rigen hoy, con algunas mejoras específicas. En el sistema actual, se establecen los valores de referencia y la adicionalidad para las actividades de cada proyecto, y las regulaciones procuran diferenciar y recompensar los esfuerzos individuales que superan la norma (en lugar de promover una norma mejor). La mayor parte de las instalaciones medianas y grandes de los países pequeños pueden presentarse efectivamente como proyectos individuales en el MDL; por otro lado, ahora existe la opción de registrar las microtecnologías (por ejemplo, lámparas eléctricas y cocinas) como programas organizados de actividades en el marco del MDL actual (con lo que se reducen los costos de transacción a través de la agregación). La mayor parte de los países pequeños o menos adelantados tienen demandas más urgentes a las que atender con su escasa capacidad institucional que la elaboración de complejos mecanismos de contabilidad de gases de efecto invernadero. Esto significa que, para algunas naciones en desarrollo –quizá para la mayoría–, no hay necesidad de establecer otro con-

junto de normas para que puedan ofrecer su potencial de mitigación en el mercado.

Las principales modificaciones administrativas podrían dirigirse, por ejemplo, a mejorar la calidad, pertinencia y coherencia de los flujos de información dentro de la comunidad del MDL; contratar personal profesional y de tiempo completo para la Junta Ejecutiva del MDL y analizar el modo de que sea más representativa para los profesionales, y mejorar la rendición de cuentas en todo el proceso, posiblemente incluyendo un mecanismo que permita a los participantes de los proyectos apelar las decisiones de la Junta. Paralelamente, los países deberían generar un clima propicio para las inversiones con bajos niveles de carbono en general.

*Un mecanismo de mercado que cambie las tendencias.* Este nuevo mecanismo procuraría reducir las tendencias de largo plazo de las emisiones de modo mucho más abarcador. Establecido ya sea dentro del actual MDL o fuera de él, ayudaría a plasmar los cambios normativos que encaminarían a los países en desarrollo hacia una trayectoria con bajos niveles de emisión. Reconocería y promovería la reducción de emisiones de múltiples fuentes logradas gracias a la adopción de políticas o programas determinados. Un MDL programático podría ser el primer paso hacia un mecanismo de mercado que modificara las tendencias, permitiendo la combinación de un número ilimitado de actividades semejantes derivadas de la aplicación de una política en el tiempo y el espacio. Las propuestas que respaldan un cambio hacia el enfoque sectorial pueden clasificarse en dos grandes grupos: las que parten de un convenio entre las industrias que pertenecen a un mismo sector pero están ubicadas en países distintos, y las que se derivan de la decisión de un gobierno nacional de poner en práctica una política o un programa específico.

Han surgido muchas ideas acerca de cómo el MDL y el financiamiento del carbono podrían respaldar políticas inocuas para el medio ambiente en los países en desarrollo. Todas las opciones propuestas contemplan un mecanismo para el financiamiento del carbono con el que se recompensen los efectos cuantificables de una determinada política (en reducción de emisiones). Las variantes se refieren a las políticas y el compromiso de los países en virtud de un acuerdo internacional (obligatorio o flexible), la escala geográfica (regional o nacional) o el alcance sectorial (sectorial o

multisectorial). Entre estas opciones, han despertado gran interés los objetivos sectoriales que no acarrearán penalización (*sector no-lose targets*), en virtud de los cuales un país podría vender créditos de carbono por la reducción de emisiones cuando superara un objetivo acordado (que sería inferior al nivel de emisiones de referencia) pero no sería penalizado en caso de que no alcanzara el objetivo. Un mecanismo de este tipo se adaptaría a los países en desarrollo que necesitan incrementar significativamente las inversiones del sector privado –más allá del alcance del MDL en su forma actual– en consonancia con sus prioridades de desarrollo sostenible.

### **Crear incentivos financieros para la REDD**

Un motivo de especial preocupación para los países en desarrollo es la falta de incentivos financieros para la REDD. En 2005, casi la cuarta parte de las emisiones de los países en desarrollo provinieron del cambio en el uso de la tierra y la silvicultura, por lo que la exclusión de estos sectores tiene un peso significativo<sup>29</sup>. Pero el uso de la tierra, el cambio en dicho uso y la silvicultura siempre han resultado temas problemáticos y controvertidos en las negociaciones sobre el clima. La oposición a que se los incluyera en el Protocolo de Kyoto fue muy fuerte. Como resultado, en el MDL sólo se contemplaron las operaciones vinculadas con la forestación y la reforestación, pero el régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea los excluye.

En lo que respecta a la REDD, inicialmente la atención se centraba en los países donde se produce deforestación (cuadro 6.7). Pero hay algunos países sumamente boscosos con poca deforestación que procuran apoyo para manejar y conservar sus bosques de forma sostenible, en particular si las actividades de REDD en otros países trasladan la tala de árboles y la expansión agrícola más allá de sus fronteras nacionales (fuga). Otros países ya cuentan con políticas y medidas para manejar sosteniblemente sus bosques, y pretenden que se reconozcan sus esfuerzos por reducir las emisiones a través de soluciones de mercado semejantes a los pagos por servicios ambientales. Como se analizó en el capítulo 3, también están ganando impulso las iniciativas para conservar el carbono del suelo (recuadro 6.5) mediante mecanismos basados en el desempeño, pero los debates al respecto se encuentran en una etapa menos avanzada que los referidos a la REDD.

**Cuadro 6.7 Iniciativas nacionales y multilaterales para reducir la deforestación y la degradación forestal**

Iniciativa	Financiamiento total estimado (en millones de US\$)	Período
Iniciativa Internacional sobre el Carbono de los Bosques (Australia)	160	2007-12
Iniciativa Internacional sobre el Clima y los Bosques (Noruega)	2.250	2008-12
Fondo para Reducir las Emisiones de Carbono mediante la Protección de los Bosques (Banco Mundial)	300	2008-18
Programa de Inversión en Silvicultura (integra los fondos de inversión en el clima)	350	2009-12
Programa UN-REDD	35	2008-12
Fondo para la Amazonia	1.000	2008-15
Fondo para la Protección Forestal de la Cuenca del Río Congo	200	Incierto

Fuente: CMNUCC, 2008b.

Nota: se incluyen entre paréntesis los países o instituciones que patrocinan la propuesta.

La REDD involucra numerosos grupos y otros objetivos sociales, y a menudo conlleva una combinación de efectos posibles positivos y negativos. Podría constituir una nueva fuente de ingresos para los pueblos indígenas, pero éstos se muestran preocupados, con razón, por la posibilidad de que los mecanismos de REDD se utilicen para poner en peligro sus derechos de acceder a y utilizar tierras tradicionales. La REDD puede generar recursos para proteger más adecuadamente zonas ricas en biodiversidad, pero también podría trasladar la tala de árboles y el desmonte más allá de las fronteras nacionales hacia zonas de gran diversidad biológica (otro ejemplo de fuga).

Por lo general, se reconoce que, antes de que los países que poseen bosques puedan recibir

incentivos financieros para la REDD, deben establecer elementos básicos en los ámbitos normativo, jurídico, institucional y técnico, lo que se denomina “preparación para la REDD”. Los principales componentes de esta preparación deberían ponerse en marcha en el nivel nacional (no en el de los proyectos) de modo de responder a las causas sistémicas de la deforestación y la degradación forestal y poner coto a las fugas.

El Fondo para Reducir las Emisiones de Carbono mediante la Protección de los Bosques (FRECPB) ha sido diseñado para ayudar a los países que poseen bosques en las regiones tropicales y subtropicales a prepararse para la REDD y aplicar a modo de experiencia piloto incentivos basados en el desempeño. En el ámbito del FRECPB, la preparación para la REDD implica contar con un marco de ejecución y una estrategia nacional de REDD, una hipótesis de referencia a nivel nacional sobre las emisiones generadas por la deforestación y la degradación de los bosques, y un sistema nacional de seguimiento, verificación y presentación de informes. El Programa de las Naciones Unidas de Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y la Degradación Forestal (UN-REDD), que llevan adelante la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, es una iniciativa semejante al mencionado fondo.

En su estrategia nacional de REDD, un país evaluaría sus políticas sobre uso de la tierra y silvicultura hasta la fecha y detectaría las causas de la deforestación y la degradación forestal. Luego, formularía opciones estratégicas para abordar dichas causas y evaluar las opciones en términos de su eficacia en función

### RECUADRO 6.5 Conservar el carbono del suelo agrícola

El potencial de mitigación del sector agrícola podría ser importante: se estima que, para 2030, podría situarse cerca de las 6 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>e anuales, con el secuestro del carbono del suelo como el mecanismo principal. Numerosas opciones de mitigación (como la gestión de tierras de cultivo y de pastoreo, la gestión de suelos orgánicos, la recuperación de tierras degradadas y el manejo del ganado) se valen de tecnologías ya existentes y pueden ponerse en práctica de inmediato. Asimismo, el costo de estas opciones también es competitivo: si se supone un precio de menos de US\$20 por tonelada de CO<sub>2</sub>e, el potencial mundial

de mitigación en el sector agrícola llegaría para 2030 a unas 2 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>e al año.

Si se ampliara el alcance de los mercados del carbono para incluir el suelo agrícola, el financiamiento del carbono jugaría un papel más importante en las prácticas adecuadas de manejo de la tierra. El secuestro del carbono en la agricultura puede ayudar a incrementar la productividad agrícola y mejorar la capacidad de quienes practican esta actividad para adaptarse al cambio climático. Un mayor nivel de carbono en el suelo mejora su estructura, con la consiguiente reducción de la erosión y el agotamiento de nutrientes del suelo. Los

suelos con mayores reservas de carbono retienen más el agua, lo que mejora la capacidad de resistencia de los sistemas agrícolas frente a las sequías. Estos impactos biofísicos positivos del secuestro del carbono del suelo dan como resultado directo un aumento en las cosechas, el forraje, el rendimiento de los cultivos y la productividad de la tierra. Sin embargo, es preciso resolver cuestiones relativas al seguimiento y la verificación del aumento en el almacenamiento y la permanencia del secuestro del carbono.

Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2007.



de los costos, su equidad y sostenibilidad. Esto iría seguido de una evaluación de los mecanismos jurídicos e institucionales necesarios para poner en práctica la estrategia de REDD, entre los que se incluirían los organismos responsables de promover y coordinar la REDD en el plano nacional y recaudar fondos. Asimismo, se analizarían los mecanismos para la distribución de los fondos financieros que se prevé obtener de la REDD y un registro nacional del carbono para administrar las actividades de REDD (tanto la reducción lograda como los ingresos correspondientes). El país identificaría también las inversiones y el fortalecimiento de la capacidad que harían falta para poner en marcha la estrategia y evaluaría los impactos ambientales y sociales de las diversas estrategias y modos de aplicación alternativos.

A fin de estar preparados para la REDD, los países deben elaborar una hipótesis de referencia a nivel nacional, en la que se debería incluir una parte retrospectiva, con el cálculo del promedio histórico reciente de emisiones, y quizá también un componente de proyección, en el que se prevean las emisiones futuras sobre la base de las tendencias del crecimiento económico y los planes nacionales de desarrollo.

En un sistema de pagos basados en el desempeño, es esencial contar con un mecanismo nacional de seguimiento, verificación y presentación de informes (SVPI). Éste podría incluir los impactos de los pagos tanto en la diversidad biológica y los medios de subsistencia como en los niveles de carbono. El sistema de SVPI debe incluir tecnología de teledetección y mediciones en tierra. La experiencia con las iniciativas de gestión comunitaria de los recursos naturales ha mostrado que la participación de la población local, incluidos los pueblos indígenas, en el seguimiento de los recursos naturales también puede constituir una fuente de información de base local precisa y de bajo costo acerca de las tendencias de la biomasa forestal y los recursos naturales<sup>30</sup>. Las comunidades locales pueden hacer el seguimiento de las reservas de recursos naturales, la distribución de beneficios y los efectos sociales y ecológicos más amplios de los mecanismos de REDD. Los enfoques participativos pueden mejorar en gran medida la gestión institucional y la administración de los sistemas de REDD.

Antes de que puedan iniciarse los pagos de gran escala y basados en el desempeño por REDD, la mayor parte de los países que poseen bosques deberá encarar reformas normativas y programas de inversión. Es posible que haga falta invertir para fortalecer la capacidad

institucional, mejorar la gestión y la información acerca de los bosques, incrementar la conservación y la gestión sostenible de los bosques y aliviar la presión sobre ellos, por ejemplo, a través de la reubicación de las actividades agroindustriales en sitios alejados de las zonas forestales o la mejora en la productividad agrícola. A fin de ayudar a los países con estas tareas, se han puesto en marcha diversas iniciativas y hay otras en proceso de elaboración (véase el cuadro 6.7). Asimismo, el Banco Mundial ha propuesto un programa de inversiones en silvicultura en el marco del los fondos de inversión en el clima, mientras que el Proyecto sobre Bosques Tropicales del Príncipe y la Coalición para las Naciones con Bosques Tropicales han sugerido recientemente que las instituciones financieras emitieran bonos para recaudar un volumen significativo de recursos y ayudar a los países con bosques a financiar sus programas de desarrollo y conservación forestal. Este ejemplo muestra que, si se pretende impulsar una transformación de conductas y decisiones de inversión, se necesita una combinación de instrumentos: para promover reformas en las políticas, fortalecer la capacidad y encarar programas de inversión, se requiere conjugar el financiamiento inicial (innovador y en condiciones concesionarias) con incentivos basados en el desempeño. El ejemplo también pone de relieve la función esencial que le cabe al financiamiento público como elemento catalizador de las iniciativas contra el cambio climático.

### *Movilizar financiamiento privado para la adaptación*

A diferencia de lo que ocurre con las actividades de mitigación, en las que el énfasis recae en los fondos privados provenientes de los mercados del carbono, el financiamiento para la adaptación se centra fuertemente en capitales públicos. Esto no sorprende, puesto que la adaptación guarda estrecha vinculación con el desarrollo adecuado y numerosas medidas de adaptación constituyen bienes públicos, como la protección de las zonas costeras (un bien público local) y el suministro oportuno de información sobre el clima (un bien público nacional).

A pesar del hincapié en el financiamiento público, gran parte de la carga de la adaptación recaerá sobre personas y empresas. Por ejemplo, es principalmente el sector privado el que ofrece seguros contra peligros climáticos. De modo semejante, la tarea de reacondicionar los activos de capital de todo el mundo (viviendas privadas, establecimientos fabriles y maquinarias) para volverlas resistentes al

clima quedará principalmente en manos de los propietarios privados, aunque el Estado tendrá que brindar protección contra las inundaciones y alivio en caso de desastres. Asimismo, las empresas privadas poseen o manejan parte de la infraestructura pública que deberá ser adaptada para un mundo más cálido (puertos, centrales eléctricas y sistemas de alcantarillado).

Para los gobiernos, el desafío de procurar la participación del sector privado en el financiamiento de la adaptación presenta tres aspectos: lograr que los actores privados encaren actividades de adaptación, distribuir el costo de adaptar la infraestructura pública y movilizar financiamiento privado para solventar inversiones específicas en adaptación.

*Lograr que los actores privados encaren con eficacia actividades de adaptación.* La mayor parte de las decisiones sobre consumo y negocios se ve afectada, directa o indirectamente, por factores climáticos: desde la ropa que se ponen las personas y las decisiones de los agricultores acerca de qué plantar hasta el modo de diseñar edificios. La gente está acostumbrada a tomar decisiones de adaptación implícita como éstas. La función principal de los gobiernos será crear un contexto económico que facilite esas decisiones. Esto puede adoptar la forma de incentivos económicos (exenciones impositivas para inversiones en adaptación, impuestos a la propiedad diferenciados según el nivel de riesgo, primas de seguro diferenciadas), normas (planificación de zonas, códigos de construcción) o simplemente educación y mejor información (pronósticos meteorológicos de largo plazo, servicios de extensión agrícola).

Estas medidas implicarán un costo económico, ya sea para acatar normas de construcción más estrictas, utilizar variedades distintas de semillas o pagar primas de seguros más elevadas. Ese costo recaerá sobre la economía y se difundirá a los diversos sectores a medida que los productores trasladen a sus clientes el aumento de los costos y los mecanismos de seguros ayuden a distribuir los riesgos. No será necesario hacer uso de fondos específicos para tareas de adaptación, excepto tal vez para solventar los costos administrativos de los gobiernos o proteger a los grupos vulnerables de los efectos adversos de una determinada política.

*Distribuir los costos de la adaptación de la infraestructura pública.* Gran parte de los costos que conlleva la adaptación para el sector público corresponden al reacondicionamiento de la estructura de transporte, las

redes eléctricas, los sistemas de provisión de agua y las redes de comunicación del país para volverlos resistentes al clima. Tanto si quienes brindan estos servicios son entidades públicas, privadas o públicas comercializadas, los costos deberán ser solventados ya sea por los contribuyentes (del país o del extranjero, si se brinda asistencia para la adaptación) o por los usuarios (por la vía de tarifas más elevadas).

Para quienes prestan servicios de infraestructura, el cambio climático (y las políticas que lo abordan) se convertirá en un nuevo factor de riesgo que deberán tener en cuenta junto con los demás riesgos regulatorios, comerciales y macroeconómicos<sup>31</sup>. Por tanto, sería recomendable incluir en el marco normativo las atribuciones de la responsabilidad por la adaptación tan pronta y previsible como fuera posible. La mayor incertidumbre física también exige que el sistema regulatorio sea más flexible, puesto que las normas dictadas de antemano son poco adecuadas para situaciones que implican cambios imprevisibles. Los enfoques nuevos e innovadores acerca de la normativa constituyen opciones prometedoras. Un buen ejemplo de esto es el modelo adoptado por la entidad reguladora de la energía en el Reino Unido, que puede actuar como auditora y dejar las decisiones de inversión en manos de los principales actores del gobierno y el sector privado<sup>32</sup>.

*Movilizar financiamiento privado para solventar inversiones específicas en adaptación.* Por diversas razones, es probable que el margen para la participación privada en infraestructura específicamente diseñada para la adaptación sea limitado. Dado que las inversiones en ese tipo de obras por lo general no producen ingresos comerciales para los actores privados, se los debe remunerar con fondos del erario público. Esto crea un pasivo semejante a una deuda para el gobierno, que debe registrarse en las cuentas públicas. El argumento de la eficiencia tampoco parece convincente<sup>33</sup>. Las estructuras de adaptación, como las defensas contra inundaciones, son relativamente baratas y de manejo sencillo, por lo que el margen para incrementar la eficiencia de su funcionamiento pasándolo a manos de un administrador privado es escaso. Es posible que ese margen sea mayor en las fases de construcción y diseño, pero el aumento de la eficiencia también puede captarse a través de mecanismos de adquisición adecuados.

En términos más generales, los flujos de capital privado han representado una pequeña parte de las necesidades totales de financiamiento para infraestructura en los países en

desarrollo, y es probable que sigan siendo modestos mientras dure la crisis financiera actual<sup>34</sup>. Por estos motivos y los mencionados anteriormente, los expertos en infraestructura advierten que no se debe esperar demasiado de las asociaciones público-privadas en lo que respecta a recaudar financiamiento para actividades contra el cambio climático<sup>35</sup>.

### **Garantizar el uso transparente, eficiente y equitativo de los fondos**

Por exitosos que resulten los intentos por reunir fondos adicionales, el financiamiento vinculado con el clima será escaso, de modo que deberá utilizarse eficazmente y asignarse con transparencia y equidad.

En lo que respecta a la mitigación, la asignación de fondos estará dominada por consideraciones de eficiencia. La mitigación es un bien público mundial, y sus beneficios son los mismos sin importar dónde se realiza la reducción (aunque la asignación de los costos de mitigación suscita planteamientos sobre la equidad). Si se cuenta con el marco adecuado (esencialmente, un mercado del carbono que permite la exploración de oportunidades de reducción a escala mundial a la vez que protege los intereses de los países anfitriones), se puede asignar capitales de modo razonablemente eficaz mediante una combinación de mercados de carbono, otros sistemas basados en el desempeño y fondos públicos dirigidos a los sectores que el mercado deja de lado.

La asignación de financiamiento para actividades de adaptación, en cambio, suscita importantes planteos acerca de la equidad y la eficiencia. A diferencia de la mitigación, la asignación de recursos para adaptación tiene consecuencias significativas en la distribución. El dinero que se emplea para proteger a los pequeños Estados insulares ya no puede entregarse a los agricultores africanos. El modo de clasificar el financiamiento para la adaptación sigue siendo objeto de debate, y la controversia se extiende a la manera de asignar dicho financiamiento. Los países en desarrollo tienden a considerar los fondos para la adaptación como resarcimiento por los daños, invocando el principio de que “el que contamina paga” en el plano internacional. Por tanto, desde el punto de vista de los países en desarrollo, el tema de cómo usar el financiamiento para adaptación queda fuera del ámbito de competencia de los países de ingreso alto. Pero éstos insisten en que los escasos recursos financieros deberían usarse con eficiencia, sea cual fuere la justificación o la procedencia de los fondos.

Ciertamente, puede argumentarse que la asignación y el uso eficiente y equitativo del financiamiento para adaptación atañen al interés de todos. El despilfarro de recursos puede socavar el apoyo público a las medidas contra el cambio climático en general. Por esto, es crucial que la asignación de los fondos sea transparente, eficiente y equitativa. Como ejemplo del modo en que las instituciones de desarrollo han manejado la asignación de recursos, se puede analizar el enfoque adoptado por la Asociación Internacional de Fomento (AIF), que elabora un índice en el que se combinan la necesidad de financiamiento, la capacidad del gobierno de absorber fondos y su desempeño (recuadro 6.6). El enfoque de la AIF no carece de fallas. Dado que la fórmula que se aplica es uniforme para todos los países, en esencia, impone en todos ellos el mismo modelo de desarrollo<sup>36</sup>. Esto ya resulta problemático para cuestiones normales de desarrollo y puede serlo aún más en el caso del cambio climático, pues es mucho menos lo que se sabe acerca del modelo de adaptación más adecuado. Aun así, un enfoque empírico sobre la asignación del financiamiento para la adaptación que tenga por objeto solucionar estas dificultades podría cumplir al menos tres propósitos: reducir los costos de transacción si los cabildeos y las negociaciones no formarían parte del proceso de asignación; respaldar la orientación a los resultados con un proceso de asignación basado en medidas empíricas, y reforzar la responsabilidad mutua a través de la transparencia en las asignaciones.

La medida de la necesidad de financiamiento debería vincularse estrechamente con el concepto de vulnerabilidad al clima. Según la concepción del IPCC, la vulnerabilidad es una función de la capacidad para adaptarse, la sensibilidad a los factores climáticos y el grado de exposición al cambio climático<sup>37</sup>. La medida de la necesidad de financiamiento, por tanto, podría ser un índice de sensibilidad y exposición ponderado por la cantidad de población y quizá también del nivel de pobreza. Para el caso particular de los países grandes, también debería tomarse en cuenta la distribución de los impactos y las diferencias de vulnerabilidad entre las diversas localidades.

El desempeño del gobierno central y su capacidad de absorber flujos de financiamiento determinan claramente la aptitud de un país para adaptarse al cambio climático, pero no son los únicos factores de desempeño significativos. Lo que podría denominarse “capacidad social” parecería importante a la

**RECUADRO 6.6** *Asignar financiamiento para el desarrollo en condiciones concesionarias*

La fórmula de asignación de fondos de la Asociación Internacional de Fomento (AIF) constituye un modelo posible para destinar financiamiento en condiciones concesionarias de un modo transparente y con base empírica. Con este modelo, que lleva 10 años de perfeccionamiento progresivo, se han asignado cerca de US\$10.000 millones en concepto de financiamiento en condiciones concesionarias a los países más pobres del mundo.

La fórmula de asignación de la AIF se desgrega en tres índices básicos: de necesidad de financiamiento en condiciones concesionarias, de capacidad de absorción y de desempeño del gobierno central. En relación con la necesidad, el criterio básico es el nivel promedio de pobreza de cada país, ponderado para favorecer a los países más pobres, multiplicado por la cantidad de habitantes del país. La capacidad de absorción se mide a través del desempeño de la cartera del Banco

Mundial: las demoras en los desembolsos y las cancelaciones de préstamos o créditos son una indicación clara de la escasa capacidad para absorber financiamiento adicional. A partir de los resultados extraídos de los trabajos sobre eficacia de la ayuda, la fórmula concede mayor peso a los países con mejor gestión, puesto que las pruebas indican que son éstos los que traducen con más éxito los recursos de la ayuda en crecimiento económico. El desempeño del gobierno central se mide, a su vez, mediante dos subíndices: calidad de las instituciones y políticas macroeconómicas, estructurales y sociales, y calidad de la gestión, extraídos de la evaluación de las políticas e instituciones nacionales (EPIN) que elabora el Banco Mundial.

Esta fórmula asigna un peso de 68% al buen gobierno, 24% a las políticas macroeconómicas, sociales y estructurales y 8% a la capacidad de absorción. El

compuesto de estos puntajes se multiplica luego por la cantidad de habitantes del país, ponderada por el ingreso promedio de la población (para reflejar el grado de necesidad), a fin de obtener el puntaje final en función del cual se asigna el financiamiento en condiciones concesionarias.

Dado que esta fórmula podría penalizar a algunos de los países más necesitados, una parte del monto anual de financiamiento se asigna directamente: cada país recibe una asignación mínima; las naciones que salen de conflictos y cuyas instituciones son sumamente frágiles reciben asistencia adicional, y se otorgan asignaciones para desastres naturales. Por otro lado, la AIF establece un tope a los fondos dirigidos a países que pueden recibir financiamiento combinado, puesto que tienen acceso a créditos comerciales.

Fuentes: AIF, 2007; Burnside y Dollar, 2000.

hora de establecer la gravedad de los impactos climáticos en el nivel local; abarca factores como la desigualdad (coeficiente Gini), solidez de los mercados financieros, proporción de personas a cargo, tasa de alfabetismo en la población adulta y educación de las mujeres.

En suma, un índice para asignar financiamiento para adaptación podría componerse de los siguientes factores:

Índice de asignación =	Desempeño del gobierno central
	x capacidad de absorción
	x falta de capacidad social
	x sensibilidad al clima
	x exposición al cambio climático
	x ponderación por cantidad de habitantes
	x ponderación por nivel de pobreza

Pero construir de hecho un índice de este tipo conlleva diversas dificultades. La información acerca del grado de vulnerabilidad de los países en desarrollo sigue siendo incompleta. Las dificultades se deben a los caminos complejos y a menudo indefinidos por los que los impactos posibles –de por sí inciertos– se traducen en vulnerabilidad. La incertidumbre inherente a las hipótesis climáticas futuras incrementa la incertidumbre que conlleva vincular los impactos ambientales con los socioeconómicos. Los modelos se apoyan en

un número limitado de predicciones socioeconómicas definidas, y cada modelo contempla un rango de cambios posibles. En consecuencia, la mayor parte de los trabajos sobre hipótesis climáticas futuras se centran en los impactos esperados dentro de un cierto sector o se vinculan con resultados específicos, como los cambios en la salud y las pérdidas provocadas por el aumento del nivel del mar. Son pocos los estudios en los que se ha intentado traducir estas consecuencias en una evaluación de la vulnerabilidad sobre el terreno<sup>38</sup>.

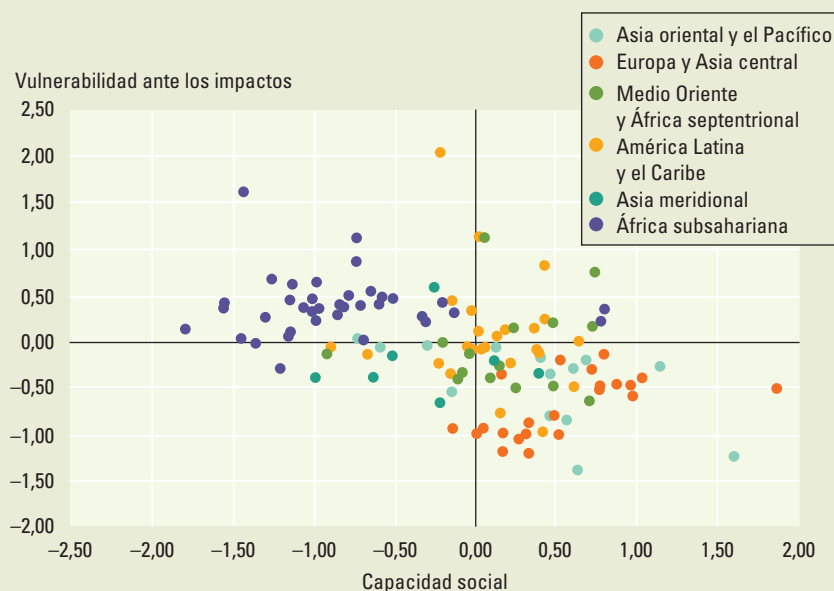
Al igual que lo que ocurre con las asignaciones de la AIF, existe el riesgo de que el índice de asignación de fondos para la adaptación al clima castigue a los países pobres con un grado muy alto de sensibilidad y exposición al cambio climático pero con instituciones débiles. Si se aplica una fórmula, el marco general de asignación de recursos deberá contemplar partidas para países extremadamente frágiles.

En el recuadro 6.7 se muestra un intento inicial de construir un índice de vulnerabilidad: allí se representa un índice compuesto de los impactos físicos proyectados junto con un índice compuesto de la capacidad social. Los resultados de este ejercicio estilizado son tan sólo indicativos, pero sugieren que los países con mayor grado de vulnerabilidad se ubican en su mayoría en África subsahariana<sup>39</sup>. En el recuadro 6.8 se traza la dispersión de ese mismo índice de impacto proyectado respecto de una medida del desempeño del país

**RECUADRO 6.7** *La vulnerabilidad al clima frente a la capacidad social*

El gráfico muestra un índice compuesto del impacto físico (tomado como función de la sensibilidad al clima y la exposición al cambio climático, y derivado de numerosos estudios de impacto a nivel mundial) junto con un índice compuesto de la capacidad social (elaborado a partir de diversos indicadores socioeconómicos).

La capacidad social y la vulnerabilidad, medidas por los impactos proyectados, son índices compuestos por los indicadores que se describen en el cuadro siguiente.



	Indicador	Medida	Fuente	Supuestos
<b>Impacto</b>	Aumento del nivel del mar	Porcentaje de la población afectada por un aumento de 1 metro	Dasgupta y otras 2007	Se supone que los países sin salida al mar no sufrirán ningún impacto.
	Agricultura	Porcentaje de pérdida de rendimiento en 2050, hipótesis SRES A2b del IPCC	Parry y otros, 2004	La disminución del rendimiento agrícola representa una caída en el bienestar del país. El aumento del rendimiento debido al cambio climático representa un aumento del bienestar. Existe adaptación en los establecimientos agrícolas.
	Salud	Porcentaje de muertes adicionales en 2050	Bosello, Roson y Tol, 2006	Las muertes adicionales son representativas del impacto total del cambio climático en la salud.
	Desastres	Porcentaje de la población que muere a causa de desastres (conjunto de datos históricos)	CRED, 2008	Los patrones actuales de desastre representan futuras zonas en riesgo.
<b>Capacidad social</b>	Alfabetismo	Porcentaje de la población mayor de 15 años que está alfabetizado (1991-2005)	Banco Mundial, 2007c	Cuanto más alta es la tasa de alfabetismo, mayor es la capacidad social.
	Proporción de personas a cargo	Proporción de la población dependiente respecto de la población empleada (2006)	Banco Mundial, 2007c	Cuanto más baja es la proporción de personas a cargo, mayor es la capacidad social.
	Tasa de terminación de la escuela primaria (mujeres)	Porcentaje de la población femenina que termina la escuela primaria (1991-2006)	Banco Mundial, 2007c	Cuanto más alta es la tasa de terminación, mayor es la capacidad social.
	Gini	Coficiente Gini (último año disponible)	Banco Mundial, 2007c	Cuanto menor es la desigualdad, mayor es la capacidad social.
	Créditos nacionales al sector privado	Créditos nacionales al sector privado, como porcentaje del PIB (1998-2006)	Banco Mundial, 2007c	Cuanto mayor es la inversión, mayor es la capacidad social.
	Buen gobierno	Indicador de participación y responsabilidad de los indicadores mundiales de buen gobierno	Kaufman, Kraay y Mastruzzi, 2008	Cuanto más alto es el puntaje de los indicadores mundiales de buen gobierno, mayor es la capacidad social.

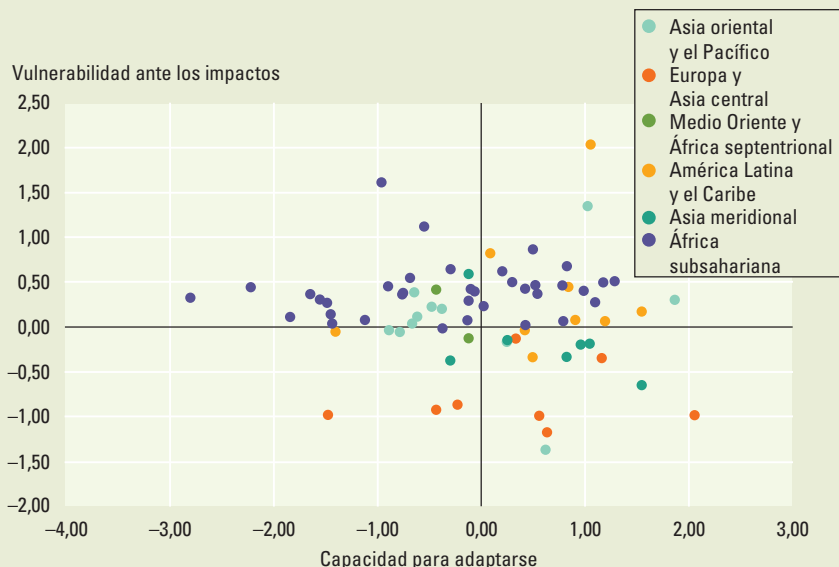
**RECUADRO 6.8** *La vulnerabilidad al clima frente a la capacidad para adaptarse*

El gráfico presenta el índice de impacto en relación con una medida del desempeño del país (la combinación de la capacidad del gobierno central y su aptitud para absorber financiamiento) derivada de la fórmula de asignación de fondos de la Asociación Internacional de Fomento.

La capacidad para adaptarse es un índice compuesto por los indicadores que se describen en el cuadro incluido más abajo, y se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{Desempeño del país} = 0,24 * \text{promedio (EPINa, EPINb y EPINc)} + 0,68 * \text{EPINd} + 0,08 * \text{IADC},$$

en la que EPIN = evaluación de políticas e instituciones nacionales e IADC = informe anual sobre desempeño de la cartera.



	Indicador	Métrica (año)	Fuente	Supuestos
<b>Capacidad para adaptarse</b>	Gestión económica	EPINa (2007)	Banco Mundial	Cuando mejor es el desempeño del país, mayor es su capacidad para adaptarse.
	Políticas estructurales	EPINb (2007)	Banco Mundial	
	Políticas para la equidad y la inclusión social	EPINc (2007)	Banco Mundial	
	Instituciones y gestión del sector público (buen gobierno)	EPINd (2007)	Banco Mundial	
	Capacidad para absorber financiamiento	Cartera del Banco Mundial en riesgo, según IADC (2007) (descontado por edad)	Banco Mundial	

Fuentes: cifras de las EPIN <http://go.worldbank.org/S2THW11X60>. Para conocer los detalles sobre cómo se calculan los puntajes de las EPIN, véase Banco Mundial, 2007b. Los puntajes de la IADC están consignados en Banco Mundial, 2007a.

(la combinación de la capacidad del gobierno central y su aptitud para absorber financiamiento) derivada de la fórmula de asignación de la AIF. Una vez más, en África subsahariana se combinan impactos proyectados altos y escasa capacidad de adaptación.

**Equiparar las necesidades de financiamiento y las fuentes de recursos**

La lucha contra el cambio climático representa un desafío socioeconómico, tecnológico, institucional y normativo de enorme magnitud. Para los países en desarrollo en particular,

constituye también un desafío financiero. Hacia 2030, la inversión adicional necesaria para actividades de mitigación en los países en desarrollo podría oscilar entre US\$140.000 millones y US\$175.000 millones al año (con exigencias financieras conexas de entre US\$265.000 millones y US\$565.000 millones). Para esa fecha, el monto que hará falta para actividades de adaptación podría ascender a entre US\$30.000 millones y US\$100.000 millones anuales. Este financiamiento es adicional a los montos básicos necesarios para iniciativas de desarrollo, que también siguen siendo esenciales y ayudarán en parte a cerrar las brechas existentes para la adaptación.

Si bien van en aumento, los flujos financieros vinculados con el clima que reciben en la actualidad los países en desarrollo cubren tan sólo una mínima parte de las necesidades estimadas. No existe una fuente única que pueda generar tal cantidad de ingresos adicionales, por lo que será necesario combinar diversas fuentes. Los fondos para actividades de adaptación pueden provenir del actual impuesto a las operaciones del MDL, con el que se podrían recaudar cerca de US\$2.000 millones anuales para 2020, si se extendiera su aplicación a una gama más amplia de transacciones de carbono. Mediante propuestas como la venta de UCA, un impuesto sobre las emisiones generadas por el transporte internacional y un tributo mundial al carbono, se podrían generar cerca de US\$15.000 millones al año.

En el caso de las iniciativas de mitigación en el plano nacional, la mayor parte del financiamiento deberá provenir del sector privado. Pero las políticas públicas deberán crear un clima de negocios propicio para las inversiones con bajos niveles de carbono, que comprende, entre otros elementos, un mercado del carbono ampliado, eficiente y bien regulado. Es posible que se requiera complementar estos recursos con financiamiento público (muy probablemente en la forma de transferencias fiscales) para superar las barreras a la inversión (como las que se vinculan con los riesgos) y llegar a ámbitos que el sector privado podría ignorar. También será necesario establecer metas exigentes respecto de las emisiones –en un principio, en países de ingreso alto y, más adelante, en muchos otros– a fin de generar una demanda suficiente de compensaciones y sostener el precio del carbono.

Una vez que la mayor parte de los países haya establecido límites a las emisiones en el marco de un acuerdo internacional sobre el clima, los mercados podrán comenzar a generar en forma autónoma gran parte del

financiamiento nacional necesario para mitigación a medida que las decisiones sobre consumo y producción comiencen a responder a los precios del carbono, ya sea a través de impuestos o un sistema de límites máximos y comercio de emisiones. Pero los mercados nacionales del carbono no generarán automáticamente flujos financieros internacionales. El financiamiento para mitigación destinado a los países en desarrollo puede provenir de ingresos fiscales, de la conexión entre sistemas nacionales de comercio de emisiones o posiblemente del comercio de UCA. Por tanto, la transferencia de fondos de países desarrollados a naciones en desarrollo puede realizarse a través de diversas vías. Pero es esencial contar con esos fondos para garantizar que la solución efectiva y eficiente al problema climático sea también una solución equitativa.

### Notas

1. Para más detalles, véase el “Panorama general”.
2. Baker y otros, 2007.
3. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), 2008a.
4. Agrawala y Fankhauser (2008) examinan la bibliografía sobre los costos de adaptación; Klein y Persson (2008) analizan el vínculo entre adaptación y desarrollo. Parry y otros (2009) critican la estimación de costos de la CMNUCC y sugieren que los costos reales podrían ser entre dos y tres veces más altos.
5. Al igual que los mercados del carbono, los sistemas de comercio de certificados verdes y blancos (los primeros, dirigidos a la ampliación de fuentes de energía renovable y los segundos, al incremento de la eficiencia energética mediante medidas de gestión de la demanda) son ejemplos de mecanismos de mercado que pueden generar beneficios de mitigación. Entre otros instrumentos se incluyen los incentivos financieros (impuestos o subsidios, apoyo a los precios, beneficios impositivos para las inversiones o préstamos subsidiados) y otras políticas y medidas (normas, etiquetas).
6. El beneficio financiero para los países anfitriones es menor que el volumen total del mercado del MDL por dos razones. En primer lugar, la gran

*“El hielo se derrite porque aumenta la temperatura. El niño se siente molesto. Un pájaro ha caído: otra víctima del aire contaminado. Crecen flores cerca del cesto de la basura. Mueren antes de que el niño pueda llevárselas al pájaro. Para revertir estos fenómenos, hago un llamado a los líderes del mundo para que mantengan limpia la naturaleza, usen energía solar y eólica y mejoren las tecnologías”.*

—Shant Hakobyan, Armenia, 12 años



mayoría de las transacciones relativas al MDL en el mercado primario son convenios de compra a futuro, en las que el pago se efectúa una vez que se logren las reducciones de las emisiones. Según el desempeño del proyecto, el volumen de las reducciones de carbono y el momento en que se produzcan pueden resultar muy distintos. Los encargados de los proyectos tienden a vender los créditos a futuro con un descuento que refleja estos riesgos de la contraprestación. En segundo lugar, los créditos del MDL se compran y se venden varias veces en el mercado secundario hasta que llegan al usuario final. Los intermediarios financieros del mercado secundario que asumen el riesgo de la contraprestación reciben como recompensa un precio de reventa más elevado en caso de que el riesgo no se concrete. Estas transacciones no dan lugar directamente a una reducción de las emisiones, a diferencia de las operaciones del mercado primario. El mercado secundario del MDL continuó creciendo en 2008, con transacciones que superaron los US\$26.000 millones (un monto que quintuplicaba el de 2007). En cambio, el valor del mercado primario del MDL declinó por primera vez, hasta llegar a los US\$7.200 millones (una caída del 12% respecto de los niveles de 2007), debido al peso de la crisis económica y la persistente incertidumbre acerca de la continuidad del mercado más allá de 2012. Véase Capoor y Ambrosi, 2009.

7. Comité de Ayuda al Desarrollo de la OCDE, Marcador de Río para el cambio climático, [http://www.oecd.org/document/11/0,3343,en\\_2649\\_34469\\_11396811\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/11/0,3343,en_2649_34469_11396811_1_1_1_1,00.html) (consultado en mayo de 2009).

8. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2009. Las estimaciones sobre las inversiones en energía limpia que se benefician con el MDL tienden a ser superiores a la inversión real en energía sostenible en los países en desarrollo porque muchos proyectos del MDL se encuentran todavía en las etapas iniciales (todavía no están en funcionamiento, no se han encargado o no se ha hecho aún el cierre financiero) cuando se efectúa la transacción de las reducciones certificadas de emisiones.

9. Véase Decisión 1/CP.13 de la 13.ª Conferencia de las Partes en la CMNUCC celebrada en Bali en diciembre de 2007, <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf#page=3> (consultado el 3 de julio de 2009).

10. Michaelowa y Pallav (2007) y Schneider (2007), por ejemplo, alegan que numerosos proyectos se habrían puesto en marcha de todos modos. En cambio, diversas organizaciones em-presariales se quejan por el excesivo nivel de exigencia de las pruebas de adicionalidad (Asociación Internacional de Intercambio de Derechos de Emisión [IETA], 2008; CMNUCC, 2007).

11. Olsen, 2007; Sutter y Parreño, 2007; Olsen y Fenhann, 2008; Nussbaumer, 2009.

12. Cosby y otros, 2005; Brown y otros, 2004; Michaelowa y Umamaheswaran, 2006.

13. Streck y Chagas, 2007; Meijer, 2007; Streck y Lin, 2008.

14. IETA, 2005; Stehr, 2008.

15. IETA, 2008.

16. Michaelowa y Pallav, 2007; IETA, 2008.

17. Baker y otros, 2007.

18. Sperling y Salon, 2002.

19. Figueres y Newcombe, 2007.

20. Eliasch, 2008.

21. Figueres, Haites y Hoyt, 2005; Wara, 2007; Wara y Victor, 2008.

22. Sterk, 2008.

23. Véase Fankhauser, Martin y Prichard, de próxima publicación.

24. Véase un análisis del tema en Müller, 2008.

25. Barbier, 2009; Bowen y otros, 2009.

26. Robins, Clover y Magness, 2009, analizado en el capítulo 1.

27. Entre éstos se incluyen modelos en los que la reducción de emisiones se recompensa en sectores específicos o que están contruidos a partir de diversos tipos de objetivos, como de intensidad o de reducción absoluta o relativa de las emisiones. La entrega de créditos de emisión en reconocimiento de los logros podría efectuarse sólo en el plano nacional o en relación con las actividades de los proyectos. Este reparto de créditos podría basarse en una asignación inicial de permisos (límites y comercio de emisiones) o efectuarse con posterioridad (valores de referencia y créditos). Podría también vincularse con los mercados de carbono existentes o realizarse por fuera de ellos. Los mecanismos que se apoyan en el comercio de emisiones pueden vincularse directa o indirectamente con otros mercados de carbono y generar créditos que puedan o no comerciarse parcial o totalmente en los mercados de carbono existentes.

28. Si se concreta, las diversas propuestas de países de ingreso alto lograrían para 2020 una reducción agregada de sólo 10-15% por debajo de los niveles de emisión de 1990. Esto es mucho menos que el 25-40% de reducción respecto de los niveles de 1990 que el IPCC ha reclamado para 2020; véase Howes, 2009.

29. IRM, 2008; Houghton, 2009.

30. Danielsen y otros, 2009.

31. Vagliasindi, 2008.

32. Pollitt, 2008.

33. Agrawala y Fankhauser, 2008.

34. Los compromisos de inversión realizados a través de asociaciones público-privadas han alcanzado el 0,3-0,4% del PIB de los países en desarrollo durante el período 2005-07 (Base de datos sobre participación privada en infraestructura, <http://ppi.worldbank.org/>). Sin embargo, según las estimaciones, las necesidades de inversión en infraestructura oscilan entre el 2 y el 7% del PIB, y países de rápido crecimiento, como China y Viet Nam, invierten más del 7% del PIB al año. Estache y Fay, 2007.

35. Estache, 2008.

36. Kanbur, 2005.

37. Füssel, 2007.

38. Entre los estudios sobre impacto y vulnerabilidad se incluyen, por ejemplo, los de Bättig, Wild e Imboden (2007); Deressa, Hassan y Ringler (2008); Diffenbaugh y otros (2007), y Giorgi (2006). Otros trabajos se han centrado en las pérdidas sectoriales o en la vulnerabilidad de cada país o estudios de casos: véase Dasgupta y otros (2007) en relación con las zonas costeras; Parry y otros (1999)



y Parry y otros (2004) sobre los cambios en los rendimientos agrícolas mundiales; Arnell (2004) y Alcamo y Henrichs (2002) acerca de los cambios en la disponibilidad de agua; Tol, Ebi y Yohe (2006) y Bosello, Roson y Tol (2006) para un análisis sobre la salud.

39. En los cuadros 6.7 y 6.8 los índices compuestos se calculan transformando los indicadores individuales en puntajes  $z$  y extrayendo luego un promedio simple de los puntajes resultantes.

## Referencias

- AIE (Agencia Internacional de la Energía). 2008. *Energy Technology Perspective 2008: Scenarios and Strategies to 2050*. París: AIE.
- AIF (Asociación Internacional de Fomento). 2007. *IDA's Performance Based Allocation System: Simplification of the Formula and Other Outstanding Issues*. Washington, DC.
- 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.
- Alcamo, J. y T. Henrichs. 2002. "Critical Regions: A Model-based Estimation of World Water Resources Sensitive to Global Changes". *Aquatic Sciences* 64 (4): 352-62.
- Aldy, J. E., E. Ley e I. Parry. 2008. *A Tax-Based Approach to Slowing Global Climate Change*. Washington, DC: Resources for the Future.
- Arnell, N. W. 2004. "Climate Change and Global Water Resources: SRES Emissions and Socio-Economic Scenarios". *Global Environmental Change* 14 (1): 31-52.
- Banco Mundial. 2007a. "Annual Report on Portfolio Performance, Fiscal Year 2006". Quality Assurance Group, Banco Mundial, Washington, DC.
- . 2007b. "Country Policy And Institutional Assessments 2007: Assessment Questionnaire". Operations Policy And Country Services, Banco Mundial, Washington, DC.
- . 2007c. *World Development Indicators 2007*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2009. *The Economics of Adaptation to Climate Change*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Bättig, M. B., M. Wild y D. M. Imboden. 2007. "A Climate Change Index: Where Climate Change May Be Prominent in the 21st Century". *Geophysical Research Letters* 34 (1):1-4.
- Barbier, E. B. 2009. *A Global Green New Deal*. Ginebra: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- 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. Nakićenović, H.-H. Rogner, J. Roy, J. Sathaye, R. Schock, P. Shukla, R. E. H. Sims, P. Smith, D. A. Tirpak, D. Urges-Vorsatz y D. Zhou. 2007. "Technical Summary". En *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave y L. A. Meyer. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Bosello, F., R. Roson y R. S. J. Tol. 2006. "Economy-Wide Estimates of the Implications of Climate Change: Human Health". *Ecological Economics* 58 (3): 579-91.
- Bovenberg, A. L. y L. Goulder. 1996. "Optimal Environmental Taxation in the Presence of Other Taxes: General Equilibrium Analyses". *American Economic Review* 86 (4): 985-1000.
- Bowen, A., S. Fankhauser, N. Stern y D. Zenghelis. 2009. *An Outline of the Case for a "Green" Stimulus*. Londres: Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment y Centre for Climate Change Economics and Policy.
- Brown, K., W. N. Adger, E. Boyd, E. Corbera-Elizalde y S. Shackley. 2004. "How Do CDM Projects Contribute to Sustainable Development?". Tyndall Centre for Climate Change Research Technical Report 16, Norwich, RU.
- Burnside, C. y D. Dollar. 2000. "Aid, Policies and Growth". *American Economic Review* 90 (4): 847-68.
- Capoor, K. y P. Ambrosi. 2009. *State and Trends of the Carbon Market 2009*. Washington, DC: Banco Mundial.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 2007. *Call for Input on Non-Binding Best-Practice Examples on the Demonstration of Additionality to Assist the Development of PDDs, Particularly for SSC Project Activities*. Bonn: CMNUCC.
- . 2008a. *Investment and Financial Flows to Address Climate Change: An Update*. Bonn: CMNUCC.
- . 2008b. *Mechanisms to Manage Financial Risk from Direct Impacts of Climate Change*. Bonn: CMNUCC.
- Cosbey, A., J. Parry, J. Browne, Y. D. Babu, P. Bhandari, J. Drexhage y D. Murphy. 2005. *Realizing the Development Dividend: Making the CDM Work for Developing Countries*. Winnipeg: Instituto Internacional de Desarrollo Sostenible.
- CRED (Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres). 2008. "EM-DAT: The International Emergency Disasters Database". Université Catholique de Louvain, Ecole de Santé Publique, Lovaina.
- Danielsen, F., N. D. Burgess, A. Balmford, P. F. Donald, M. Funder, J. P. Jones, P. Alviola, D. S. Balet, T. Blomley, J. Brashares, B. Child, M. Enghof, J. Fieldsa, S. Holt, H. Hubertz, A. E. Jensen, P. M. Jensen, J. Massao, M. M. Mendoza, Y. Nqqa, M. K. Poulsen, R. Rueda, M. Sam, T. Skielboe, G. Stuart-Hill, E. Topp-Jorgensen y D. Yonten. 2009. "Local Participation in Natural Resource Monitoring: a Characterization of Approaches". *Conservation Biology* 23 (1): 31-42.

- Dasgupta, S., B. Laplante, C. Meisner, D. Wheeler y J. Yan. 2007. "The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4136, Banco Mundial, Washington, DC.
- Dechezleprêtre, A., M. Glachant, I. Hascic, N. Johnstone e Y. Menièrè. 2008. *Invention and Transfer of Climate Change Mitigation Technologies on a Global Scale: A Study Drawing on Patent Data*. París: CERNA.
- Deressa, T., R. M. Hassan y C. Ringler. 2008. "Measuring Ethiopian Farmers' Vulnerability to Climate Change Across Regional States". Documento para discusión 00806, Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria, Washington, DC.
- Difenbaugh, N. S., F. Giorgi, L. Raymond y X. Bi. 2007. "Indicators of 21st Century Socioclimatic Exposure". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (51): 20195-98.
- Edmonds, J., L. Clarke, J. Lurz y M. Wise. 2008. "Stabilizing CO<sub>2</sub> Concentrations with Incomplete International Cooperation". *Climate Policy* 8 (4): 355-76.
- Eliasch, J. 2008. *Climate Change: Financing Global Forests: The Eliasch Review*. Londres: Earthscan.
- Estache, A. 2008. *Public-Private Partnerships for Climate Change Investments: Learning from the Infrastructure PPP Experience*. Brussels: European Center for Advanced Research in Economics and Statistics.
- Estache, A. y M. Fay. 2007. "Current Debates on Infrastructure Policy". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4410, Banco Mundial, Washington, DC.
- Fankhauser, S., N. Martin y S. Prichard. De próxima publicación. "The Economics of the CDM Levy: Revenue Potential, Tax Incidence and Distortionary Effects". Documento de trabajo, London School of Economics.
- Figueres, C., E. Haites y E. Hoyt. 2005. *Programmatic CDM Project Activities: Eligibility, Methodological Requirements and Implementation*. Washington, DC: Banco Mundial Carbon Finance Business Unit.
- Figueres, C. y K. Newcombe. 2007. "Evolution of the CDM: Toward 2012 and Beyond". Climate Change Capital, Londres, RU.
- Füssel, H. M. 2007. "Vulnerability: A Generally Applicable Conceptual Framework for Climate Change Research". *Global Environmental Change* 17 (2): 155-67.
- Giorgi, F. 2006. "Climate Change Hot-Spots". *Geophysical Research Letters* 33(8):L08707- doi:10.1029/2006GL025734.
- Haites, E., D. Maosheng y S. Seres. 2006. "Technology Transfer by CDM Projects". *Climate Policy* 6: 327-44.
- Houghton, R. A. 2009. "Emissions of Carbon from Land Management". Nota de antecedentes para el IDM 2010.
- Howes, S. 2009. *Finding a Way Forward: Tree Critical Issues for a Post-Kyoto Global Agreement on Climate Change*. Canberra: Crawford School of Economics and Government, Australian National University.
- IETA (Asociación Internacional de Intercambio de Derechos de Emisión). 2005. *Strengthening the CDM: Position Paper for COP 11 and COP/MoP 1*. Ginebra: IETA.
- . 2008. *State of the CDM 2008: Facilitating a Smooth Transition into a Mature Environmental Financing Mechanism*. Ginebra: IETA.
- IIASA (Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas). 2009. "GGI Scenario Database". Laxenburg, Austria.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático). 2007. *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- IRM (Instituto de Recursos Mundiales). 2008. "Climate Analysis Indicators tool (CAIT)". Washington, DC.
- Kanbur, R. 2005. "Reforming the Formula: A Modest Proposal for Introducing Development Outcomes in IDA Allocation Procedures". Centre for Economic Policy Research, Documento para discusión 4971, Londres.
- Kaufman, D., A. Kraay y M. Mastruzzi. 2008. *World Governance Indicators 2008*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Klein, R. J. T. y A. Persson. 2008. "Financing Adaptation to Climate Change: Issues and Priorities". European Climate Platform Report 8, Centre for European Policy Studies, Bruselas.
- 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. Magné, S. Mima, W. Schade, S. Scricciu, H. Turton y D. van Vuuren. De próxima publicación. "The Economics of Low Stabilisation: Implications for Technological Change and Policy". En *Making Climate Change Work for Us*, ed. M. Hulme y H. Neufeldt. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- McKinsey & Company. 2009. *Pathways to a Low-carbon Economy: Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*. McKinsey & Company.
- Meijer, E. 2007. "The International Institutions of the Clean Development Mechanism Brought before National Courts: Limiting Jurisdictional Immunity to Achieve Access to Justice". *NYU Journal of International Law and Politics* 39 (4): 873-928.
- Michaelowa, A. y P. Pallav. 2007. *Additionality Determination of Indian CDM Projects. Can Indian CDM Project Developers Outwit the CDM Executive Board?* Zurich: University of Zurich.
- Michaelowa, A. y K. Umamaheswaran. 2006. "Additionality and Sustainable Development Issues Regarding CDM Projects in Energy Efficiency Sector". HWWA, Documento para discusión 346, Hamburgo.

- Ministerio de Finanzas (Indonesia). 2008. *Climate Change and Fiscal Policy Issues: 2008 Initiatives*. Yakarta: Grupo de Trabajo sobre Política Fiscal para el Cambio Climático.
- Müller, B. 2008. "International Adaptation Finance: The Need for an Innovative and Strategic Approach". Documento de trabajo económico 42, Oxford Institute for Energy Studies, Oxford, RU.
- Newell, R. G. y W. A. Pizer. 2000. "Regulating Stock Externalities Under Uncertainty". Documento de trabajo 99-10, Resources for the Future, Washington, DC.
- Nussbaumer, P. 2009. "On the Contribution of Labelled Certified Emission Reductions to Sustainable Development: A Multicriteria Evaluation of CDM Projects". *Energy Policy* 37 (1): 91-101.
- 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.
- Parry, M., C. Rosenzweig, A. Iglesias, G. Fischer y M. Livermore. 1999. "Climate Change and World Food Security: A New Assessment". *Global Environmental Change* 9 (S1): S51-S67.
- Parry, M., C. Rosenzweig, A. Iglesias, M. Livermore y G. Fischer. 2004. "Effects of Climate Change on Global Food Production Under SRES Emissions and Socio-Economic Scenarios". *Global Environmental Change* 14 (1): 53-67.
- Parry, M., N. Arnell, P. Berry, D. Dodman, S. Fankhauser, C. Hope, S. Kovats, R. Nicholls, D. Satterthwaite, R. Tiff y T. Wheeler. 2009. *Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change: A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates*. Londres: International Institute for Environment and Development y Grantham Institute for Climate Change.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2008. "UNEP Risoe CDM/JI Pipeline Analysis and Database". Roskilde, Dinamarca.
- . 2009. *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency*. París: PNUMA y New Energy Finance.
- Pollitt, M. 2008. "The Arguments For and Against Ownership Unbundling of Energy Transmission Networks". *Energy Policy* 36 (2): 704-13.
- Project Catalyst. 2009. *Adaptation to Climate Change: Potential Costs and Choices for a Global Agreement*. Londres: ClimateWorks y European Climate Foundation.
- Robins, N., R. Clover y J. Magness. 2009. *The Green Rebound: Clean Energy to Become an Important Component of Global Recovery Plans*. Londres: HSBC.
- Schaefer, 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.
- 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.
- Sperling, D. y D. Salon. 2002. *Transportation in Developing Countries: An Overview of Greenhouse Gas Reduction Strategies*. Arlington, VA: Centro Pew sobre Cambio Climático Mundial.
- Stehr, H. J. 2008. "Does the CDM Need and Institutional Reform?". En *A Reformed CDM: Including New Mechanisms for Sustainable Development*, ed. K. H. Olsen y J. Fenhann. Roskilde, Dinamarca: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Risoe Centre Perspective Serie 2008.
- Sterk, W. 2008. "From Clean Development Mechanism to Sectoral Crediting Approaches: Way Forward or Wrong Turn?". JIKO Policy Paper 1/2008, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal, Alemania.
- Streck, C. y T. B. Chagas. 2007. "The Future of the CDM in a Post-Kyoto World". *Carbon & Climate Law Review* 1 (1): 53-63.
- Streck, C. y J. Lin. 2008. "Making Markets Work: A Review of CDM Performance and the Need for Reform". *European Journal of International Law* 19 (2): 409-42.
- 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.
- Tol, R. S. J., K. L. Ebi y G. W. Yohe. 2006. "Infectious Disease, Development and Climate Change: A Scenario Analysis". *Environment and Development Economics* 12: 687-706.
- Vagliasindi, M. 2008. "Climate Change Uncertainty, Regulation and Private Participation in Infrastructure". Nota de antecedentes para el IDM 2010.
- Wara, M. 2007. "Is the Global Carbon Market Working?". *Nature* 445: 595-96.
- Wara, M. y D. Victor. 2008. "A Realistic Policy on International Carbon Markets". Documento de trabajo 74, Program on Energy and Sustainable Development, Stanford University, Stanford, CA.
- Watson, C. y S. Fankhauser. 2009. "The Clean Development Mechanism: Too Flexible to Produce Sustainable Development Benefits?". Documento de antecedentes para el IDM 2010.
- Weitzman, M. L. 1974. "Prices vs. Quantities". *Review of Economic Studies* 41 (4): 477-491.



## Aceleración de la innovación y la difusión de tecnologías

Los molinos de viento salpicaban los paisajes europeos y suministraban energía para las actividades agrícolas mucho antes del descubrimiento de la electricidad. Gracias a las fuerzas de la innovación y la difusión de tecnologías, el viento está alimentando las primeras etapas de lo que podría convertirse en una auténtica revolución energética. Entre 1996 y 2008, la capacidad eólica instalada mundial se multiplicó por 20 hasta superar los 120 gigavatios, evitó la emisión de alrededor de 158 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año y permitió crear unos 400.000 puestos de trabajo (gráfico 7.1)<sup>1</sup>. Gran parte de ese crecimiento se puede atribuir a los incentivos de los gobiernos y a la investigación, sea financiada con recursos públicos o con recursos privados, que redujeron el costo de la tecnología eólica y aumentaron la eficiencia.

Aunque la mayor parte de la capacidad instalada corresponde a Europa y los Estados Unidos, la distribución geográfica se está modificando.

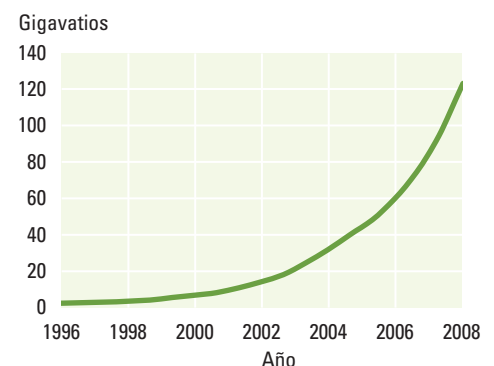
En 2008 tanto India como China instalaron más fuentes eólicas que ningún otro país excepto los Estados Unidos, y juntas representan más del 20% de la capacidad de generación eólica mundial. Una compañía india, Suzlon, es uno de los principales fabricantes de turbinas eólicas del mundo y da empleo a unas 13.000 personas en toda Asia. El despegue mundial de la tecnología eólica está sentando así uno de los primeros precedentes para un desarrollo con un enfoque climático inteligente. Los adelantos complementarios, como la información geoespacial relativa a los recursos eólicos mundiales, están facilitando las decisiones sobre los lugares de emplazamiento (mapa 7.1).

La innovación tecnológica y los ajustes institucionales conexos son fundamentales para afrontar el cambio climático a un costo razonable. El fortalecimiento de la capacidad tecnológica y de innovación de los países puede ser un poderoso agente catalizador del desarrollo<sup>2</sup>. Las economías de ingreso alto, los

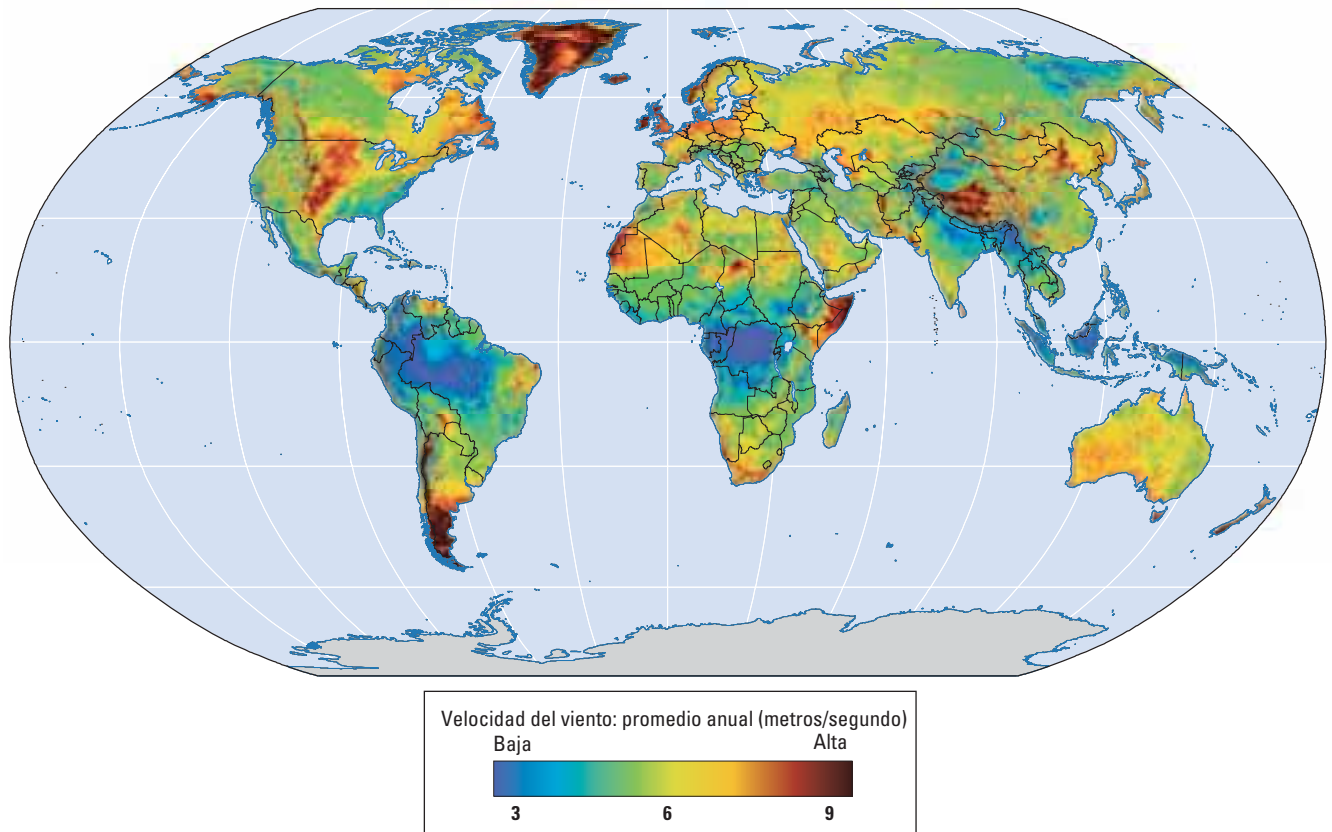
### Mensajes clave

Para alcanzar los objetivos en materia de cambio climático y desarrollo es preciso redoblar los esfuerzos internacionales por difundir las tecnologías existentes y desarrollar e instalar otras nuevas. La inversión pública y privada —que asciende actualmente a decenas de miles de millones de dólares anuales— debe incrementarse considerablemente hasta llegar a varios cientos de miles de millones de dólares al año. Las políticas promovidas por el interés científico y basadas en crecientes inversiones públicas en investigación y desarrollo no serán suficientes. Deberán tener, como contrapartida, políticas estimuladas por el mercado que generen incentivos de los sectores público y privado al espíritu empresarial, la colaboración y la búsqueda de soluciones innovadoras en lugares impensados. La difusión de tecnología con un enfoque climático inteligente requiere mucho más que el envío de equipos listos para usar a los países en desarrollo; exige crear capacidad de absorción y reforzar la habilidad de los sectores público y privado para identificar, adoptar, adaptar, mejorar y emplear las tecnologías más apropiadas.

**Gráfico 7.1** La capacidad eólica instalada mundial acumulada aumentó notablemente en la última década



Fuente: Consejo Mundial de la Energía Eólica, 2009.

**Mapa 7.1** Los adelantos en el trazado de mapas eólicos ofrecen nuevas oportunidades

Fuente: datos suministrados por 3 Tier Inc.

Nota: mapa de una resolución de 5 kilómetros de la velocidad anual promedio del viento, con el promedio medido a una altura de 80 metros (la altura de algunos molinos de viento), en la masa terrestre mundial.

principales emisores del mundo, pueden reemplazar sus tecnologías productoras de elevados niveles de carbono por opciones inteligentes frente al clima y, al mismo tiempo, invertir en gran escala en las innovaciones señeras del mañana. Los países de ingreso mediano pueden lograr que sus inversiones los encaminen hacia un crecimiento con bajos niveles de carbono y que sus empresas recojan los beneficios de las tecnologías existentes para competir en el mundo. Las naciones de ingreso bajo pueden cerciorarse de contar con la capacidad técnica necesaria para adaptarse al cambio climático mediante la identificación, evaluación, adopción y mejora de las tecnologías actuales gracias al conocimiento y los aportes tecnológicos locales. Como se señala en el capítulo 8, para cosechar los frutos de la evolución tecnológica se requerirán importantes cambios en el comportamiento del hombre y las organizaciones, así como un gran número de políticas innovadoras adecuadas para reducir la vulnerabilidad humana y administrar los recursos naturales.

Sin embargo, las actividades realizadas hoy en el mundo para innovar y difundir tecnologías climáticas inteligentes distan mucho de las necesarias para mitigar apreciablemente el cambio climático y adaptarse a él en los próximos decenios. Falta inversión en investigación, desarrollo, demostración e instalación, y la crisis financiera está reduciendo el gasto privado en tecnología climática inteligente, lo que demora su difusión. Para movilizar tecnología y fomentar la innovación en una escala adecuada será preciso que los países no sólo cooperen y combinen sus recursos, sino también diseñen políticas nacionales que promuevan una infraestructura del conocimiento y un clima empresarial favorables. La mayoría de los países en desarrollo, particularmente los de ingreso bajo, tienen mercados cuyo tamaño, considerado por separado, no despierta interés en los empresarios que desean introducir nuevas tecnologías. No obstante, los países contiguos pueden reunir una masa crítica mediante una mayor integración económica regional.

Se debe intensificar la cooperación internacional para suministrar más financiamiento y elaborar instrumentos normativos que estimulen la demanda de innovaciones caracterizadas por su enfoque climático inteligente, en lugar de limitarse a prestar atención a las subvenciones para investigación. La armonización internacional de incentivos normativos (como la determinación del precio del carbono) puede tener un efecto multiplicador en la inversión al crear economías de escala y dar impulso a las tecnologías climáticas inteligentes. Los premios a la innovación y los subsidios para adquisiciones pueden fomentar la demanda y estimular el ingenio. Y allí donde las prioridades de la investigación coincidan con altos costos, las fronteras técnicas pueden verse empujadas por actividades conjuntas de investigación, desarrollo, demostración e instalación. Es preciso ampliar el concepto de transferencia tecnológica para incluir la capacidad de los países para absorber las tecnologías existentes. En este sentido, un tratado internacional sobre el clima que tenga su eje en sistemas o subsistemas tecnológicos específicos presenta una oportunidad única. La integración de disposiciones sobre distribución de costos y transferencia tecnológica podrían facilitar un acuerdo semejante.

Las políticas nacionales complementarias pueden garantizar que efectivamente se seleccione, adapte y absorba la tecnología. Sin embargo, la identificación, la evaluación y la integración de tecnologías extranjeras acarrearán costos de aprendizaje que se suelen soslayar, del mismo modo en que se pasan por alto su modificación y mejora. Por este motivo, para desarrollar esa capacidad se debe respaldar la infraestructura del conocimiento de universidades, institutos de investigación y empresas.

Este capítulo se basa en el análisis de sistemas en los que la tecnología ha declinado o prosperado, y en la plétora de políticas y factores que han actuado como obstáculos o catalizadores; de este planteamiento se deduce lo que puede lograrse si algunas políticas se combinan y refuerzan. En primer lugar se describen la importancia de la tecnología a la hora de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, los instrumentos necesarios para que avance la adaptación al cambio climático y la función de una y otros en la creación de economías competitivas. Luego se evalúa la brecha entre invención, innovación y difusión amplia en el mercado, para examinarse, por último, la manera en que las políticas internacionales y nacionales pueden salvar esa brecha.

### **Con los instrumentos, las tecnologías y las instituciones adecuados, un mundo donde se aborde con inteligencia el cambio climático bien puede estar al alcance de la mano**

Para evitar que las temperaturas mundiales suban más de 2°C, las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero deben disminuir entre un 50 y un 80% en los próximos decenios. A corto plazo, se pueden reducir drásticamente si se acelera la instalación de las tecnologías existentes para la mitigación del cambio climático en los principales países emisores.

Sin embargo, para alcanzar los objetivos de emisión a mediano plazo, más ambiciosos, se requerirán tecnologías de avanzada. Los modelos muestran que la solución podría residir en cuatro esferas tecnológicas clave: la eficiencia energética; la captura y el almacenamiento del carbono; la próxima generación de fuentes de energía renovable, como la de biomasa, la eólica y la solar; y la energía nuclear (véase el capítulo 4)<sup>3</sup>. Las cuatro necesitan más actividades de investigación, desarrollo y demostración para determinar si se pueden instalar prontamente en el mercado sin consecuencias adversas.

A pesar de ser tan prometedoras, las estrategias de reducción de emisiones, tanto de corto como de mediano plazo, enfrentan serias dificultades. Las tecnologías de uso final que aumentan la eficiencia y utilizan fuentes con bajas emisiones pueden reducir la demanda total de energía, pero requieren de un cambio de comportamiento de personas y empresas (véase el capítulo 8). La captura y el almacenamiento del carbono podrían cumplir un papel importante si se hallaran sitios geológicamente apropiados próximos a las centrales eléctricas y si los gobiernos suministraran recursos y aplicaran políticas para permitir el secuestro de carbono a largo plazo<sup>4</sup>. La biotecnología y los biocombustibles de segunda generación tienen grandes posibilidades de mitigar las emisiones de carbono, pero con una creciente demanda de uso de la tierra (véase el capítulo 3). La generación de energía eólica y solar (tanto fotovoltaica como heliotérmica) se podría incrementar con más rapidez si el almacenamiento y la transmisión de energía mejoraran. Se podría instalar en todo el mundo una nueva generación de centrales nucleares, pero, para hacerlo, habría que superar limitaciones institucionales, problemas de seguridad y proliferación, y la resistencia popular en algunos países. Además, hay quienes sostienen que la geoingeniería podría no sólo reducir las

### RECUADRO 7.1 *La geoingeniería, un medio de frenar el cambio climático en el mundo*

En vista de la velocidad del cambio climático, es posible que las actuales propuestas de mitigación y adaptación no basten para evitar efectos considerables. Por este motivo, las opciones que ofrece la geoingeniería se están estudiando cada vez con más atención. La geoingeniería se puede definir como las medidas adoptadas o las intervenciones realizadas con el objetivo primordial de limitar las causas del cambio climático o el impacto resultante. Incluyen mecanismos que podrían aumentar la absorción o el secuestro de CO<sub>2</sub> por los océanos o la vegetación, desviar o reflejar la luz solar entrante, o almacenar en reservorios el CO<sub>2</sub> producido por el uso de la energía. Este último caso se analiza en el capítulo 4, de manera que en este recuadro sólo se abordarán los otros dos tipos de opciones.

Entre las formas posibles de secuestrar CO<sub>2</sub> adicional se cuentan las prácticas de ordenación de la tierra que permiten aumentar la cantidad de carbono retenido en suelos o árboles, como se comentó en el capítulo 3. También se puede estimular el crecimiento de fitoplancton y la proliferación de algas en los océanos agregando los nutrientes necesarios, como hierro o urea. A medida que estas plantas diminutas realizan fotosíntesis, toman CO<sub>2</sub> de las aguas superficiales. La eficacia de esos métodos dependerá de lo que ocurra con el CO<sub>2</sub> con el correr del tiempo; si se integra en los desechos de los animales que comen el plancton y se deposita en los fondos marinos, el CO<sub>2</sub> quedará eliminado del sistema por milenios. Sin embargo, investigaciones recientes demuestran que las cuantificaciones de la capacidad de absorción del carbono pueden haber estado muy sobrestimadas. También se deben realizar más experimentos para determinar la duración del secuestro y los posibles efectos toxicológicos del aumento repentino de hierro o urea en los ecosistemas marinos. Si los nuevos estudios confirman que esta opción de geoingeniería tiene un buen potencial, se la podría comenzar a instrumentar rápidamente y en una escala importante.

Llevar agua fría, rica en nutrientes, a la superficie del océano también podría estimular la productividad marina y, posiblemente, eliminar el CO<sub>2</sub> de las aguas superficiales. El enfriamiento también sería beneficioso para los corales, que son muy sensibles a las temperaturas elevadas. Por último, enfriar las aguas superficiales también podría atenuar la intensidad de los huracanes. La investigación inicial sobre una bomba accionada por las olas para llevar

agua fría a la superficie parece indicar que el método podría dar buenos resultados, pero se necesitan más estudios e investigaciones.

Otras opciones que ofrece la geoingeniería para eliminar los gases de efecto invernadero consisten en barrer gases de la atmósfera con una solución que absorba CO<sub>2</sub> (y luego retener bajo la superficie terrestre o en la profundidad del océano el carbono capturado) o utilizar láser para destruir moléculas de halocarbonos de larga duración, más conocidos por estar entre los culpables del agotamiento de la capa de ozono, pero también por ser poderosos gases de efecto invernadero (véase el "Tema especial A" sobre ciencia). Estas opciones se encuentran todavía en una fase experimental inicial.

Se han propuesto varios sistemas para reflejar la luz solar entrante, algunos de los cuales podrían dirigirse a determinadas regiones, por ejemplo, para evitar que se continúen derritiendo los hielos del mar Ártico o la capa de hielo de Groenlandia. Uno de los métodos de enfriamiento que ha demostrado ser eficaz consiste en inyectar aerosoles de sulfato en la atmósfera; la erupción del monte Pinatubo de 1991 redujo la temperatura de la Tierra en casi 1°C durante aproximadamente un año. Sin embargo, para mantener este tipo de enfriamiento se necesitan una corriente constante o inyecciones regulares de aerosoles. Por otra parte, los aerosoles de sulfato pueden agravar el agotamiento del ozono, aumentar la lluvia ácida y tener efectos perjudiciales para la salud.

Otra posibilidad sería pulverizar gotas de agua de mar en el aire desde una flota de buques automatizados, lo que "blanquearía" las nubes marinas bajas que cubren un cuarto de los océanos del mundo y aumentaría su reflectividad. Sin embargo, la distribución dispareja de las nubes podría producir puntos fríos y calientes locales y corrientes de aire a sotavento de los buques.

También sería de ayuda aumentar la reflectividad de la superficie terrestre. Al conservar energía y reflejar la luz solar al espacio, los techos y el pavimento blancos o de colores claros contribuirían a reducir el calentamiento global en una medida equivalente a dejar de usar todos los automóviles del mundo durante 11 años.

Otra de las propuestas apunta a la instalación de un disco deflector solar entre el Sol y la Tierra. Un disco de alrededor de 1.400 kilómetros de diámetro podría reducir la radiación solar en aproximadamente 1%, porcentaje cercano al equivalente a la energía radiante de las emisiones proyectadas

para el siglo XXI. Sin embargo, los análisis demuestran que la forma más económica de instrumentar esta estrategia consiste en fabricar el deflector en la Luna, tarea nada sencilla, por cierto. Se han estudiado soluciones similares en las que se utilizarían espejos (por ejemplo, 55.000 espejos solares en órbita, de unos 10 kilómetros cuadrados de superficie cada uno). No obstante, cuando cada espejo pasara entre el Sol y la Tierra eclipsaría el Sol, lo que haría parpadear la luz solar en la superficie terrestre.

Hay incluso propuestas de geoingeniería más próximas a la modificación artificial de las condiciones meteorológicas, como los intentos por desviar mar adentro las tormentas tropicales para alejarlas de los asentamientos humanos y reducir así los daños. Si bien las investigaciones sobre estas ideas se encuentran en una etapa muy rudimentaria, los modelos climáticos más recientes están adquiriendo la capacidad de analizar la eficacia potencial de las propuestas, algo que no era posible cuando la modificación de huracanes se intentó por primera vez, hace varias décadas.

Si bien es posible que una nación, por sí sola, lleve a la práctica actividades de geoingeniería, las medidas adoptadas afectarían a todos los países. Por esta razón, es fundamental comenzar a analizar cuestiones de gobierno relacionadas con esa disciplina. Los experimentos de fertilización con hierro financiados por inversionistas ya han llevado a preguntarse a qué entidad o institución internacional corresponde la jurisdicción al respecto. Los interrogantes sobre la utilización de la geoingeniería para limitar la intensidad de los ciclones tropicales o el calentamiento del Ártico añadirían aún más complejidad al asunto. Por estos motivos, además de la investigación científica sobre las posibles soluciones y sus consecuencias, habría que apoyar investigaciones sobre los efectos sociales, éticos, legales y económicos dirigidas a estudiar qué medidas de geoingeniería recibirían aceptación internacional.

*Fuentes:* S. Connor, "Climate Guru: 'Paint Roofs White'", *New Zealand Herald*, 28 de mayo de 2009; Sociedad Meteorológica de los Estados Unidos, [http://www.ametsoc.org/policy/2009geoingenieriacclimate\\_amsstatement.html](http://www.ametsoc.org/policy/2009geoingenieriacclimate_amsstatement.html) (consultado el 27 de julio de 2009); Atmocean, Inc., <http://www.atmocean.com/> (consultado el 27 de julio de 2009); MacCracken, 2009; "Geo-engineering: Every Silver Lining Has a Cloud", *The Economist*, 29 de enero de 2009; véase también Steven Chu, secretario de Energía de los Estados Unidos, <http://www.youtube.com/watch?v=5wDlKroOUQ>.



emisiones, sino también moderar los efectos del cambio climático (recuadro 7.1).

El papel que cumplen la tecnología y la innovación en la adaptación al cambio climático ha sido mucho menos estudiado que el que les cabe en la mitigación, pero es indudable que, en el futuro, las condiciones climáticas serán muy diferentes de las actuales. Para responder a los cambios que escapan a la experiencia histórica se necesitarán una mayor coordinación institucional a escala regional, nuevos instrumentos de planificación y la capacidad para responder a las múltiples presiones ambientales que se presentan junto con el cambio climático. Se requerirán mayores inversiones en estudios que permitan comprender la vulnerabilidad, en evaluaciones iterativas y en la elaboración de estrategias destinadas a ayudar a las sociedades a hacer frente a un clima cambiante<sup>5</sup>.

La integración de las consideraciones climáticas en las estrategias de desarrollo fomentará la reflexión sobre la adaptación<sup>6</sup>. En el capítulo 2 se explica que el cambio climático exigirá diseñar una infraestructura física apropiada y proteger la salud humana. En el capítulo 3 se expone que la adaptación requerirá nuevas formas de administrar los recursos naturales. Estimular la diversificación –de sistemas energéticos, cultivos y actividades económicas, por ejemplo– también puede ayudar a las comunidades a afrontar el veloz cambio de las condiciones. La innovación será un ingrediente necesario en todas esas actividades.

También es preciso investigar para comprender las consecuencias que entrañan el cambio climático y las diferentes opciones de adaptación para cada país. Tal investigación debe caracterizar los efectos de las múltiples tensiones en los sistemas naturales y socioeconómicos, la vulnerabilidad y conservación de la diversidad biológica, y los cambios en la circulación atmosférica y oceánica. Tiene que producir nuevas herramientas de seguimiento, nuevas estrategias para reforzar el poder de recuperación y una mejor planificación para situaciones imprevistas. Por esta razón se requiere capacidad científica en los países.

### ***La capacidad de encarar la mitigación y la adaptación contribuirá a formar economías sólidas y competitivas***

Muchas tecnologías avanzadas, como las de la información y las comunicaciones, pueden ayudar específicamente con el cambio climático, al tiempo que son lo suficientemente genéricas como para poder utilizarse en una amplia variedad de campos que aumentan la

productividad. Los sensores son valiosos en la automatización industrial, pero también pueden ayudar a los encargados de la gestión de desechos a limitar la contaminación. Los teléfonos móviles permitieron reaccionar ante la inminencia de un desastre, como ocurrió en la aldea costera de Nallavadu, India, durante el tsunami de 2004<sup>7</sup>, pero también pueden aumentar la productividad comercial. En partes de Benín, Senegal y Zambia, se utilizan para difundir información sobre el precio de los alimentos e innovaciones en técnicas de cultivo<sup>8</sup>.

Al aprovechar las oportunidades tecnológicas derivadas de las inquietudes que despierta el cambio climático, también se pueden generar oportunidades de liderazgo tecnológico y una nueva ventaja competitiva. China, por ejemplo, no está atada todavía a un crecimiento con gran intensidad de carbono y posee un enorme (y económicamente atractivo) potencial para superar antiguas tecnologías ineficientes. A diferencia de lo que ocurre en los países desarrollados, queda por constituir un gran porcentaje del capital residencial e industrial de China. Mediante el uso de las tecnologías existentes, por ejemplo, optimizando los sistemas accionados por motor (bombas y compresores), China podría reducir en un 20% su demanda de energía para la industria en 2020, al tiempo que aumenta su productividad<sup>9</sup>.

La actual recesión mundial puede ofrecer una plataforma para la innovación y el crecimiento con un enfoque climático inteligente. Las crisis pueden estimular la innovación porque obligan a prestar atención urgente a la movilización de recursos y derriban barreras que normalmente entorpecen la innovación<sup>10</sup>. Además, el costo de oportunidad de la investigación y el desarrollo, una inversión a largo plazo, es menor durante una crisis económica<sup>11</sup>. A principios del decenio de 1990, la recuperación finlandesa tras una grave recesión económica se atribuyó, en gran medida, a la reestructuración de la economía, que pasó a basarse en la innovación, con marcados aumentos del gasto público en investigación y desarrollo para allanar el camino al sector privado. Lo mismo podría lograrse a través de políticas de investigación y desarrollo que aborden con inteligencia el cambio climático.

Con elevadas tasas de rentabilidad, la investigación y el desarrollo presentan oportunidades inexploradas de crecimiento económico. Según la mayoría de las mediciones, esas tasas son del orden del 20 al 50%, es decir, mucho más altas que las de las inversiones en capital<sup>12</sup>. Las estimaciones también indican que los países en

desarrollo podrían invertir más del doble de lo que invierten actualmente<sup>13</sup>. Sin embargo, la experiencia demuestra que la investigación y el desarrollo son procíclicos, es decir, aumentan y disminuyen con las etapas de auge y de depresión, y que las empresas suelen actuar con imprevisión durante las recesiones, pues limitan sus inversiones en innovación, aun cuando esta estrategia sea subóptima<sup>14</sup>. Los paquetes de estímulo elaborados por muchos países ante una recesión constituyen una buena oportunidad de realizar nuevas inversiones en innovación con un enfoque climático inteligente (véase el capítulo 1)<sup>15</sup>.

La recesión mundial en curso también brinda oportunidades de reestructuración económica en países de ingreso alto que están atados a estilos de vida con altos niveles de carbono. En ellos, la inercia tecnológica y la incumbencia institucional siguen siendo uno de los obstáculos más cruciales a la transición hacia una economía con bajos niveles de carbono<sup>16</sup>. Las propias inercia e incumbencia son atributos de los sistemas tecnoeconómicos existentes y no van a desaparecer mediante procesos diplomáticos. Su desarticulación entrañará cambios reales en las estructuras económicas. Las políticas que aborden con inteligencia el cambio climático deberán incluir mecanismos encaminados

a determinar quiénes van a salir perdiendo y a minimizar perturbaciones socioeconómicas.

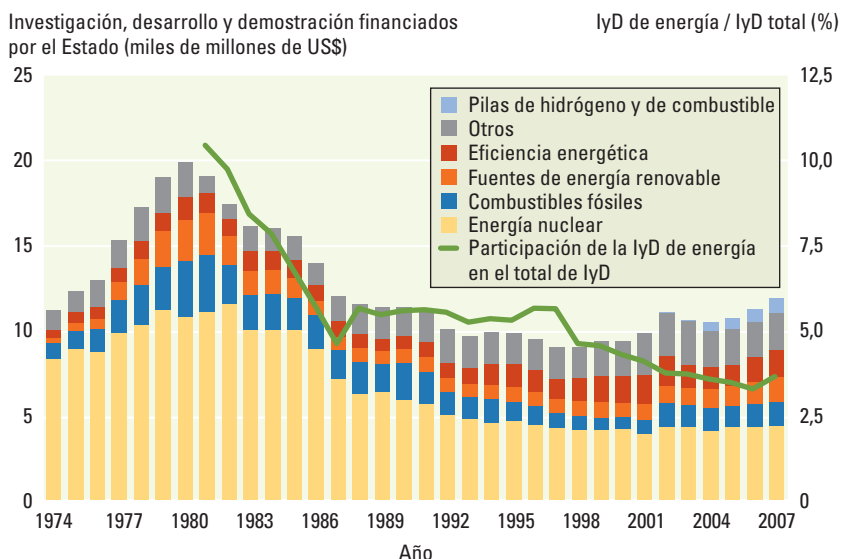
Aunque la innovación con un enfoque climático inteligente se concentra principalmente en las naciones de ingreso alto, los países en desarrollo están comenzando a efectuar importantes contribuciones, ya que a ellos correspondió el 23% (US\$26.000 millones) de las inversiones nuevas en eficiencia energética y energía renovable en 2007, frente al 13% en 2004<sup>17</sup>. El 82% de esas inversiones se concentró en tres países: Brasil, China e India. La empresa de desarrollo y fabricación de autos eléctricos de más venta en el mundo es una firma india, Reva Electric Car Company, que ha sido la primera en lanzar su producto al mercado automotriz, incluso en países de ingreso alto<sup>18</sup>.

En 2005, los países del grupo BRIICS (Brasil, Federación Rusa, India, Indonesia, China y Sudáfrica) registraron sólo el 6,5% de las patentes relacionadas con energía renovable en todo el mundo<sup>19</sup>, pero están poniéndose rápidamente a la par de las naciones de ingreso alto, ya que sus tasas anuales de aumento de patentes duplican con creces las de la Unión Europea o los Estados Unidos. Asimismo, están avanzando hacia una ventaja tecnológica en materia de tecnologías para aprovechamiento de la energía renovable, puesto que, desde 2003 hasta 2005, presentaron en este sector alrededor del 0,7% de sus patentes, mientras que en los Estados Unidos ese porcentaje fue inferior al 0,3%. En 2005 China fue la séptima nación en cuanto al número total de patentes vinculadas a la energía renovable, y sólo fue superada por el Japón en invenciones relacionadas con la energía geotérmica y el cemento, dos importantes fuentes potenciales de reducción de emisiones<sup>20</sup>.

***Todos los países deberán intensificar sus esfuerzos por difundir las tecnologías con un enfoque climático inteligente existentes y crear otras nuevas***

El financiamiento, sea público o privado, para actividades de investigación, desarrollo e instalación relacionadas con la energía no se acerca, ni por asomo, a los montos necesarios para una transición hacia un mundo con un enfoque climático inteligente. En términos absolutos, los presupuestos públicos para esas actividades han disminuido desde principios del decenio de 1980 y se redujeron casi en un 50% desde 1980 hasta 2007 (gráfico 7.2). La participación de la energía en los presupuestos públicos de investigación y desarrollo (sin incluir la demostración) también se desplomó,

**Gráfico 7.2 Los presupuestos públicos para investigación, desarrollo y demostración de energía están cercanos a sus mínimos históricos, y predomina la energía nuclear**



Fuentes: AIE, 2008a; AIE, <http://www.iea.org/Textbase/stats/rd.asp> (consultado el 2 de abril de 2009); Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), <http://www.oecd.org/statsportal> (consultado el 2 de abril de 2009).

Nota: la investigación, el desarrollo y la demostración están calculados a precios y tipos de cambio de 2007. Los valores del eje izquierdo corresponden a investigación, desarrollo y demostración (es decir, se incluye la demostración, además de la investigación y el desarrollo), como es habitual en el sector de la energía. Sin embargo, dado que sólo se dispone de los totales de investigación y desarrollo intersectoriales, el eje derecho comprende únicamente investigación y desarrollo.

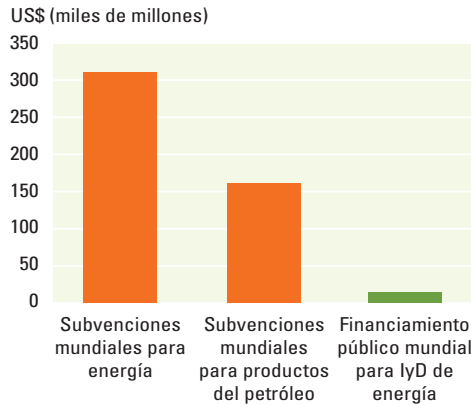
del 11% en 1985 a menos del 4% en 2007 (la línea verde en el gráfico 7.2), con una fuerte concentración en la energía nuclear. Las comparaciones con las subvenciones públicas para productos energéticos o petrolíferos son aún más descarnadas (gráfico 7.3). Sin embargo, los recientes llamamientos a incrementar los recursos para investigación y desarrollo en el campo de la energía de US\$100.000 millones a US\$700.000 millones al año<sup>21</sup> se pueden hacer realidad. Japón ya está tomando la delantera, con un gasto público del 0,08% de su PIB en actividades de investigación, desarrollo y demostración en la esfera energética, muy por encima del promedio del 0,03% correspondiente al grupo de países de ingreso alto e ingreso mediano alto que son miembros de la Agencia Internacional de la Energía (AIE)<sup>22</sup>.

En vista del repentino aumento de US\$40.000 millones a US\$60.000 millones al año, el gasto privado en investigación, desarrollo y demostración en el campo de la energía supera ampliamente el gasto público. Aun así, puesto que representa el 0,5% del ingreso, sigue siendo, en magnitud, muy inferior a la inversión del 8% en investigación, desarrollo y demostración en la industria electrónica y del 15% en el sector farmacéutico<sup>23</sup>.

En algunas tecnologías, el progreso ha sido demasiado lento. Si bien las patentes en la esfera de la energía renovable han aumentado rápidamente desde mediados de los años noventa, representaron menos del 0,4% de todas las patentes en 2005, con sólo 700 solicitudes<sup>24</sup>. El mayor incremento de las patentes vinculadas a la tecnología con bajos niveles de emisión de carbono se ha concentrado en las áreas de los desechos, la iluminación, el metano y la energía eólica, pero las mejoras en muchas otras tecnologías prometedoras, como las relacionadas con la energía solar, marina y geotérmica, han sido más limitadas (gráfico 7.4), y se ha hecho muy poco por bajar los costos, que necesitan reducciones importantes.

Los países en desarrollo todavía están retrasados en materia de innovación orientada a la adaptación al cambio climático. Si bien, en función de los costos, es más eficaz adoptar tecnologías extranjeras que reinventarlas, en algunos casos no existen soluciones técnicas de problemas locales<sup>25</sup>, de ahí que la innovación no sólo sea importante para las economías de ingreso alto. Por ejemplo, los avances en biotecnología tienen potencial para adaptarse a los fenómenos relacionados con el clima (sequías, olas de calor, plagas y enfermedades) que afectan a la agricultura y la silvicultura.

**Gráfico 7.3 El gasto anual en investigación y desarrollo en materia de energía y cambio climático resulta insignificante frente a las subvenciones**

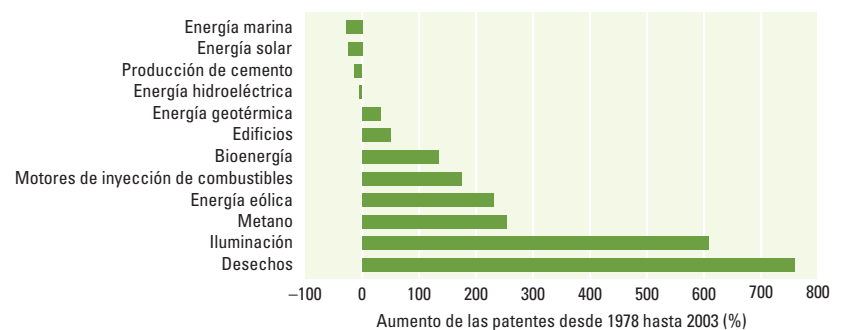


Fuentes: AIE, 2008a; AIE, 2008b; AIE, <http://www.iea.org/Textbase/stats/rd.asp> (consultado el 2 de abril de 2009).

Nota: las estimaciones de las subvenciones mundiales se basan únicamente en las cifras correspondientes a los 20 países no pertenecientes a la OCDE que otorgan las subvenciones más altas (en los países de la OCDE las subvenciones para energía son mínimas).

No obstante, las patentes de los países en desarrollo siguen representando una fracción insignificante de las patentes en biotecnología registradas en el mundo<sup>26</sup>, lo que dificultará la formulación de medidas agrícolas y sanitarias frente al cambio climático específicas de cada lugar. Por otra parte, el gasto de los países en desarrollo en investigación y desarrollo agrícolas es muy bajo, si bien viene en aumento desde 1981. A las economías de ingreso alto sigue correspondiendo más del 73% de las inversiones mundiales en esa esfera. En los países en desarrollo, el sector público realiza el 93% de las inversiones en investigación y desarrollo agrícolas, en comparación con el 47% en los países de ingreso alto. Sin embargo, las organizaciones del sector público suelen ser

**Gráfico 7.4 El ritmo de las invenciones no es uniforme en las distintas tecnologías con bajo nivel de emisiones de carbono**



Fuente: Dechezleprêtre y otros, 2008.

menos eficaces a la hora de comercializar los resultados de las investigaciones que el sector privado<sup>27</sup>.

### La distribución de costos y la colaboración internacionales pueden promover los esfuerzos nacionales por fomentar la innovación

La cooperación encaminada a impulsar el cambio tecnológico abarca la armonización

legislativa y normativa, el intercambio y la coordinación de conocimientos, y la transferencia de tecnología (cuadro 7.1). Ya hay algunas iniciativas en curso, mientras que otras oportunidades no se han aprovechado todavía.

En vista de la combinación de tecnologías necesarias y sus etapas de desarrollo, y dado que las tasas mundiales de adopción presentan una variación tan amplia, se requerirán todas estas formas de cooperación. Además, no es posible producir una tecnología con un enfoque climático inteligente a través de esfuerzos

**Cuadro 7.1 Acuerdos internacionales sobre tecnología orientada específicamente al cambio climático**

Tipo de acuerdo	Subcategoría	Acuerdos existentes	Impacto potencial	Riesgo	Aplicación	Meta
Armonización legislativa y normativa	Instalación de tecnología y rendimientos obligatorios	Muy pocos (más que nada de la Unión Europea)	Alto impacto	Elección errónea de tecnología por parte del gobierno	Difícil	Tecnologías para aprovechamiento de la energía con fuertes efectos de consolidación (transporte) y muy descentralizadas (eficiencia energética)
Distribución y coordinación de conocimientos	Intercambio de conocimientos y coordinación de investigaciones	Muchos (como los de la Agencia Internacional de Energía)	Bajo impacto	Sin riesgos importantes	Fácil	Todos los sectores
	Etiquetas y normas de aplicación voluntaria	Varios (Energy Star, ISO 14001)	Bajo impacto	Adopción limitada de normas y etiquetas por parte del sector privado	Fácil	Productos para la industria y el consumidor; sistemas de comunicación
Innovación con distribución de costos	Instrumentos subvencionados "impulsados por la tecnología"	Muy pocos (ITER)	Alto impacto	Incertidumbre en torno a los resultados de las investigaciones	Difícil	I+D y demostración precompetitivos con importantes economías de escala (captura y almacenamiento del carbono, aprovechamiento del viento de ultramar)
	Instrumentos basados en recompensas y "estimulados por el mercado"	Muy pocos (Ansari X-prize)	Mediano impacto	La compensación y el esfuerzo requerido pueden dar por resultado niveles de innovación inadecuados	Dificultad moderada	Problemas específicos de la mediana escala; soluciones para mercados de países en desarrollo; soluciones que no requieren investigación y desarrollo básicos
	Instrumentos para subsanar las deficiencias	Muy pocos (Fondo de Inversión en Tecnología Limpia, de Qatar y el Reino Unido)	Alto impacto	Los fondos pueden quedar sin utilizar debido a la falta de continuidad de los proyectos	Dificultad moderada	Tecnologías en las etapas de demostración e instalación
Transferencia de tecnología	Transferencia de tecnología	Varios (Mecanismo para un desarrollo limpio, Fondo para el Medio Ambiente Mundial)	Alto impacto	Poca capacidad de absorción de los países receptores	Dificultad moderada	Tecnologías establecidas (energía eólica, eficiencia energética), específicas para una región (agricultura) y del sector público (alerta temprana, protección de zonas costeras)

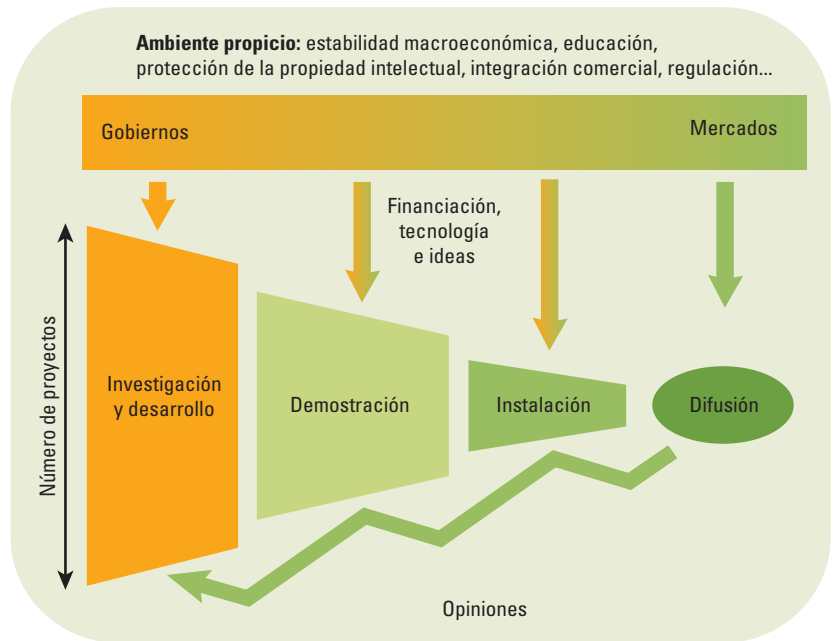
Fuentes: Davis y Davis, 2004; De Coninck y otros, 2007; Justus y Philibert, 2005; Newell y Wilson, 2005; Philibert, 2004; Banco Mundial, 2008a.

fragmentados. La innovación debe considerarse como un sistema de múltiples agentes y tecnologías interactuantes, dependencia de la trayectoria (*path dependency*) y procesos de aprendizaje, y no como un mero producto de la investigación y el desarrollo (recuadro 7.2)<sup>28</sup>. Las subvenciones para investigación, desarrollo, demostración e instalación deben combinarse con incentivos del mercado para que las empresas innoven y las tecnologías avancen a lo largo de la cadena de la innovación (gráfico 7.5)<sup>29</sup>. La innovación debe fundarse en los flujos de conocimientos entre sectores y en los adelantos obtenidos en tecnologías amplias tales como las de la información y las comunicaciones y la biotecnología.

**La armonización normativa entre países constituye la piedra angular de los acuerdos sobre tecnologías climáticas inteligentes**

Los incentivos armonizados de amplio alcance geográfico pueden dar origen a grandes agrupaciones de inversionistas y mercados para la innovación con un enfoque climático inteligente. La fijación del precio del carbono, las normas sobre la cartera de energía renovable que regulan la proporción de energía que debe provenir de fuentes renovables y la imposición de alcanzar determinados rendimientos, como

**Gráfico 7.5 La normativa afecta a todos los eslabones de la cadena de innovación**



Fuente: adaptado de AIE, 2008a.

las normas de ahorro de combustible para automóviles (véase el capítulo 4), son medidas eficaces en función de los costos y pueden fomentar el desarrollo y la difusión de tecnologías con bajos niveles de emisión de carbono.

**RECUADRO 7.2 La innovación es un proceso desordenado y sólo puede promoverse mediante políticas que aborden las múltiples partes de un sistema complejo**

En la mayoría de los países, la política de los gobiernos se sigue rigiendo por una anticuada perspectiva lineal que percibe a la innovación como un proceso que consta de cuatro etapas consecutivas.

- Investigación y desarrollo, para hallar soluciones a problemas técnicos específicos y aplicarlas a nuevas tecnologías.
- Proyectos de demostración, para continuar adaptando la tecnología y demostrar su funcionamiento en aplicaciones en mayor escala y en el mundo real.
- Instalación, una vez que se han superado los obstáculos técnicos fundamentales y el potencial comercial de una tecnología resulta evidente.
- Difusión, cuando la tecnología adquiere competitividad en el mercado.

Sin embargo, la experiencia enseña que el proceso de innovación es mucho más complejo. La mayor parte de las innovaciones fracasa en una etapa u otra. Las opiniones

de los fabricantes en la etapa de instalación, o de los minoristas y consumidores en la etapa de difusión, llegan a las fases anteriores y modifican por completo el curso de la innovación, al dar por resultado ideas y productos nuevos e inesperados y, en ocasiones, costos imprevistos. En algunos casos, las innovaciones más extraordinarias no son producto de la investigación y el desarrollo, sino de nuevos modelos de negocios que reúnen tecnologías existentes. A veces, las curvas de aprendizaje, por las cuales los costos unitarios disminuyen como función de la producción acumulada o las actividades acumuladas de investigación, desarrollo, demostración e instalación, no son bien comprendidas.

Entonces, ¿por qué este enfoque tiene importancia para la política? La perspectiva lineal da la impresión engañosa de que la innovación se puede manejar simplemente suministrando más recursos para la investigación (impulso de la tecnología) y creando

demanda del mercado (estímulo del mercado). Si bien ambos tipos de políticas son extremadamente importantes, pasan por alto las contribuciones de las numerosas interacciones entre los agentes que intervienen en las distintas etapas de la innovación: empresas, consumidores, gobiernos, universidades y otros participantes similares. Las asociaciones, el aprendizaje derivado de la venta o compra de tecnología, y el aprendizaje por imitación cumplen papeles decisivos. Igualmente cruciales son las fuerzas que impulsan la difusión. La compatibilidad, los beneficios percibidos y los costos del aprendizaje del uso de un nuevo producto son factores clave para la innovación. Las políticas eficaces deben considerar la innovación como parte de un sistema y hallar medios de estimular todas estas facetas del proceso de innovación, particularmente cuando hay vacíos en el mercado.

Fuentes: Tidd, 2006; Banco Mundial, 2008a.

Por ejemplo, varios países han comenzado a eliminar gradualmente las lámparas incandescentes, porque ahora existen tecnologías más eficientes, como las de las lámparas fluorescentes compactas y los diodos emisores de luz. Armonizadas a nivel mundial, estas normas pueden impulsar el mercado de productos con bajo nivel de emisiones de carbono, del mismo modo en que la armonización de los sistemas de comunicación GSM para teléfonos móviles creó una masa crítica para el mercado de la telefonía móvil en Europa en los años noventa.

***Los acuerdos de intercambio y coordinación de conocimientos son complementos valiosos***

Los acuerdos relativos al conocimiento pueden abordar las fallas de los mercados y los sistemas en materia de innovación y difusión, ya que coordinan los programas nacionales de investigación, los sistemas de intercambio de información y los programas de etiquetado y normas de aplicación voluntaria. Entre los acuerdos de coordinación de las investigaciones se cuentan muchos de los 42 convenios sobre tecnología de la AIE, en cuyo marco los países financian e instrumentan sus aportes individuales a proyectos de diferentes sectores, desde modernas pilas de combustible hasta vehículos eléctricos<sup>30</sup>. Tales acuerdos pueden evitar la duplicación de inversiones entre países y permiten a las naciones decidir conjuntamente qué entidad va a trabajar en cada esfera, de manera que no se pasen por alto tecnologías clave, particularmente las que son de importancia para los países en desarrollo (como los biocombustibles provenientes de materias primas de estos países y los sistemas de generación eléctrica de baja potencia). Entre las redes de intercambio de información se halla el Sistema Mundial de Sistemas de Observación de la Tierra (GEOSS), que permitirá tener acceso a datos de distintos sistemas de observación y medición (recuadro 7.3). Uno de los ejemplos más destacados de coordinación internacional de etiquetado es el de los acuerdos del programa Energy Star, mediante los cuales los organismos públicos pertinentes de diversos países unifican determinados programas de etiquetado vinculados a la eficiencia energética suministrando un sólo conjunto de requisitos en esta esfera<sup>31</sup>.

Los grupos de evaluación tecnológica y económica del Protocolo de Montreal ofrecen un modelo de acuerdo tecnológico sobre el cambio climático, en este caso en relación con los efectos del agotamiento de la capa de ozono; reunieron a representantes de gobiernos,

empresas, académicos y organizaciones no gubernamentales en grupos de trabajo para determinar la factibilidad técnica de tecnologías específicas y los plazos para la eliminación de la producción y el uso de clorofluorocarbonos y otros productos químicos que agotan la capa de ozono. Los grupos demostraron que los acuerdos de coordinación de tecnología dan mejores resultados cuando se vinculan a la obligación de reducir las emisiones, que incentivó la participación de la industria<sup>32</sup>. Una de las dificultades que acarrea la aplicación de este modelo al cambio climático consiste en que se necesitaría un gran número de grupos para abordar la amplia variedad de tecnologías que afectan a ese fenómeno. Sería más factible limitar inicialmente el enfoque a varios sectores estratégicos.

La “nueva aproximación” de la Unión Europea en materia de normalización también ofrece un modelo de armonización de las normas con un enfoque climático inteligente. Los bienes comerciados dentro de la Unión Europea deben cumplir normas básicas de seguridad, salud pública, protección del consumidor y protección ambiental. La Unión Europea abordó por primera vez la cuestión pidiendo a los Estados miembros que armonizaran la legislación que contuviera especificaciones técnicas detalladas. Sin embargo, esta estrategia provocó atolladeros en el Consejo Europeo y dificultó la actualización de las leyes para que reflejaran el progreso tecnológico. En 1985, para superar este problema, se ideó la nueva aproximación. Los bienes clasificados en ella simplemente deben cumplir las “exigencias esenciales” –que son de carácter muy amplio y no mencionan tecnologías específicas– consagradas en la legislación que deben adoptar todos los Estados miembros de la Unión Europea. Para cumplir las exigencias de la nueva aproximación, los productos pueden ajustarse a las normas europeas armonizadas formuladas por alguno de los tres organismos regionales de normalización voluntaria. En ellos, hay comités técnicos integrados por representantes de la industria, los gobiernos, la comunidad académica y los consumidores de distintos países de la Unión Europea que acuerdan normas por consenso. La participación en los comités está abierta a todos los interesados de cualquier Estado miembro de la Unión Europea. Se podría emplear un enfoque similar para armonizar, entre los países, reglamentaciones generales que abordaran con inteligencia el cambio climático mediante un tratado sobre el clima respaldado por normas de aplicación

### RECUADRO 7.3 *Sistemas de observación innovadores: creación de un servicio climático mundial y un “sistema de sistemas”*

La demanda de datos e información sostenidos y confiables sobre tendencias, fenómenos inusuales y predicciones de largo plazo nunca ha sido mayor que la actual. Varias entidades públicas y privadas de sectores tan diversos como el transporte, los seguros, la energía, el agua, la agricultura y la pesca están incorporando cada vez más en su planificación la información sobre el clima. Estos pronósticos han pasado a ser un componente crítico de sus estrategias de adaptación.

Una empresa encargada de un servicio climático mundial (SCM) podría suministrar la información relativa al clima necesaria para que la sociedad pueda prepararse mejor frente a las condiciones climáticas previstas con una anticipación de meses a décadas. Se basaría en los sistemas de observación existentes, pero debería ir mucho más allá. Un SCM proporcionaría información para ayudar a responder preguntas acerca de la infraestructura apropiada para que las ciudades puedan afrontar los 100 años de precipitaciones extremas y mareas de tormenta más frecuentes y de mayor magnitud que se avecinan, ayudar a los agricultores a decidir sobre los cultivos adecuados y la ordenación del agua durante las sequías, vigilar los cambios en las reservas y los flujos de carbono en bosques y suelos, y evaluar la eficacia de las estrategias de respuesta ante los desastres en un contexto de condiciones climáticas cambiantes.

Un SCM requerirá asociaciones novedosas entre los gobiernos, el sector privado y otras instituciones, y su diseño revestirá importancia crítica. A partir de las observaciones y la capacidad actual de creación de modelos, se debería elaborar un diseño multirradial conectado mediante el cual se suministrarán servicios mundiales a los proveedores regionales para que éstos, a su vez, proporcionarían información a los proveedores locales. De este modo se eliminaría la necesidad de que cada comunidad generara, por sí misma, información muy compleja.

#### **Elaboración de los componentes de un SCM**

Parte de la información necesaria para crear un SCM proviene, en estos momentos, del servicio meteorológico nacional y los centros de servicios hidrológicos de los Estados Unidos, y, en medida creciente, de las contribuciones del Sistema Mundial de Observación del Clima efectuadas a través de varios organismos públicos e institucionales no gubernamentales. Asimismo, otras instituciones, como los Centros Mundiales

de Datos y el Instituto Internacional de Investigación, suministran regularmente datos y productos vinculados al clima, como pronósticos mensuales a anuales.

Hay también algunos nuevos servicios regionales relacionados con el clima. Uno de ellos es el Sistema de información climática del Pacífico (PaCIS), que ofrece un marco regional para integrar las observaciones actuales y futuras sobre el clima, los servicios operativos de pronóstico y las proyecciones climáticas, además de propiciar la mancomunidad de recursos y conocimientos, y la determinación de las prioridades regionales. Una de las máximas prioridades para el PaCIS es la creación de un portal en la web que facilite el acceso a los datos, productos y servicios sobre el clima formulados por la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera (NOAA), de los Estados Unidos, y sus asociados de la región del Pacífico.

Otro ejemplo es la formación de centros climáticos regionales, que la Organización Meteorológica Mundial (OMM) trata oficialmente de definir y crear desde 1999. La OMM ha tenido en cuenta la idea de que los centros regionales no deberían duplicar ni reemplazar las funciones de los organismos existentes, sino que deberían prestar apoyo en cinco ámbitos clave: las actividades operativas, incluida la interpretación de los datos suministrados por los centros de pronósticos mundiales; los esfuerzos de coordinación encaminados a reforzar la colaboración en materia de redes de observación, comunicaciones y computación; los servicios encaminados a suministrar y archivar datos, y garantizar su calidad; las actividades de formación y desarrollo de la capacidad; y las investigaciones sobre la variabilidad y la previsibilidad del clima, así como sus efectos en distintas regiones.

#### **Integración de los servicios climáticos en otros sistemas de observación innovadores**

La tarea de crear un sistema completo e integrado de seguimiento de los cambios ambientales que se producen en todo el planeta excede los recursos de cualquier país, como también los excede el análisis del acervo de datos que ese sistema generaría. Es por este motivo que el Grupo de Observaciones de la Tierra (GEO), una asociación voluntaria de gobiernos y organizaciones internacionales, elaboró el concepto de un Sistema Mundial de Sistemas de Observación de la Tierra (GEOSS). Al proporcionar los mecanismos institucionales que garanticen la coordinación, el fortalecimiento y la

complementación de los sistemas existentes de observación de la Tierra, el GEOSS respalda en nueve áreas a los encargados de la formulación de políticas, los responsables de los recursos, los investigadores científicos y una gran variedad de autoridades con poder de decisión: reducción de riesgos de desastres; adaptación al cambio climático; ordenación integrada de los recursos hídricos; ordenación de los recursos marinos; conservación de la biodiversidad; agricultura y silvicultura sostenibles; salud pública; distribución de recursos energéticos, y observación meteorológica. La información combina los datos obtenidos de boyas oceánicas, estaciones hidrológicas y meteorológicas, satélites de teleobservación y portales de Internet dedicados a la observación de la Tierra.

Los siguientes son algunos de los primeros progresos alcanzados:

- En 2007, China y Brasil lanzaron en forma conjunta un satélite para captar imágenes terrestres y se comprometieron a distribuir en África los datos de sus observaciones.
- Los Estados Unidos facilitaron recientemente el acceso a los datos, reunidos a lo largo de 40 años, del mayor archivo mundial de imágenes obtenidas por teleobservación.
- Un sistema regional de visualización y monitoreo observación de América Central, SERVIR, es el mayor acervo de libre acceso de datos ambientales, imágenes satelitales, documentos, metadatos y aplicaciones cartográficas en la web. El centro regional de SERVIR para África, en Nairobi, está pronosticando inundaciones en zonas de alto riesgo y brotes de fiebre del valle del Rift.
- El GEO está comenzando a medir las reservas y emisiones de carbono de los bosques mediante modelos integrados, observaciones *in situ* y teleobservaciones.

*Fuentes:* Sistema mundial de sistemas de observación de la Tierra, <http://www.epa.gov/geoss> (consultado en enero de 2009); Grupo de Observación de la Tierra, <http://www.earthobservations.org> (consultado en enero de 2009); Instituto Internacional de Investigación, 2006; nota de Tom Karl, Administración Nacional del Océano y la Atmósfera (NOAA), Centro Nacional de Datos Climáticos (NCDC), 2009; Pacific Region Integrated Climatology Information Products, <http://www.pricip.org/> (consultado el 29 de mayo de 2009); Rogers, 2009; Westermeyer, 2009.

voluntaria elaboradas por separado a través de un proceso de franco consenso<sup>33</sup>.

Las normas voluntarias, las etiquetas y la coordinación de las investigaciones son medios de cooperación tecnológica que tienen bajo costo, pero resulta difícil evaluar si generan nuevas inversiones en tecnología<sup>34</sup>. Es improbable que, por sí solos, puedan satisfacer las ingentes necesidades de inversión, permitir actuar con la urgencia necesaria y abordar el aprendizaje práctico que requieren tecnologías tales como la captura y el almacenamiento del carbono.

***Los acuerdos de distribución de costos ofrecen los mayores beneficios potenciales, si se pueden superar los obstáculos a su instrumentación***

Los acuerdos de distribución de costos pueden ser “impulsados por la tecnología”, cuando el desarrollo conjunto de tecnologías prometedoras es subvencionado por varios países (la primera flecha anaranjada descendente del extremo izquierdo, gráfico 7.5) antes de saber si ellas tendrán éxito. O bien pueden ser “estimulados por el mercado”, cuando el financiamiento, proveniente de varios países, recompensa tecnologías que han demostrado tener potencial comercial enviando señales a los mercados a través de circuitos de información. También pueden salvar las distancias entre la investigación y el mercado en la cadena de innovación.

***Acuerdos de investigación.*** Sólo algunos programas internacionales de distribución de costos respaldan la innovación en la esfera del cambio climático, entre ellos el vinculado al reactor de fusión ITER, por valor de US\$12.000 millones (recuadro 7.4), y varios acuerdos

sobre tecnología coordinados por la AIE, con presupuestos de varios millones de dólares. Otro modelo de asociación de instituciones de investigación es el que ofrece el Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global, una organización intergubernamental respaldada por 19 países del continente americano que se dedica al intercambio de información científica entre científicos, y entre éstos y las autoridades responsables de la formulación de políticas. El centro tiene como misión alentar un enfoque regional, antes que nacional.

Hay posibilidades de ampliar la escala de los acuerdos de investigación con distribución de costos vinculados a proyectos de investigación básica y demostración, cuyos gastos e incertidumbre son elevados. También los consorcios de investigación están en condiciones de llevar a cabo investigaciones de largo plazo con economías de escala y economías de aprendizaje, como en los casos de las tecnologías de captura y almacenamiento del carbono (recuadro 7.5), fotovoltaicas de tercera generación, de aprovechamiento de los vientos de ultramar, de biocombustibles de segunda generación y de observación del clima. El margen de cooperación es más estrecho en relación con las tecnologías más próximas a la comercialización, cuando los derechos de propiedad intelectual se convierten en un factor más problemático y los países posiblemente quieran tener la ventaja de ser el primero en el mercado.

Los acuerdos de distribución de costos pueden concentrarse en algunas áreas de alto grado de prioridad y negociarse a través de instituciones internacionales centralizadas con las estructuras de negociación existentes. El proyecto ITER muestra que ese tipo de acuerdos, cuando son de gran escala, resultan difíciles de implementar porque los países pueden

**RECUADRO 7.4 *ITER: el comienzo demorado de la distribución de costos de investigación y desarrollo de un proyecto energético***

El ITER es un proyecto internacional de investigación y desarrollo encaminado a demostrar la viabilidad científica y técnica de la fusión nuclear para generar electricidad sin producir los desechos radiactivos derivados de la fisión nuclear. Los asociados en este proyecto son China, la Unión Europea, India, Japón, la República de Corea, la Federación Rusa y los Estados Unidos.

El ITER se propuso en 1986, y el diseño de sus instalaciones concluyó en 1990. Según el calendario inicial, la construcción del reactor

experimental comenzaría en 1997, pero se postergó por negociaciones sobre el diseño experimental, la distribución de costos, el sitio del diseño, el emplazamiento de la construcción y la contratación de personal. Varios países se retiraron del proyecto, algunos retornaron más adelante y algunos retiraron temporalmente sus aportes financieros.

El ITER muestra las dificultades que entraña negociar un proyecto de investigación, de resultado incierto, por un valor

superior a los US\$12.000 millones. El financiamiento para la construcción se aprobó finalmente en 2006. Se prevé que el ITER funcionará durante 20 años, una vez completada su construcción alrededor de 2017.

*Fuente:* <http://www.iter.org> (consultado el 12 de diciembre de 2008).

*Nota:* originalmente, ITER era la sigla en inglés de Reactor termonuclear experimental internacional, pero ahora se utiliza simplemente la palabra ITER, sin referencia a una sigla.



**RECUADRO 7.5** *Las tecnologías necesarias para la captura y el almacenamiento del carbono requieren la cooperación internacional*

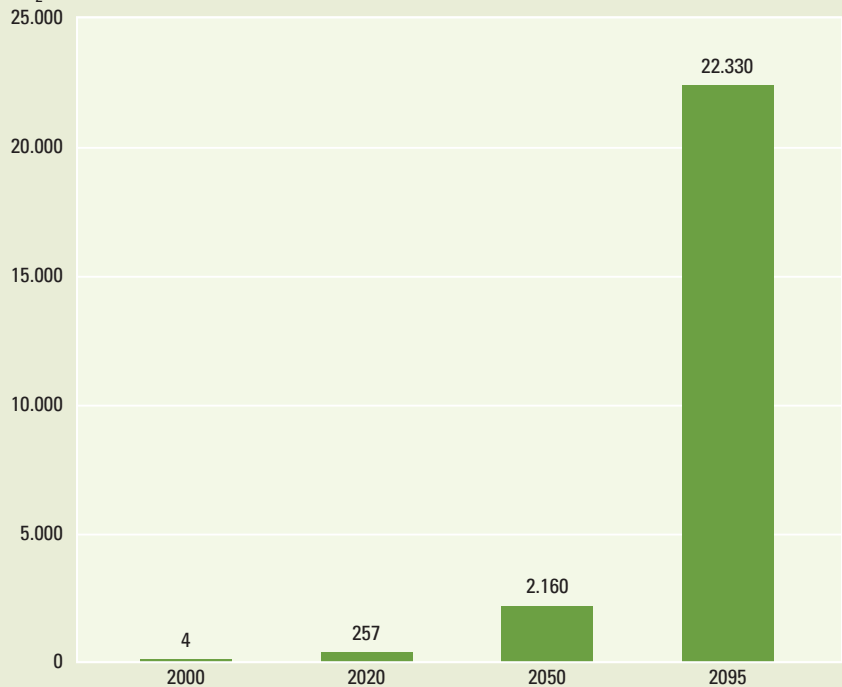
Para que la captura y el almacenamiento del carbono logren producir un quinto de la reducción de emisiones necesaria para limitar las concentraciones atmosféricas a 550 ppm, por ejemplo, la tecnología debe conseguir que, de los 3,7 millones de toneladas de carbono secuestradas actualmente<sup>a</sup>, se pase a más de 255 millones de toneladas para 2020 y al menos 22.000 millones de toneladas para fines del siglo, es decir, alrededor de la misma cantidad de emisiones derivadas hoy del uso de la energía en el mundo entero (gráfico). La construcción de cada planta de captura y almacenamiento cuesta entre US\$1.500 millones y US\$2.500 millones, e instalar las 20 a 30 necesarias para 2020 a fin de demostrar la viabilidad comercial de la tecnología sería prohibitivo para un sólo país. Hay únicamente cuatro proyectos comerciales integrales de captura y almacenamiento de carbono, y su capacidad de almacenamiento es de uno a dos órdenes de magnitud menor de la que necesitaría una central comercial de 1.000 megavatios durante su vida útil prevista.

Fuentes: Edmonds y otros, 2007; AIE, 2006 y 2008b.

a. Para convertir toneladas de carbono en CO<sub>2</sub>, multiplíquese por 3,67.

**La tecnología de captura y almacenamiento del carbono requiere ingentes esfuerzos adicionales**

CO<sub>2</sub> eliminado/año (millones de toneladas)



Nota: los datos de 2000 corresponden a observaciones. Para los demás años, se consignan proyecciones basadas en las necesidades previstas para limitar las concentraciones de gases de efecto invernadero a 550 ppm.

incumplir sus compromisos o discrepar en la instrumentación. Con el objeto de garantizar la continuidad del financiamiento para tales acuerdos se necesitarán otros incentivos, como sanciones por retirarse del proyecto o compromisos contractuales, asumidos por cada parte, de incrementar los fondos aportados (hasta un monto máximo) cuando se incorporan nuevas partes, a fin de desalentar a los posibles beneficiarios automáticos y vincular acuerdos de distribución de costos a un tratado sobre el clima<sup>35</sup>. Los países de ingreso alto pueden costear la mayoría de las labores técnicas, pero, para ser eficaces, los acuerdos de colaboración para investigaciones deben subvencionar la participación de países en desarrollo, particularmente los países de ingreso mediano en rápido crecimiento que deben comenzar sin demora a forjar la capacidad tecnológica que les resultará esencial para un desarrollo a largo plazo con un enfoque climático inteligente. El sector privado también debe estar incluido en las asociaciones creadas con fines

de investigación para tener la seguridad de que posteriormente las tecnologías puedan difundirse en el mercado.

*Acuerdos estimulados por el mercado y basados en recompensas.* Muchas innovaciones decisivas provienen de lugares impensados que bien podrían ser soslayados por los programas de donaciones. En 1993, Shuji Nakamura, un solitario ingeniero que trabajaba con un presupuesto limitado en una pequeña compañía de una zona rural japonesa, asombró a la comunidad científica al producir con éxito los primeros diodos emisores de luz azul, un paso crucial para la creación de los diodos emisores de luz blanca de la actualidad, brillantes y de alta eficiencia<sup>36</sup>. Muchos de los principales innovadores del mundo –incluido Dell, el gigante de la computación– gastan mucho menos que sus pares de la industria en investigación y desarrollo como porcentaje de las ventas<sup>37</sup>. Sin embargo, poseen una habilidad única para otear el horizonte en búsqueda de

tecnologías e ideas de gran potencial, colaborar con terceros en tareas de investigación y desarrollo, y lanzar nuevas tecnologías al mercado<sup>38</sup>. Es probable que algunas de las tecnologías climáticas inteligentes más prometedoras provengan de sectores que normalmente no se asocian con el cambio climático. Por ejemplo, al retener el agua en el suelo, los polímeros hidrófilos superabsorbentes podrían ser clave para promover la repoblación vegetal de tierras áridas y otros ecosistemas degradados. Sin embargo, el interés en esta tecnología se concentra, en gran medida, entre los fabricantes de productos tales como pañales. Del mismo modo, los productores de materiales hidrófugos podrían fabricar prendas de vestir que requirieran menos lavado, con la consiguiente disminución del uso de agua y energía.

Los instrumentos financieros que recompenzan la asunción de riesgos, en lugar de la elección de las opciones más exitosas desde un principio, representan una enorme oportunidad inexplorada. Las soluciones de los problemas tecnológicos pueden tener origen en rápidos adelantos registrados en lugares inesperados o en nuevos modelos de negocios que los programas tradicionales de subvención de actividades de investigación y desarrollo pueden pasar fácilmente por alto. Los nuevos instrumentos financieros internacionales otorgan a los mercados la flexibilidad necesaria para hallar soluciones innovadoras.

Los premios de estímulo y los compromisos anticipados de mercado son dos incentivos de mercado estrechamente relacionados entre sí concebidos para recompensar las innovaciones que alcancen metas tecnológicas especificadas previamente. En los premios de estímulo, la

recompensa se conoce de antemano; los compromisos anticipados de mercado son promesas financieras de subvencionar las futuras compras de un producto o un servicio hasta un precio y un volumen predeterminados.

Si bien no hay ejemplos de galardones con financiamiento internacional que premien enfoques inteligentes del cambio climático, otras iniciativas públicas y privadas recientes despiertan cada vez más interés. A mediados del decenio de 1990 se creó el Ansari X-Prize, por un monto de US\$10 millones, para alentar los viajes espaciales sin financiamiento estatal. La competencia promovió inversiones privadas en investigación por valor de US\$100 millones distribuidos entre 26 equipos, es decir, la inversión del premio se multiplicó por 10, antes de que se anunciara el ganador, en 2004<sup>39</sup>. En marzo de 2008, la X-Prize Foundation y un socio comercial anunciaron una nueva competencia internacional por US\$10 millones para diseñar, construir e introducir en el mercado vehículos de bajo consumo de combustible. Se han inscrito en el concurso 111 equipos de 14 países<sup>40</sup>.

Los compromisos anticipados de mercado, que alientan la innovación garantizando una demanda mínima del mercado para reducir la incertidumbre, han promovido tecnologías con un enfoque climático inteligente a través de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, con la colaboración de grupos sin fines de lucro y empresas de servicios públicos (recuadro 7.6). Una iniciativa internacional más reciente es un programa piloto para vacunas antineumocócicas diseñado por la Alianza GAVI (Alianza Mundial para el Fomento de la Vacunación y la Inmunización) y el Banco Mundial<sup>41</sup>. En 2007 los donantes comprometieron, para el piloto, US\$1.500 millones en compromisos anticipados de mercado. Si cumplen determinados objetivos de calidad, las vacunas se compran con fondos prometidos por los donantes y con un volumen reducido de financiamiento de los países receptores. Todavía es demasiado pronto para juzgar el probable éxito de la iniciativa<sup>42</sup>.

Los estímulos del mercado pueden complementar, aunque no sustituir, los incentivos impulsados por la tecnología. Las técnicas de estímulo del mercado pueden multiplicar los recursos financieros públicos y fomentar la competencia para desarrollar modelos de demostración de conceptos y prototipos funcionales. Plantean pocos obstáculos al acceso a los recursos; dado que los fondos no se adjudican en función de los antecedentes en materia de investigación, pueden competir

### RECUADRO 7.6 *El refrigerador supereficiente: ¿Un programa precursor de los compromisos anticipados de mercado?*

En 1991, en el marco del programa sobre un refrigerador supereficiente, un consorcio de empresas de servicios públicos reunió más de US\$30 millones para compensar al fabricante que pudiera producir y comercializar un refrigerador sin clorofluorocarbonos –sustancias que agotan la capa de ozono– y utilizara un 25% menos de energía que la estipulada en las normas existentes. El ganador recibiría una recompensa fija por cada unidad vendida, hasta alcanzar el monto total del fondo. La empresa Whirlpool superó el

desempeño exigido y ganó el premio y una campaña publicitaria nacional. Sin embargo, debido a la escasa aceptación del producto en el mercado, la compañía no pudo vender una cantidad de refrigeradores que le permitiera recibir la totalidad del premio. No obstante, es probable que la competencia haya surtido efecto, ya que otros fabricantes diseñaron sus propias líneas de refrigeradores eficientes.

Fuentes: Davis y Davis, 2004; Newell y Wilson, 2005.

organizaciones pequeñas y organizaciones de países en desarrollo. Sin embargo, esos incentivos no pueden reducir el riesgo hasta un punto tal que despierte el interés de los inversionistas en financiar investigaciones en gran escala o en una etapa muy temprana.

Los premios y los compromisos anticipados de mercado tienen buenas posibilidades de recibir financiamiento multilateral. Puesto que los premios no implican la comercialización, se podrían ofrecer para solucionar problemas de investigación previos a aquella, en tecnologías tales como las relacionadas con el almacenamiento de pilas o la energía fotovoltaica. Las entidades privadas y públicas que buscan soluciones tecnológicas podrían organizar competiciones, con premios en efectivo, en el mercado mundial de tecnología. El Grupo del Banco Mundial está estudiando el potencial de las competiciones con premio para las innovaciones vinculadas a las primeras etapas de las tecnologías limpias respaldadas por el nuevo Fondo para la Tierra lanzado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y la Corporación Financiera Internacional.

Los compromisos anticipados de mercado podrían resultar útiles allí donde los costos del aprendizaje de la instalación de tecnologías sean prohibitivos, donde no haya usuarios líderes dispuestos a pagar primas iniciales por la tecnología o donde el mercado sea demasiado pequeño o riesgoso. Esos casos incluyen la generación y el uso de energía, pero también las tecnologías de adaptación (como los tratamientos del paludismo y las variedades de cultivos resistentes a la sequía), donde la demanda del mercado está fragmentada (gobiernos), los recursos financieros son limitados (particularmente para los países en desarrollo) y el tamaño potencial del mercado no está bien definido (por la incertidumbre de la política a largo plazo)<sup>43</sup>.

**Acuerdos para salvar la brecha de comercialización.** Un obstáculo importante para la innovación es el “valle de la muerte”, la falta del financiamiento necesario para llevar al mercado la investigación aplicada (gráfico 7.6). Por regla general, los gobiernos están dispuestos a financiar la investigación y el desarrollo de tecnologías no probadas, y el sector privado está dispuesto a financiar tecnologías que han sido probadas en el mercado –el bloque de investigación y desarrollo en el gráfico 7.3–, pero hay pocos recursos para tecnologías que se encuentran en las etapas de demostración e instalación<sup>44</sup>. Los gobiernos suelen ser reacios a financiar las etapas iniciales de una

empresa por temor a distorsionar el mercado, y los inversionistas las consideran demasiado riesgosas, a excepción de un número limitado de ellos, de carácter independiente, conocidos como “ángeles inversionistas”, y algunas grandes empresas. Los capitalistas de riesgo, que normalmente sólo financian empresas con tecnologías demostradas, lograron distribuir no más del 73% del capital disponible en el sector de la tecnología limpia en 2006, porque muy pocas empresas del sector habían sobrevivido al “valle de la muerte”<sup>45</sup>.

También faltan fondos de capital de riesgo para numerosos tipos de tecnologías climáticas inteligentes. Es improbable que los inversionistas se interesen en segmentos del mercado en los que se utilicen tecnologías de aprovechamiento de la energía caracterizadas particularmente por el alto riesgo y el uso intensivo de capital, donde los costos de demostración pueden ser cuantiosos. Y se prevé que la crisis financiera actual desacelerará el capital de riesgo corporativo, en vista del alto costo de la deuda<sup>46</sup>. Además, el grueso de la industria mundial del capital de riesgo se concentra en unos pocos países desarrollados, lejos de las oportunidades que ofrecen varios países de ingreso mediano en rápido crecimiento<sup>47</sup>.

Los programas de comercialización de tecnología también pueden favorecer los vínculos con usuarios potenciales de tecnologías climáticas inteligentes, particularmente para las empresas pequeñas que, en muchos casos, producen innovaciones de avanzada, pero enfrentan los mayores obstáculos financieros y de acceso al mercado. Para comercializar ideas que atiendan sus necesidades de tecnología, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos suministra financiamiento a pequeñas

**Gráfico 7.6 El “valle de la muerte” entre la investigación y el mercado**



Fuente: equipo del IDM.

firmas a través del Programa de investigación en favor de la innovación dirigido a la pequeña empresa<sup>48</sup>. El programa Passerelle, del gobierno francés, proporciona cofinanciamiento a grandes empresas dispuestas a invertir en proyectos de innovación de pequeñas empresas potencialmente interesantes<sup>49</sup>. Otros programas conceden donaciones especiales para proyectos de colaboración, con el propósito de alentar “derrames” de tecnología.

Debido a que la brecha entre investigación y mercado es particularmente amplia en los países en desarrollo, y dado que muchas soluciones de problemas locales pueden provenir del extranjero, el financiamiento multilateral especial puede respaldar proyectos de investigación que incluyan participantes de los países en desarrollo. Puede crear incentivos para fomentar investigaciones que guarden relación con necesidades de países en desarrollo, como los cultivos resistentes a la sequía. Las actividades multilaterales también pueden promover fondos de capital de riesgo con un enfoque climático inteligente en países de ingreso alto y en aquellos países de ingreso mediano en rápido crecimiento que cuentan con la masa crítica de actividad innovadora y la infraestructura financiera necesarias para atraer inversionistas de capital de riesgo. Este último grupo incluye a China y la India. En Israel, la República de Corea y Taiwán, China, los gobiernos suministraron capital de riesgo, actuando como inversionistas principales y atrayendo otros fondos<sup>50</sup>. Las estrategias de ese tipo pueden crear el “valle de la vida” necesario para sostener las tecnologías incipientes hasta que alcancen niveles que les permitan arraigar en la economía mundial.

### *La magnitud y el alcance de los esfuerzos internacionales no están en absoluto a la altura de las circunstancias*

La transferencia de tecnología comprende los amplios procesos destinados a contribuir a los

flujos de información, los conocimientos técnicos, la experiencia y los equipos para gobiernos, empresas, entidades sin fines de lucro e instituciones educativas y de investigación. La absorción de tecnologías extranjeras depende de muchos más factores que el financiamiento de equipos físicos y licencias de tecnología. Requiere el desarrollo de la capacidad nacional para identificar, comprender, utilizar y reproducir tecnología valiosa. Como se señala más adelante, las políticas internacionales pueden acompañar los esfuerzos de los países por mejorar las instituciones nacionales y crear un ambiente propicio para la transferencia de tecnología.

**Organizaciones internacionales.** Muchas organizaciones internacionales que abordan problemas ambientales lo hacen, más que nada, centradas en su misión, como ocurre con la Organización Mundial de la Salud, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Sin embargo, es posible alentar a estas entidades a reforzar colectivamente la idoneidad y la coherencia de las instituciones existentes para abordar el cambio climático.

Del mismo modo, existen muchos acuerdos internacionales que se ocupan de problemas ambientales específicos, pero, a medida que se llevan a la práctica, deberían reforzarse mutuamente<sup>51</sup>. Esos acuerdos pueden evaluarse en términos de objetivos y medios para alcanzarlos, en relación con su capacidad para contribuir a las actividades de mitigación y adaptación de la magnitud prevista en un mundo en el que la temperatura aumentara 2 o 5°C o más.

**Mecanismos de financiamiento.** El MDL, principal cauce de financiamiento de las inversiones en tecnologías con bajo nivel de carbono en los países en desarrollo, ha movilizado capital

## **RECUADRO 7.7** *Una innovación prometedora para las actividades de adaptación para zonas costeras*

Se prevé que, como resultado del cambio climático, las regiones costeras de Bangladesh se verán afectadas con más frecuencia por mareas de tormenta y maremotos. La Universidad de Alabama en Birmingham está trabajando con investigadores de Bangladesh en la construcción de cimientos y estructuras de viviendas con material compuesto ligero que se dobla –pero no se quiebra– durante un huracán y puede flotar al subir la marea en

una marejada. Las fibras de yute, una de las plantas más comunes de Bangladesh, se tejen con plásticos reciclados para formar un material de construcción ultrarresistente. El yute no necesita fertilizantes, ni plaguicidas, así como tampoco riego; es biodegradable, económico y muy utilizado en Bangladesh para producir telas, sogas y otros artículos. Los arquitectos locales están ayudando a incorporar la tecnología en el diseño de las viviendas. Los

investigadores del país aportarán sus conocimientos a la fabricación masiva de productos de yute.

*Fuentes:* Universidad de Alabama en Birmingham, <http://main.uab.edu/Sites/Media-Relations/articles/55613/> (consultado el 17 de febrero de 2009); entrevista con el profesor Nassim Uddin, Universidad de Alabama en Birmingham, celebrada el 4 de marzo de 2009.

público y privado para financiar más de 4.000 proyectos con bajas emisiones de carbono. Sin embargo, la mayoría de sus proyectos no implican la transferencia de conocimientos, ni de equipos, del exterior<sup>52</sup>. (En el capítulo 6 se analizan los límites de la ampliación del MDL para acelerar las transferencias de tecnología.)

El FMAM es actualmente la principal fuente de financiamiento de proyectos que promueven la protección ambiental, al tiempo que apoyan objetivos nacionales de desarrollo sostenible. Funciona como entidad financiera de la CMNUCC y presta apoyo para evaluar las necesidades de tecnología de más de 130 países. La mayor parte del financiamiento otorgado por el FMAM entre 1998 y 2006 para mitigación del cambio climático –unos US\$250 millones al año– estuvo orientada a eliminar los obstáculos a la difusión de tecnologías que usan eficientemente la energía<sup>53</sup>. Las actividades de adaptación del FMAM tienen su eje en el fortalecimiento de la capacidad para identificar las necesidades urgentes e inmediatas de los países menos desarrollados, pero el impacto que pueden producir se ve limitado por el módico presupuesto propuesto para adaptación, del orden de los US\$500 millones para el período 2010-14<sup>54</sup>.

El nuevo Servicio de Asociación para el Carbono prestará asistencia complementaria a países en desarrollo respaldando inversiones grandes y riesgosas en energía limpia e infraestructura con buenas posibilidades de reducir las emisiones a largo plazo<sup>55</sup>. El Fondo para una tecnología limpia, una iniciativa de varios donantes creada en 2008, que cuenta con US\$5.200 millones, representa otro esfuerzo por suministrar financiamiento, a bajo interés, para demostración, instalación y transferencia de tecnologías con bajos niveles de emisión de carbono. En 2009, la República Árabe de Egipto, México y Turquía serán los primeros países en beneficiarse de US\$1.000 millones en financiamiento combinado de este Fondo.

El Protocolo de Montreal demuestra que se pueden obtener recursos multilaterales de manera sostenida si, mediante un tratado ambiental, se impone la obligación de financiar los costos incrementales de la modernización tecnológica. El Fondo Multilateral para la aplicación del Protocolo de Montreal otorgó a los países en desarrollo incentivos para que adhirieran al Protocolo comprometiéndose a sufragar los costos incrementales que acarrea el cumplimiento de sus disposiciones<sup>56</sup>. A cambio, los países en desarrollo convinieron eliminar gradualmente las sustancias que

agotan la capa de ozono. El Fondo concedió donaciones o préstamos para cubrir los gastos de reconversión de instalaciones, capacitación, personal y obtención de licencias de tecnología. Si bien el Protocolo se considera un modelo satisfactorio de difusión de tecnología, las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero son mayores, en varios órdenes de magnitud, que las de los clorofluorocarbonos, y muchas tecnologías de reducción de gases de efecto invernadero no están disponibles comercialmente. Sería necesario contar con un fondo sobre el cambio climático similar al Fondo Multilateral y de la envergadura apropiada<sup>57</sup>.

**Recursos financieros y tecnológicos.** Como se subraya en el capítulo 6, se necesita una cantidad considerablemente mayor de financiamiento para los países en desarrollo. Según las estimaciones, para 2010 se requerirán anualmente inversiones adicionales en actividades de mitigación y adaptación que oscilarían entre los US\$170.000 millones y los US\$765.000 millones. Pero las transferencias financieras por sí solas no bastarán. La adquisición de tecnología, lejos de ser una tarea sencilla, es un proceso largo, costoso, no exento de riesgos y pleno de fallas del mercado. Las tecnologías para adaptación dependen de las habilidades técnicas locales y el conocimiento autóctono, porque implican el diseño de sistemas adecuados a las necesidades locales (recuadro 7.7).

Incluso cuando se la pueda importar, la tecnología implica un proceso de búsqueda, conocimientos técnicos previos, y las habilidades y los recursos necesarios para utilizarla eficientemente. Esa capacidad se funda en varias formas de conocimiento, muchas de las cuales son tácitas y no se pueden codificar o transferir fácilmente. Los proyectos de energía en gran escala que se pueden subcontratar con empresas extranjeras, por ejemplo, requieren capacidad local para su operación y mantenimiento, y para que las autoridades puedan evaluar sus ventajas. La Unión Europea está elaborando leyes relativas a la gestión de los riesgos vinculados con la captura y el almacenamiento del carbono<sup>58</sup>, pero pocos países disponen de la capacidad técnica necesaria para diseñar tal legislación, lo que constituye otro obstáculo que limita la instalación de esa tecnología.

El financiamiento multilateral puede tener un mayor impacto en la transferencia y absorción de tecnología al ampliar su alcance desde la transferencia de tecnología física y codificada al aumento de la capacidad de absorción de los seres humanos y las organizaciones en

los países en desarrollo. La absorción de tecnología se relaciona con el aprendizaje: aprender invirtiendo en tecnologías extranjeras, aprender mediante la capacitación y la educación, aprender al interactuar y colaborar con otros fuera y dentro del propio país, y aprender a través de la investigación y el desarrollo. El financiamiento multilateral puede respaldar de tres maneras la transferencia de tecnología: subvencionando inversiones en tecnologías nacionales o extranjeras en países en desarrollo; subvencionando la participación de países en desarrollo en los tipos de acuerdos de intercambio de conocimientos, coordinación y distribución de costos antes mencionados; y apoyando la infraestructura del conocimiento y los sectores privados nacionales, como se señala en la sección siguiente.

### Las políticas, las instituciones y los programas públicos impulsan la innovación y aceleran su difusión

La innovación es el resultado de un complejo sistema que depende de la capacidad individual de una multitud de agentes, desde gobiernos, universidades e institutos de investigación hasta empresas, consumidores y entidades sin fines de lucro. Fortalecer la capacidad de este conjunto tan diverso y la manera en que sus integrantes interactúan es una tarea difícil, pero necesaria para encarar tanto el desarrollo como el cambio climático. En el cuadro 7.2 se describen las principales prioridades normativas para alentar la innovación en países de diferentes niveles de ingreso.

Los conocimientos teóricos y prácticos constituyen un pilar fundamental para el desarrollo

**Cuadro 7.2 Prioridades de las políticas nacionales clave para la innovación**

Países	Principales políticas
Ingreso bajo	<p>Invertir en creación de capacidad en ingeniería, diseño y gestión</p> <p>Aumentar el financiamiento otorgado a las instituciones de investigación para investigación, desarrollo, demostración y difusión de medidas de adaptación</p> <p>Intensificar los vínculos entre instituciones académicas y de investigación, el sector privado y los organismos públicos de planificación</p> <p>Introducir subvenciones a la adopción de tecnologías de adaptación</p> <p>Mejorar el ambiente para los negocios</p> <p>Importar conocimientos y tecnología del exterior, siempre que sea posible</p>
Ingreso mediano	<p>Introducir normas con un enfoque climático inteligente</p> <p>Crear incentivos a la importación de tecnologías de mitigación y, en países en rápida industrialización, crear condiciones a largo plazo que favorezcan la producción local</p> <p>Crear incentivos a la inversión de capital de riesgo en tecnologías climáticas inteligentes en países en rápida industrialización con una densidad crítica de innovación (como China y la India)</p> <p>Mejorar el ambiente para los negocios</p> <p>Fortalecer el régimen de los derechos de propiedad intelectual</p> <p>Facilitar la inversión extranjera directa en tecnologías climáticas inteligentes</p> <p>Intensificar los vínculos entre instituciones académicas y de investigación, el sector privado y los organismos públicos de planificación</p>
Ingreso alto	<p>Introducir normas de rendimiento y fijar el precio del carbono con un enfoque climático inteligente</p> <p>Incrementar la innovación y la difusión de medidas de mitigación y adaptación mediante subvenciones, premios, incentivos al capital de riesgo y políticas orientadas a alentar la colaboración entre empresas y otras fuentes y usuarios de innovaciones con un enfoque climático inteligente</p> <p>Ayudar a los países en desarrollo a aumentar su capacidad de innovación y de absorción de tecnologías</p> <p>Apoyar las transferencias de conocimientos y tecnologías a países en desarrollo</p> <p>Respaldar la participación de países de ingreso mediano en proyectos de investigación, desarrollo, demostración e instalación a largo plazo en el sector de la energía</p> <p>Compartir datos relativos al cambio climático con países en desarrollo</p>
Todos los países	<p>Eliminar los obstáculos al comercio en las tecnologías climáticas inteligentes</p> <p>Eliminar las subvenciones a las tecnologías con alto nivel de emisiones de carbono</p> <p>Redefinir las instituciones del conocimiento, especialmente las universidades, como lugar de difusión de las prácticas con bajo nivel de emisiones de carbono</p>

de una economía que aborde con inteligencia el cambio climático. La educación básica sienta las bases de los procesos de absorción de tecnología y reduce la desigualdad económica, pero también es crucial contar con un conjunto lo suficientemente grande de ingenieros e investigadores calificados. Los ingenieros, particularmente escasos en países de ingreso bajo, intervienen en la instrumentación de tecnologías específicas para la adaptación al cambio climático y cumplen un papel decisivo en las actividades de reconstrucción tras los desastres naturales (gráfico 7.7). Bangladesh, especialmente propenso a sufrir huracanes y aumentos del nivel del mar, es un ejemplo extremo: los estudiantes universitarios matriculados en ingeniería representaban apenas el 0,04% de la población en 2006, en comparación con el 0,43% en la República Kirguisa, país con un PIB per cápita muy similar<sup>59</sup>. Igualmente importantes son la capacidad de gestión y las habilidades empresariales que encauzan el conocimiento técnico hacia aplicaciones prácticas en el sector privado. En el sector público se requieren habilidades en una amplia variedad de campos, como la regulación de servicios públicos, la comunicación, la planificación urbana y la formulación de políticas sobre el clima.

Se pueden adquirir conocimientos teóricos y prácticos invirtiendo en las instituciones y los programas que componen la infraestructura del conocimiento de un país. Entidades tales como universidades, escuelas, institutos de capacitación, instituciones de investigación y desarrollo, y laboratorios; y servicios tecnológicos, por ejemplo, los de extensión agrícola e incubación de empresas<sup>60</sup>, pueden contribuir a la capacidad de los sectores privado y público para utilizar tecnologías climáticas inteligentes y adoptar decisiones basadas en una ciencia bien cimentada.

Otro pilar del desarrollo de una economía que aborde con inteligencia el cambio climático es la creación de incentivos que impulsen al sector privado a invertir en tecnologías climáticas inteligentes. Ello implica crear no sólo incentivos normativos, sino también un medio propicio, sumado a programas de apoyo público a la innovación empresarial y la absorción de tecnología.

**La infraestructura del conocimiento es clave para crear y adecuar sistemas locales de mitigación y adaptación**

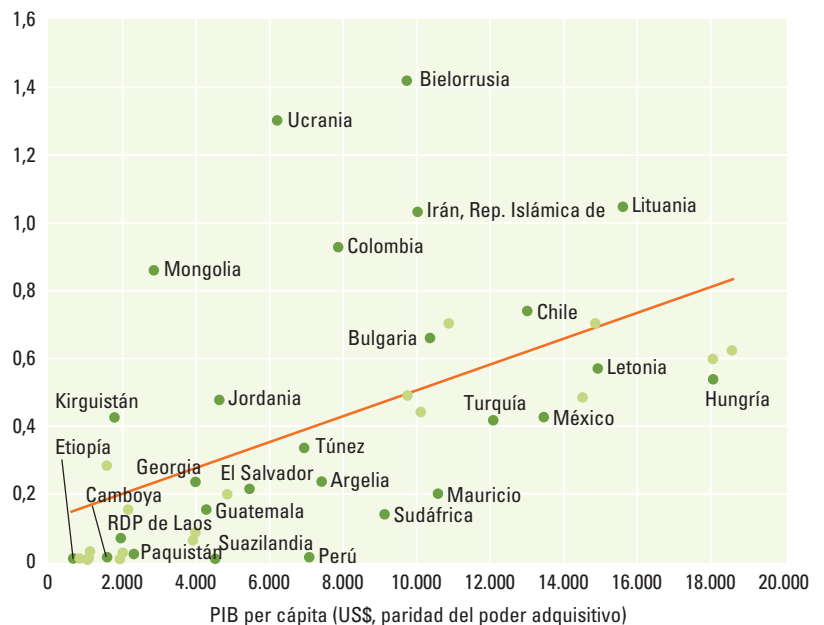
Los institutos de investigación de los países en desarrollo pueden ayudar a los gobiernos a prepararse mejor para afrontar las consecuencias

del cambio climático. En Indonesia y Tailandia, por ejemplo, están utilizando satélites de la estadounidense Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) para observar las características ambientales que afectan la transmisión del paludismo en Asia suroriental, como el régimen pluvial y el estado de la vegetación<sup>61</sup>. Los institutos de investigación pueden asociarse con organismos públicos y contratistas privados para identificar y diseñar tecnologías de adaptación apropiadas para las zonas costeras, e implementarlas, explotarlas y mantenerlas. Pueden ayudar a los agricultores a idear estrategias de adaptación combinando conocimientos locales con pruebas científicas de sistemas de agrosilvicultura o apoyar la ordenación forestal combinando el conocimiento de los pueblos indígenas sobre conservación de los bosques con material de siembra genéticamente superior<sup>62</sup>. También pueden ayudar a las empresas a aumentar la eficiencia energética de sus procesos mediante actividades de consultoría, pruebas, detección de problemas y capacitación.

En los países de ingreso mediano, las instituciones de investigación también pueden resolver problemas de más largo plazo relativos a la mitigación del cambio climático. Dominar las tecnologías para aprovechamiento de la energía que resultarán útiles implica un

**Gráfico 7.7 La matrícula en ingeniería sigue siendo baja en muchos países en desarrollo**

Matrícula en ingeniería, manufacturas y construcción en la educación terciaria como porcentaje de la población total (%)



Fuente: equipo del IDM, basado en cifras del Instituto de Estadística de la Unesco, <http://stats.uis.unesco.org/unesco/ReportFolders/ReportFolders.aspx> (consultado el 30 de agosto de 2009).

proceso de aprendizaje que puede llevar décadas. La agricultura y la salud dependen de la biotecnología para desarrollar nuevas tecnologías y de la ciencia del clima para fines de planificación. El desarrollo de redes nacionales inteligentes de distribución eléctrica depende del dominio de las tecnologías integradas de comunicaciones, detección y medición.

Sin embargo, después de invertir en investigación e instituciones académicas, muchos gobiernos llegaron a la conclusión de que las contribuciones al desarrollo habían sido mínimas<sup>63</sup> porque la investigación no suele estar impulsada por la demanda, y hay pocos vínculos entre institutos de investigación, universidades, el sector privado y las comunidades en las que estos participantes actúan (recuadro 7.8)<sup>64</sup>. Por otra parte, en muchos países en desarrollo, históricamente las universidades se han dedicado a la enseñanza y se ocupan poco de la investigación.

Favorecer la distribución por concurso del financiamiento estatal para investigación frente al financiamiento institucional garantizado puede hacer mucho por aumentar la eficacia de las instituciones de investigación públicas. En Ecuador, el Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios, de carácter estatal, financia un programa de donaciones para investigación asignadas por concurso que respalda actividades estratégicas encaminadas a la innovación que permitan abrir nuevos mercados de exportación mediante la lucha contra la mosca de la fruta, la reducción de los costos de

producción de nuevos productos y la lucha contra enfermedades y plagas de cultivos de exportación tradicionales. El programa introdujo una nueva cultura de investigación e incorporó nuevas organizaciones al sistema de investigación. Los requisitos de cofinanciamiento ayudaron a aumentar en un 92% los fondos nacionales para investigación<sup>65</sup>. También pueden ser de utilidad las reformas institucionales que dan al sector privado una mayor participación en el gobierno de las instituciones de investigación y recompensan la transferencia de conocimientos y tecnología a clientes externos<sup>66</sup>. En algunos casos, “instituciones puente” tales como las incubadoras de empresas pueden facilitar el “derrame” de conocimientos de las instituciones de investigación. En 2007, se estaban incubando en todo el mundo 283 compañías dedicadas a la tecnología limpia (sin contar a China), el doble que en 2005<sup>67</sup>.

Los países de ingreso alto pueden respaldar el desarrollo y la difusión mundiales de sistemas que aborden con inteligencia el cambio climático contribuyendo a crear capacidad y asociándose con instituciones de investigación de países en desarrollo. Un ejemplo es el Instituto Internacional de Investigación sobre Clima y Sociedad de la Universidad de Columbia, Estados Unidos, que colabora con instituciones de África, Asia y América Latina.

Otro ejemplo es el Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales (CGIAR), una estructura mundial de instituciones de investigación –financiada por

### RECUADRO 7.8 *Las universidades deben ser innovadoras: el caso de África*

La mayor parte de la asistencia de los donantes para África no tiene en cuenta la necesidad de aplicar el acervo del conocimiento mundial al desarrollo a largo plazo. En África, el promedio de inscripciones en educación superior ronda el 5%, mientras que en las economías desarrolladas suele exceder el 50%. Sin embargo, el desafío consiste no sólo en aumentar el acceso a las universidades africanas, sino también en lograr que estas instituciones actúen como motores del desarrollo.

Hay oportunidades para que las universidades forjen vínculos más estrechos con el sector privado, capaciten más graduados para carreras profesionales y difundan conocimientos en la economía. Como modelo, los Estados Unidos tienen una larga tradición de facultades especiales de ciencias agrarias (*land grant colleges*), instituciones que desde el siglo XIX trabajan directamente

con sus comunidades para difundir conocimientos sobre ciencias agrarias. La tarea por venir requiere un cambio cualitativo de los objetivos, las funciones y la estructura de la universidad. Como parte de este proceso, se necesitarán reformas fundamentales en el diseño de los planes de estudio, la enseñanza, la ubicación, la selección de estudiantes y la gestión de la universidad.

La formación tendrá que adquirir un carácter más interdisciplinario para abordar los problemas interrelacionados que trascienden los límites de las disciplinas tradicionales. La Universidad Stellenbosch, de Sudáfrica, constituye un excelente ejemplo de la forma en que se pueden ajustar los planes de estudio a las necesidades de investigación y desarrollo de las organizaciones. Fue la primera universidad del mundo en diseñar y lanzar un moderno microsatélite en el marco de la

instrucción ofrecida. El programa pertinente tuvo por objeto formar personas idóneas en nuevas tecnologías en los campos de la teledetección, el control de satélites y las ciencias de la Tierra. La Universidad de Makerere, de Uganda, tiene nuevos enfoques de enseñanza que permiten a los estudiantes solucionar problemas de salud pública en sus comunidades como parte de su capacitación. Los alumnos pueden aplicar enfoques similares en otros campos técnicos, como el desarrollo y el mantenimiento de infraestructura.

*Fuentes:* Juma, 2008; Land grant colleges (facultades especiales de ciencias agrarias) <https://www.aplu.org/NetCommunity/Page.aspx?pid=183>; Sea grant colleges (facultades especiales relacionadas con los recursos costeros y marítimos), <http://www.seagrant.noaa.gov/> (consultado el 31 de agosto de 2009).



donantes, descentralizada y cooperativa— que ya está tratando varios temas relacionados con la adaptación al cambio climático (recuadro 7.9). Un enfoque similar se puede emplear para otras tecnologías climáticas. Las enseñanzas extraídas del CGIAR parecen indicar que se pueden financiar, en países en desarrollo, centros de investigación regionales para que se dediquen a un número limitado de temas bien definidos y específicos de la región, como la biomasa, la bioenergía, los edificios que utilizan eficazmente la energía, la reducción de las emisiones de metano y la ordenación forestal.

Las instituciones del conocimiento pueden contribuir a suministrar información para las políticas y a coordinarlas, particularmente las políticas de adaptación específicas para los distintos contextos. A medida que las actividades de adaptación al cambio climático comienzan a ser consideradas en los procesos normativos, compartir soluciones y experiencia cobra más importancia<sup>68</sup>. Cuando los planificadores, los administradores y las autoridades responsables de la formulación de políticas empiezan a reconocer de qué manera sus decisiones se pueden

combinar para reducir la vulnerabilidad al cambio climático, surge una excelente oportunidad de reforzar la coordinación entre sectores para mejorar el uso de los recursos y de compartir esta valiosa información con otras naciones, regiones y localidades<sup>69</sup>. La creación y gestión de un “centro de intercambio” que reúna y difunda experiencias positivas y opciones de todo el mundo en materia de adaptación ayudará a las comunidades que deben tomar decisiones en esta esfera<sup>70</sup>.

### ***Fijación del precio del carbono y regulación para movilizar al sector privado***

Como se analiza en el capítulo 4, fijar el precio del carbono es fundamental para catalizar la innovación y la adopción de tecnologías de mitigación impulsadas por el mercado<sup>71</sup>. A medida que los precios relativos se modifican, es probable que las empresas reaccionen invirtiendo en nuevos tipos de tecnologías destinadas a economizar en el factor que se ha vuelto más caro<sup>72</sup>. Hay pruebas convincentes de que los precios pueden inducir el cambio

#### **RECUADRO 7.9 CGIAR: ¿Un modelo de actuación frente al cambio climático?**

El Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales (CGIAR) es una alianza estratégica de 64 miembros de países en desarrollo e industriales, fundaciones y organizaciones internacionales, entre ellas el Banco Mundial. Fundado en 1971 a raíz de la preocupación generalizada de que muchos países en desarrollo corrieran peligro de sucumbir al hambre, ha contribuido considerablemente a aumentar la productividad agrícola al mejorar las variedades de cultivos y ha sido fundamental para la Revolución Verde. Con el correr del tiempo, el mandato del CGIAR se amplió y llegó a incluir cuestiones normativas e institucionales, la conservación de la biodiversidad y la gestión de los recursos naturales, como la pesca, los bosques, el suelo y el agua.

El CGIAR apoya la investigación agrícola prestando asistencia a 15 centros de investigación, instituciones independientes con personal y estructuras de gobierno propios, principalmente en países en desarrollo, y dirigiendo programas que plantean desafíos. Los centros son asociaciones de investigación amplias gobernadas en forma independiente, destinadas a enfrentar cuestiones mundiales o regionales de vital importancia, como la conservación y la mejora de recursos genéticos, la escasez de agua, la carencia de micronutrientes y

el cambio climático. En 2008 el CGIAR llevó a cabo un examen independiente de su estructura de gobierno, su labor científica y sus alianzas. En él se concluyó que, desde su inicio, las investigaciones del CGIAR han arrojado importantes beneficios globales, que superaron con creces los costos. Las variedades de cultivos que mejoran y estabilizan el rendimiento producidas por los centros y sus asociados en distintos países registran beneficios estimados en más de US\$10.000 millones al año, atribuibles en gran medida a cultivos básicos tales como el trigo, el arroz y el maíz. La investigación sobre la ordenación de los recursos naturales también arroja considerables beneficios y un elevado rendimiento de la inversión. Sin embargo, el impacto de estos esfuerzos ha variado geográficamente debido a una serie de factores tales como la acción colectiva, los servicios de extensión o la cesión de los derechos de propiedad en los distintos lugares. Según el examen, el CGIAR es “una de las alianzas para el desarrollo más innovadoras del mundo”, gracias a sus actividades de investigación multidisciplinaria y la variedad de sus colaboraciones. Sin embargo, también se llegó a la conclusión de que el CGIAR ha dejado de centrar la atención en sus ventajas comparativas y que la creciente amplitud de su mandato

ha diluido el impacto que produce la institución. Al mismo tiempo, la inestabilidad del precio de los alimentos, el carácter más extremo de los patrones meteorológicos, la creciente demanda mundial de alimentos y la presión cada vez mayor sobre los recursos naturales están poniendo a prueba al CGIAR como nunca.

En diciembre de 2008, el CGIAR adoptó un nuevo modelo institucional. La reforma se basa en un enfoque programático que girará en torno a un número limitado de “megaprogramas” estratégicos sobre temas clave. También apunta a determinar y administrar los temas de investigación con una mayor orientación a los resultados, mejorar la rendición de cuentas, simplificar la estructura de gobierno y los programas, y reforzar las relaciones de colaboración. Se espera que los cambios fortalezcan al CGIAR para que pueda abordar con más eficacia numerosos problemas mundiales complejos, pero todavía es demasiado pronto como para evaluar el éxito de la reforma.

*Fuentes:* Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales, <http://www.cgiar.org/> (consultado el 5 de marzo de 2009); Grupo de examen independiente del CGIAR, 2008; Consejo de Ciencias del CGIAR, 2008; Banco Mundial, 2008a.

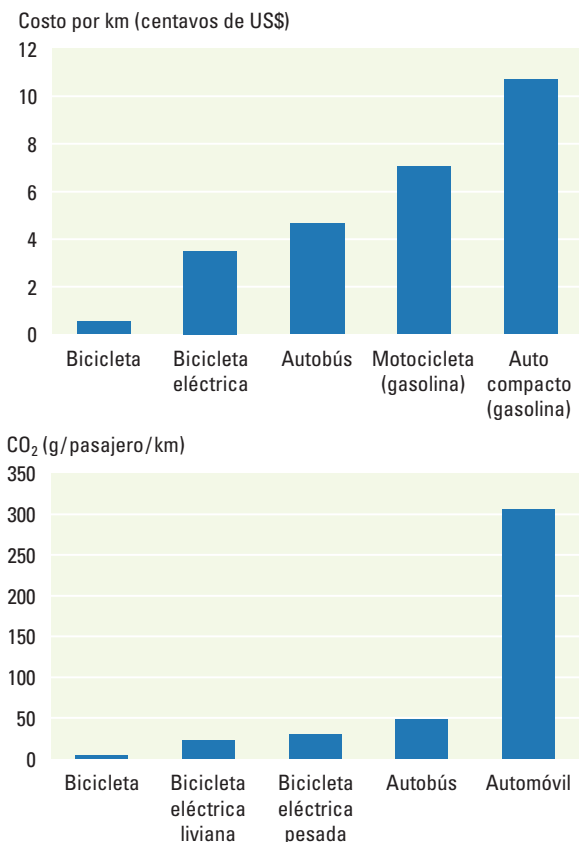
tecnológico<sup>73</sup>. En un estudio se llegó a la conclusión de que, si los precios de la energía se hubieran mantenido hasta 1993 en el bajo nivel que tenían en 1973, en los Estados Unidos la eficiencia energética de los acondicionadores de aire habría sido un 16% menor<sup>74</sup>.

Las regulaciones y su aplicación adecuada también pueden inducir la innovación. Las normas que fijan las exigencias en las emisiones o en la eficiencia energética pueden impulsar el cambio tecnológico tanto como la determinación del precio del carbono, porque pueden vincularse a precios implícitos que las empresas deben costear al emitir contaminantes<sup>75</sup>. En los Estados Unidos, las patentes relativas a tecnología destinada a reducir las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) sólo comenzaron a aumentar a fines del decenio de 1960, en previsión de nuevas normas nacionales de control de SO<sub>2</sub>. Desde 1975 hasta 1995, las mejoras tecnológicas permitieron reducir a la mitad los costos del capital necesario para eliminar el SO<sub>2</sub> de las emisiones de las centrales

eléctricas, y el porcentaje de SO<sub>2</sub> eliminado pasó de menos del 75 a más del 95%<sup>76</sup>. Las normas también pueden brindar a las empresas la oportunidad de desarrollar nuevas tecnologías y permitir a los países obtener ventajas competitivas. La prohibición de las motocicletas a gasolina en varias zonas urbanas de China en 2004 –que coincidió con mejoras tecnológicas en los motores eléctricos y las baterías, una mayor velocidad de urbanización, aumentos de precio de la gasolina y el incremento del poder adquisitivo– dio un fuerte impulso al mercado de las bicicletas eléctricas, que pasó de apenas 40.000 unidades en 1998 a 21 millones en 2008. Actualmente, las bicicletas eléctricas son más baratas y menos contaminantes que otras formas de transporte motorizado, incluidos los autobuses (gráfico 7.8), y China está exportando, a países desarrollados, estos vehículos con bajo nivel de emisiones de carbono<sup>77</sup>.

Recurrir sólo a la regulación puede tener sus desventajas. A diferencia de lo que ocurre con las señales de los precios, la regulación

**Gráfico 7.8 Las bicicletas eléctricas se cuentan ahora entre los medios de transporte más económicos y limpios de China**



Fuentes: Cherry, 2007; Weinert, Ma y Cherry, 2007; fotografía de la Fundación Wikipedia.

Nota: las emisiones de las bicicletas eléctricas corresponden al ciclo de vida completo que, en este caso, comprende la producción, la producción de energía y el uso. En el caso de las bicicletas ordinarias, sólo se incluyen las emisiones derivadas de la producción.

puede limitar la flexibilidad de las empresas, en especial cuando se refiere a una tecnología específica. También puede tener como resultado opciones de mitigación más costosas para la sociedad. Sin embargo, es un complemento necesario de la fijación del precio del carbono (véase el capítulo 4). Se han analizado los efectos comparativos de la regulación ambiental y de los incentivos de mercado a la innovación: según la opinión general, lo más efectivo puede ser la combinación de diferentes instrumentos normativos, mientras que su elaboración y aplicación sean previsible para las partes interesadas<sup>78</sup>.

***Un ambiente propicio para los negocios crea el marco básico para la innovación y la difusión de tecnologías con un enfoque climático inteligente***

Los mercados deben funcionar correctamente para que las empresas no enfrenten riesgos innecesarios, tengan acceso a la información, actúen dentro de un marco jurídico bien definido y cuenten con instituciones de mercado que las favorezcan. Al asegurar la tenencia de la tierra y documentar los derechos de propiedad, fortalecer los mercados de alquiler y venta de tierras, y ampliar el acceso a los servicios financieros, se pueden crear incentivos a la transferencia de tecnología para los pequeños agricultores (véase el capítulo 3)<sup>79</sup>. Pero un ambiente propicio para los negocios debe reconocer los derechos básicos de los grupos vulnerables, particularmente los pueblos indígenas, cuyo sustento depende en gran medida de la tierra y los recursos naturales. Muchos de ellos se han quedado sin tierras, viven en pequeñas parcelas o carecen de tenencia segura<sup>80</sup>.

La reducción de los obstáculos al ingreso de las empresas al mercado y un mercado de trabajo flexible contribuyen a la aparición de tecnología que puede crear innovaciones decisivas y agroindustrias que pueden llevar nuevos tipos de fertilizantes o semillas a los agricultores<sup>81</sup>. En la India, el caso del mijo perla híbrido muestra que la liberalización de los mercados a finales de los años ochenta amplió no sólo el papel de las empresas privadas en el desarrollo y la distribución de semillas, sino también las tasas de innovación<sup>82</sup>. La estabilidad macroeconómica es otro de los pilares de un entorno favorable a los negocios, junto con un sector financiero que funcione correctamente. También son indispensables los servicios de infraestructura básica, como el suministro continuo de energía y agua.

La eliminación de los obstáculos arancelarios y no arancelarios a las tecnologías limpias para aprovechamiento de la energía –como las de carbón no contaminantes, la energía eólica, la energía solar fotovoltaica y la iluminación eficiente– podría aumentar en un 14% el volumen comercializado de esas tecnologías en los 18 países en desarrollo que emiten elevados niveles de gases de efecto invernadero<sup>83</sup>. Las barreras comerciales a las importaciones, por ejemplo, los cupos, las normas de origen o las especificaciones poco claras de los códigos aduaneros, pueden impedir la transferencia de tecnologías climáticas inteligentes al aumentar los precios internos y tornarlos antieconómicos. En Egipto, los aranceles promedio que gravan los paneles fotovoltaicos son del 32%, 10 veces más altos que los impuestos en los miembros de ingreso alto de la OCDE. En Nigeria, los potenciales usuarios de paneles fotovoltaicos tropiezan con barreras no arancelarias del 70%, además de un arancel del 20%<sup>84</sup>. Los biocombustibles se ven particularmente afectados por los aranceles. Los que gravan el etanol y algunas materias primas para la producción de biodiésel, incluidos los derechos de importación y exportación sobre el etanol brasileño, ascendieron a un total de US\$6.000 millones en 2006. Las subvenciones otorgadas por los países de la OCDE a los productores nacionales de biocombustibles llegaron a los US\$11.000 millones en 2006. Como resultado, no se están realizando inversiones allí donde la tecnología es más eficaz en función de los costos. Brasil, el productor de etanol de más bajo costo del mundo, registró un moderado aumento del 6% de su producción de etanol entre 2004 y 2005, mientras que los Estados Unidos y Alemania tuvieron incrementos del 20 y el 60%, respectivamente, al amparo de aranceles superiores al 25% en los Estados Unidos y al 50% en la Unión Europea<sup>85</sup>. Es probable que, con la eliminación de estos aranceles y subvenciones, la producción se traslade a los lugares donde sea más eficiente<sup>86</sup>.

Un clima que atraiga la inversión extranjera directa (IED) es crucial para acelerar la transferencia y absorción de tecnología<sup>87</sup>. En 2007, la IED explicó el 12,6% del total de formación bruta de capital fijo en electricidad, gas y agua en los países en desarrollo, cifra que triplicó el monto de la ayuda multilateral y bilateral<sup>88</sup>. Las corporaciones transnacionales de países de ingreso alto han realizado cuantiosas inversiones en producción de energía fotovoltaica en la India (BP Solar), de etanol en Brasil (Archer Daniels Midland y Cargill) y de energía eólica

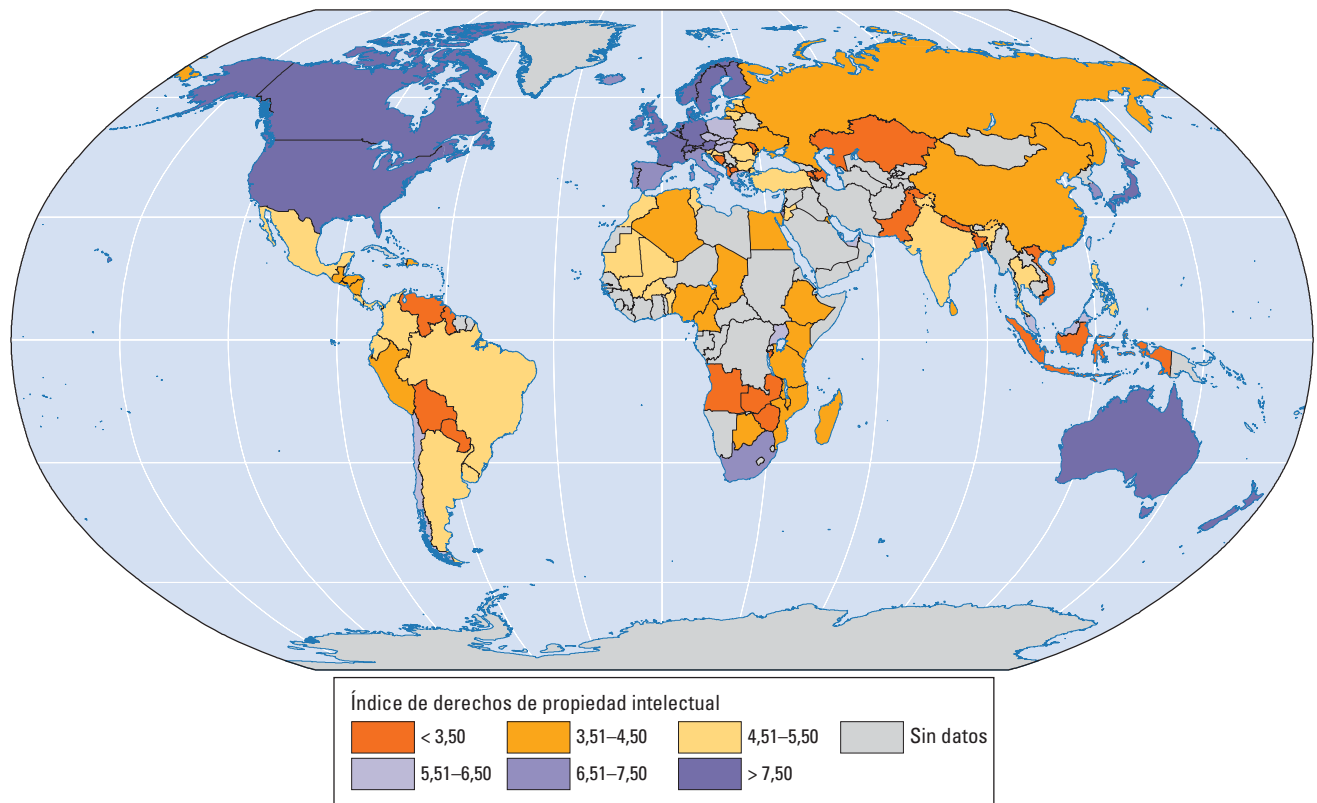
en China (Gamesa y Vestas). China contaba con un sólo laboratorio extranjero de investigación y desarrollo en 1993, y con 700 en 2005<sup>89</sup>. General Electric, líder mundial en productos de generación y eficiencia energética, abrió centros internacionales de investigación y desarrollo en la India y China en 2000, que ahora emplean a miles de investigadores. En el gráfico 7.9 se destacan las oportunidades que trajo la globalización en cuanto a la investigación, el desarrollo

y la producción de equipos para generación eólica en países de ingreso mediano.

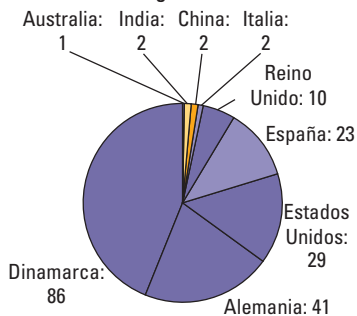
El desarrollo de la capacidad de producción local puede ayudar a estos países a incorporar a largo plazo las tecnologías climáticas inteligentes y competir en los mercados mundiales, al disminuir los precios y mejorar la calidad. Este proceso ocurrirá con mayor rapidez mediante la concesión de licencias o la inversión extranjera directa.

**Gráfico 7.9 Los países de ingreso mediano están atrayendo inversiones de los cinco principales fabricantes de equipos eólicos, pero la deficiencia de los derechos de propiedad intelectual limita la transferencia de tecnología y la capacidad de IyD**

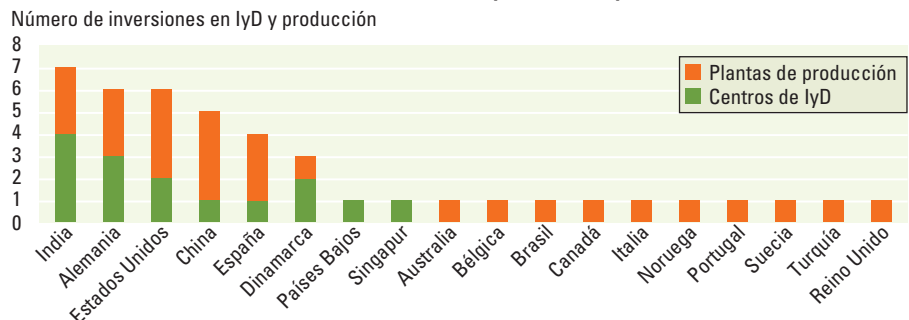
**a. Situación de los derechos de propiedad intelectual**



**b. Número de patentes relacionadas con la energía eólica en 2007**



**c. Ubicación de las inversiones de las cinco empresas más importantes del sector eólico**



Fuentes: datos sobre patentes publicados en bases de datos de solicitudes de patentes estadounidenses, japonesas, europeas e internacionales, en informes anuales y en los sitios web de Vestas, General Electric, Gamesa, Enercon y Suzlon (consultados el 4 de marzo de 2009); Dedigama, 2009.

Nota: el puntaje asignado a un país por los derechos de propiedad intelectual refleja su ubicación en una clasificación preparada según un índice basado en la solidez y el cumplimiento de sus políticas de protección de los derechos de propiedad intelectual.

Para facilitar la transferencia de esas tecnologías, los países de ingreso mediano pueden permitir a las empresas extranjeras la instalación de filiales en propiedad absoluta en lugar de obligar a establecer empresas conjuntas u otorgar licencias. También pueden crear una base de proveedores locales y socios potenciales para las empresas receptoras de inversiones extranjeras invirtiendo en capacitación y desarrollo de la capacidad<sup>90</sup>. Asimismo, pueden garantizar que la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnología extranjera estén adecuadamente protegidos por derechos de propiedad intelectual.

Cuando la aplicación de los derechos de propiedad intelectual se considera deficiente (véase el gráfico 7.9), es posible que las empresas extranjeras no estén dispuestas a otorgar licencias para la producción de sus tecnologías más avanzadas, por temor a que sus competidores las utilicen, como ocurre con los equipos para generación eólica en China<sup>91</sup>. Esa deficiencia también desalienta a las filiales extranjeras de aumentar la escala de sus actividades de investigación y desarrollo y, a las compañías extranjeras de capital de riesgo, de invertir en empresas nacionales prometedoras<sup>92</sup>. A pesar de sus inversiones en actividades locales de fabricación, investigación y desarrollo, las filiales extranjeras de productores internacionales de equipos de generación eólica tienen muy pocas patentes registradas en Brasil, China, India o Turquía, países con regímenes de derechos de propiedad intelectual endebles que podrían desalentar la intensificación de actividades de investigación y desarrollo<sup>93</sup>.

Sin embargo, los derechos de propiedad intelectual también pueden entorpecer la innovación si una patente, por ser demasiado amplia, bloquea otras invenciones útiles. Se ha criticado que algunos pedidos de patente de productos y procesos de biología sintética que ofrecen buenas perspectivas para la producción de biocombustibles sintéticos son tan amplios que los científicos temen que puedan detener el progreso científico en campos conexos<sup>94</sup>. Por otra parte, unos derechos de propiedad intelectual sólidos también pueden obstaculizar la transferencia de tecnología si las empresas se rehúsan a otorgar licencias sobre su tecnología para mantener su influencia en el mercado.

No hay pruebas de que los derechos de propiedad intelectual demasiado restrictivos hayan constituido hasta ahora un obstáculo importante a la transferencia de capacidad de producción de energía renovable a los países de ingreso mediano, aunque hay temores de

que puedan serlo en el futuro. Brasil, China e India se han sumado a las filas de los líderes mundiales de la industria de la energía fotovoltaica, la energía eólica y los biocombustibles, en muchos casos adquiriendo tecnologías mediante licencias. Los derechos de propiedad intelectual pueden llegar a convertirse en una suerte de barrera a la transferencia de tecnología a medida que se acelere la concesión de patentes en el campo de la energía fotovoltaica y los biocombustibles, y continúe la consolidación de proveedores de equipos en el sector de la energía eólica<sup>95</sup>.

En los países de ingreso bajo, los derechos de propiedad intelectual deficientes no parecen entorpecer la instalación de modernas tecnologías climáticas inteligentes, pero si se los definiera claramente y fueran previsibles, podrían estimular la transferencia de tecnología del exterior. En estos países, conceder licencias y crear versiones locales de una tecnología no es una opción realista, en vista de la limitada capacidad de producción nacional<sup>96</sup>. La absorción de tecnologías para aprovechamiento de la energía generalmente ocurre a través de la importación de equipos. En cuanto a la adaptación al clima, las patentes y los derechos de protección de obtenciones vegetales en manos de países desarrollados rara vez constituyen un problema para los países pequeños y de ingreso bajo. Una patente registrada en un determinado país sólo puede recibir protección en ese mercado, y las compañías extranjeras no registran su propiedad intelectual en muchos países de ingreso bajo porque éstos no representan mercados interesantes o posibles competidores. Por este motivo, los países más pobres pueden optar por utilizar un gen o un instrumento del exterior<sup>97</sup>.

Los países de ingreso alto pueden cerciorarse de que una excesiva consolidación de la industria en sectores con un enfoque climático inteligente no reduzca los incentivos a la concesión de licencias de tecnología a los países en desarrollo. También pueden asegurarse de que las políticas nacionales no impidan a las empresas extranjeras conceder licencias de investigaciones con financiación estatal para las tecnologías climáticas inteligentes de importancia mundial. En muchos países, las universidades no están autorizadas a otorgar, a empresas extranjeras, licencias de tecnología financiada por el gobierno nacional<sup>98</sup>. Otras propuestas incluyen la adquisición de patentes y la transferencia de derechos de propiedad intelectual relacionados con el cambio climático, de organizaciones internacionales al dominio público.

Los países de ingreso alto también pueden lograr que las inquietudes que se plantean frente a los derechos de propiedad intelectual y la transferencia e innovación de tecnologías climáticas inteligentes se consideren en tratados internacionales tales como los de la OMC. El Acuerdo de la OMC sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) establece las normas de protección legal mínimas para los miembros de la OMC, pero también reconoce que no debe hacerse un uso abusivo de las patentes, es decir que éstas no deben impedir que la tecnología atienda las necesidades urgentes de países en desarrollo. Más aún, incluye disposiciones tendientes a permitir a los países en desarrollo explotar invenciones patentadas, sin el consentimiento del titular de los derechos de propiedad intelectual<sup>99</sup>. La OMC y sus miembros pueden limitar los abusos de la protección de los derechos de propiedad intelectual si garantizan que el Acuerdo sobre los ADPIC admita excepciones para tecnologías de mitigación y adaptación.

En conjunto, sin embargo, el impacto de los derechos de propiedad intelectual en la transferencia de tecnología puede estar sobreestimado en comparación con otros costos, por ejemplo, los de gestión y capacitación, y obstáculos tales como una limitada capacidad de absorción. La formación de ingenieros competentes podría hacer mucho por aumentar la capacidad de absorción de los países en desarrollo.

***El financiamiento público puede ayudar a las empresas a superar las fallas del mercado en materia de innovación y difusión de la tecnología***

Los precios del carbono y las normas de emisión pueden aumentar hasta cierto límite las inversiones en tecnología e innovación con bajos niveles de emisión de carbono. Las nuevas tecnologías no siempre se adoptan rápidamente, ni siquiera cuando comienzan a adquirir interés económico para los usuarios potenciales (véase el recuadro 4.5 en el capítulo 4). Para acelerar el cambio tecnológico es preciso complementar los precios del carbono y la regulación con financiamiento público para estudiar una amplia cartera de opciones tecnológicas<sup>100</sup>. Las bien conocidas fallas del mercado que dan origen a la subinversión privada en innovación y difusión han sentado las bases de las políticas de financiamiento público durante décadas<sup>101</sup>.

En los países de ingreso mediano con capacidad industrial, el apoyo financiero puede destinarse al diseño, la producción y la exportación

de sistemas que aborden con inteligencia el cambio climático. Las políticas de financiamiento público pueden definir la innovación en sentido amplio, de manera que incluya la adaptación, la mejora y el desarrollo de productos, procesos y servicios nuevos para una empresa, independientemente de que sean nuevos para sus mercados. Este enfoque toma en cuenta el efecto “derrame” de la investigación y el desarrollo, que ayuda a crear capacidad de absorción tecnológica<sup>102</sup>. Por ejemplo, la Fundación para el Desarrollo de la Tecnología, de Turquía, concede préstamos con interés cero por un monto de hasta US\$1 millón a compañías que adoptan o desarrollan sistemas para las áreas de la eficiencia energética, la energía renovable o la producción más limpia<sup>103</sup>. En países pequeños y de ingreso bajo, donde hay aún más obstáculos del mercado a la absorción de tecnología, los recursos públicos se pueden utilizar para financiar selectivamente tal absorción en empresas, junto con actividades conexas de consultoría técnica y capacitación.

Los programas de difusión de tecnología que reciben apoyo estatal salvan brechas de información y conocimientos técnicos entre empresas, agricultores y organismos públicos. Los más efectivos responden a la demanda real, abordan múltiples obstáculos e incluyen instituciones de la comunidad desde las etapas iniciales, lo cual genera la aceptación local, fomenta la sostenibilidad y asegura la compatibilidad de los programas con los objetivos de desarrollo locales<sup>104</sup>. En Sudáfrica, el proyecto de demostración de producción limpia de refinadores de metales tuvo éxito precisamente porque estuvo dirigido a varias cuestiones en forma paralela, desde la falta de información sobre las ventajas de las tecnologías limpias hasta la ausencia de legislación al respecto o su aplicación. El proyecto, impulsado por la demanda, obtuvo la aceptación de todos los interesados –una amplia variedad de propietarios de empresas, directivos, personal, consultores, autoridades reguladoras y proveedores– y combinó campañas de sensibilización, capacitación, consultoría técnica y asistencia financiera<sup>105</sup>. En China, la estrategia del gobierno para mejorar y difundir la tecnología de las cocinas a biomasa también obtuvo buenos resultados porque reconoció la naturaleza sistémica de la innovación y se basó, en buena medida, en la demanda (recuadro 7.10).

Como ya se señaló en el capítulo 4, las adquisiciones del sector público son otro instrumento impulsado por el mercado que puede crear oportunidades para la tecnología climática inteligente, pero depende del buen

### RECUADRO 7.10 *Los diseños mejorados de las cocinas pueden reducir el hollín y producir así importantes beneficios para la salud humana y la mitigación del cambio climático*

Alrededor de 2.000 millones de personas de países en desarrollo utilizan biomasa para calefacción y para cocinar. En las zonas rurales, desde América Central hasta África, India y China, las cocinas rudimentarias liberan CO<sub>2</sub> junto con carbono negro (partículas diminutas de carbono presentes en el hollín) y productos de la combustión incompleta (monóxido de carbono, compuestos de nitrógeno, metano y compuestos orgánicos volátiles). Estos productos representan un grave peligro para la salud. Se considera que la inhalación del humo producido por la combustión de biomasa sólida en espacios interiores contribuye a la muerte de más de 1,6 millones de personas al año en todo el mundo, aproximadamente 1 millón de las cuales son niños de menos de 5 años de edad.

Estudios recientes señalan que la incidencia del carbono negro en el cambio climático podría llegar incluso a duplicar la estimada anteriormente por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Los nuevos análisis parecen indicar que el carbono negro podría haber contribuido a provocar más del 70% del calentamiento del Ártico desde 1976 y podría haber sido un importante factor en el retroceso de los glaciares del Himalaya.

En vista de que el combustible sólido utilizado en las cocinas de hogares del mundo en desarrollo es responsable del 18% de las emisiones de carbono negro, los nuevos artefactos de cocina que mejoran la combustión y, por ende, reducen el hollín y las emisiones de otros gases pueden ser beneficiosos no sólo para la salud humana, sino también para la mitigación del cambio climático.

Se han destinado ingentes recursos a apoyar el uso de cocinas a gas de petróleo licuado (GPL) como opción menos contaminante que las cocinas a biomasa, principalmente subvencionando el GPL, pero esta estrategia resultó ineficaz para difundir ampliamente la tecnología en países en

desarrollo. Incluso con las subvenciones, la mayoría de la población pobre no puede costear el combustible. Los programas públicos ejecutados en las dos últimas décadas para introducir cocinas a biomasa mejoradas han arrojado resultados dispares. En la India, el gobierno subvenció el 50% del costo de los 8 millones de cocinas que distribuyó. Inicialmente, el programa tropezó con algunas dificultades, porque el diseño de las cocinas no era apropiado para los utensilios y alimentos utilizados por la población, pero en los últimos cinco años el gobierno puso en marcha nuevas investigaciones para corregir esos problemas. Las cocinas mejoradas están ganando terreno en otros países. En China, el gobierno reconoció que, para alcanzar buenos resultados, había que atender las necesidades de la gente y que ello no se podía lograr con un plan impulsado por la oferta e impuesto desde arriba. Las autoridades limitaron su papel a la investigación, la capacitación técnica, el establecimiento de normas de fabricación y la reducción de los obstáculos burocráticos a la producción y difusión de nuevas cocinas. Para la distribución se movilizó al sector empresarial.

Habida cuenta del reciente progreso tecnológico de las cocinas a biomasa, sus consecuencias para la salud y su impacto, revelado últimamente, en el cambio climático, resulta apropiado producir y comercializar en gran escala ese tipo de cocinas de alta calidad. Las más efectivas serán las accesibles para los pobres, adaptables a las necesidades culinarias locales, duraderas y atractivas para los clientes. En el marco del proyecto Surya, un programa piloto de evaluación, se va a emprender la más completa y rigurosa evaluación científica, realizada hasta la fecha, de la eficacia de las cocinas mejoradas en relación con el calentamiento del clima y la salud de la población. El proyecto respaldará la introducción de nuevos modelos de cocinas en 15.000 hogares de tres regiones de la India.

#### Una mujer cocina con el artefacto Envirofit G-3300



Fotografía: Envirofit India.

Al controlar los contaminantes por medio de sensores de última generación, medir el calentamiento solar del aire y combinar estos datos con mediciones realizadas por satélites de la NASA, el equipo del proyecto espera observar un “agujero de carbono negro” –la ausencia de las consabidas partículas de carbono negro– en la atmósfera sobre las áreas de intervención, y medir los efectos que ello produce en las temperaturas de la región y la salud humana. El estudio también permitirá comprender mejor la forma en que los futuros programas de mejora de las cocinas deberían tener en cuenta las necesidades y el comportamiento de los hogares.

Fuentes: Bond y otros, 2004; Columbia Earthscape, <http://www.earthscape.org/r1/kad09/> (consultado el 14 de mayo de 2009); Forster y otros, 2007; Hendriksen, Ruzibuka y Rutagambwa, 2007; Proyecto Surya, <http://www.ramanathan.ucsd.edu/ProjectSurya.html> (consultado el 31 de agosto de 2009); Ramanathan y Carmichael, 2008; Ramanathan, Rehman y Ramanathan, 2009; Shindell y Faluvegi, 2009; Smith, Rogers y Cowlin, 2005; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2008b; Watkins y Eht, 2008.

gobierno y de la solidez del marco institucional. Las preferencias de las compras de aquel sector pueden estimular las innovaciones y la adopción de tecnología con un enfoque climático inteligente cuando el gobierno sea un comprador importante en esferas tales como la gestión de las aguas residuales, la construcción y los equipos y servicios de transporte. Alemania y Suecia ya incluyen criterios ecológicos en más del 60% de sus licitaciones<sup>106</sup>.

Para evitar que el cambio climático se torne ingobernable, hacer frente a sus efectos inevitables en la sociedad y alcanzar los objetivos de desarrollo mundial es preciso intensificar los esfuerzos internacionales por difundir las tecnologías existentes e instalar otras nuevas. En el caso de las iniciativas ambiciosas de alto grado de prioridad, como la captura y el almacenamiento del carbono, los países pueden unir sus recursos, compartir los riesgos y distribuir

los beneficios del conocimiento adquirido a través de actividades conjuntas de investigación, desarrollo, demostración e instalación. Pueden crear nuevos mecanismos mundiales de financiamiento. Las políticas promovidas por el interés científico y basadas en crecientes inversiones públicas en investigación y desarrollo no serán suficientes para alcanzar nuestros objetivos tecnológicos. Deberán tener, como contrapartida, políticas impulsadas por el mercado que generen incentivos de los sectores público y privado al espíritu empresarial, la colaboración y la búsqueda de soluciones innovadoras en lugares impensados.

El mundo debe garantizar que los adelantos tecnológicos lleguen rápidamente a los países que tengan menos posibilidades de adoptarlos, pero más los necesiten. La difusión de tecnología con un enfoque climático inteligente requerirá mucho más que el envío de equipos listos para usar a los países en desarrollo; exigirá crear capacidad de absorción de tecnologías, es decir, la habilidad de los sectores público y privado para identificar, adoptar, adaptar, mejorar y emplear las tecnologías más apropiadas. También requerirá crear condiciones que faciliten la transferencia de tecnologías de mitigación y adaptación de un país a otro a través de los canales del comercio y la inversión.

### Notas

1. Consejo Mundial de la Energía Eólica, [http://www.gwec.net/fileadmin/documents/PressReleases/PR\\_stats\\_annex\\_table\\_2nd\\_feb\\_final\\_final.pdf](http://www.gwec.net/fileadmin/documents/PressReleases/PR_stats_annex_table_2nd_feb_final_final.pdf) (consultado en abril de 2009).
2. Metcalfe y Ramlogan, 2008.
3. Edmonds y otros, 2007; Stern, 2007; Banco Mundial, 2008a.
4. La mayoría de los modelos de evaluación integrados muestran una demanda de capacidad de almacenamiento de no más de 600 gigatoneladas de carbono (2.220 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>) en el transcurso de este siglo. Según las estimaciones publicadas, la capacidad potencial de almacenamiento geológico mundial es de unas 3.000 gigatoneladas de carbono (11.000 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>). Dooley, Dahowski y Davidson, 2007.
5. Grupo de Expertos Científicos sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (SEG), 2007. Véase, en particular, el apéndice B, "Sectoral Toolkit for Integrating Adaptation into Planning/Management and Technology/R&D".
6. Heller y Zavaleta, 2009.
7. Hulse, 2007.
8. Secretaría del Commonwealth, 2007.
9. McKinsey Global Institute, 2007.
10. Leadbeater y otros, 2008.
11. Aghion y otros, 2005.
12. Salter y Martin, 2001.
13. De Ferranti y otros, 2003.
14. Barlevy, 2007.

15. Robins y otros, 2009.
16. Berkhout, 2002.
17. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2008a.
18. A. Gentleman, "Bangalore Turning into a Power in Electric Cars", *International Herald Tribune*, 14 de agosto de 2006; Maini, 2005; S. Nagrath, "Gee Whiz, It's A Reva! The Diminutive Indian Electric Car Is a Hit on the Streets of London", *Businessworld*, 19 de diciembre de 2008.
19. El número de patentes se suele utilizar para medir la actividad inventiva, aunque ello trae inconvenientes al comparar las patentes registradas en los distintos países, porque determinados tipos de invenciones se prestan menos que otras a ser patentadas.
20. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2008; Dechezleprêtre y otros, 2008.
21. Agencia Internacional de Energía (AIE), 2008a; SEG, 2007; Stern, 2007; Nemet y Kammen, 2007; Davis y Owens, 2003; Comité de asesores del Presidente en temas de ciencia y tecnología (PCAST), 1999.
22. Basado en las estadísticas de la AIE sobre investigación, desarrollo e instalación que incluyen los países del OIE de ingreso alto y mediano alto, excepto Australia, Bélgica, República Checa, Grecia, Luxemburgo, Polonia, República Eslovaca y España.
23. AIE, 2008a.
24. OCDE, 2008.
25. Por ejemplo, los métodos de cosecha y cultivo a menudo deben adaptarse a las condiciones climáticas, edafológicas y tecnológicas locales.
26. OCDE, 2008.
27. Beintema y Stads, 2008.
28. Carlsson, 2006; Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1996; OCDE, 1997.
29. PCAST, 1999.
30. AIE, <http://www.iea.org/Textbase/techno/index.asp> (consultado el 15 de diciembre de 2008).
31. <http://www.energystar.gov/> (consultado el 15 de diciembre de 2008).
32. Milford, Duchter y Barker, 2008; Stern, 2007.
33. Guasch y otros, 2007.
34. De Coninck y otros, 2007.
35. De Coninck y otros, 2007.
36. The Millennium Technology Prize, <http://www.millenniumprize.fi> (consultado el 16 de febrero de 2009).
37. Jaruzelski, Dehoff y Bordia, 2006.
38. Chesbrough, 2003.
39. Newell y Wilson, 2005; X Prize Foundation, <http://www.xprize.org/> (consultado el 15 de diciembre de 2008).
40. Progressive Automotive X Prize, <http://www.progressiveautoxprize.org/> (consultado el 19 de abril de 2009).
41. La neumonía es la enfermedad infecciosa que constituye la principal causa de mortalidad en la niñez en el mundo entero; Banco Mundial, 2008a.
42. Banco Mundial, 2008a.
43. Banco Mundial, 2008a.
44. Branscomb y Auerswald, 2002.
45. DB Advisors, 2008.
46. PNUMA, 2008a.



47. Nemet y Kammen, 2007.
48. Centro Nacional para la Investigación Medioambiental, <http://www.epa.gov/ncer/sbir/> (consultado en abril de 2009).
49. Passerelles Pacte PME, [http://www.oseo.fr/a\\_la\\_une/actualites/passerelles\\_pacte\\_pme](http://www.oseo.fr/a_la_une/actualites/passerelles_pacte_pme) (consultado el 30 de noviembre de 2008).
50. Goldberg y otros, 2006.
51. Entre las convenciones marco pertinentes se cuentan las relativas al cambio climático (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático o CMNUCC), la biodiversidad (Convenio sobre la Diversidad Biológica), la desertificación (Convención de Lucha contra la Desertificación), el Convenio de Ramsar sobre las marismas, los cursos de agua internacionales compartidos y los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación.
52. Brewer, 2008; De Coninck, Haake y van der Linden, 2007; Dechezleprêtre, Glachant y Meniéré, 2007.
53. Doornbosch, Gielen y Koutstaal, 2008; Fondo para el Medio Ambiente Mundial, <http://www.gefweb.org/> (consultado el 4 de diciembre de 2008).
54. FMAM, 2008 y 2009.
55. Unidad de Financiamiento del Carbono, Banco Mundial, <http://wbcarbonfinance.org/> (consultado el 4 de diciembre de 2008).
56. Barrett, 2006.
57. De Coninck y otros, 2007.
58. Captura y almacenamiento del carbono en Europa, [http://ec.europa.eu/environment/climat/ccs/work\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/ccs/work_en.htm) (consultado el 2 de julio de 2009).
59. Instituto de Estadística de la Unesco, <http://www.uis.unesco.org> (consultado el 18 de enero de 2009).
60. Lundvall, 2007.
61. Red de Prácticas Humanitarias, <http://www.odihpn.org/report.asp?id=2522> (consultado el 14 de enero de 2009); Kiang, 2006.
62. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2000.
63. Goldman y Ergas, 1997; Banco Mundial, 2007a.
64. Juma, 2006.
65. Banco Mundial, 2005.
66. Watkins y Ebst, 2008.
67. PNUMA, 2008a.
68. Huq, Reid y Murray, 2003.
69. Véase la ordenación basada en ecosistemas, en el capítulo 3.
70. SEG, 2007.
71. Schneider y Goulder, 1997; Popp, 2006; véase también el capítulo 4.
72. Hicks, 1932.
73. Hayami y Ruttan, 1970; Hayami y Ruttan, 1985; Ruttan, 1997; Jaffe, Newell y Stavins, 2003; Popp, 2002.
74. Newell, Jaffe y Stavins, 1999.
75. Jaffe, Newell y Stavins, 2003.
76. Taylor, Rubin y Hounshell, 2005.
77. Weinert, Ma y Cherry, 2007; the Climate Group, 2008; Hang y Chen, 2008; C. Whelan, "Electric Bikes Are Taking Off", *New York Times*, 14 de marzo de 2007, <http://www.time.com/time/world/article/0,8599,1904334,00.html> (consultado el 5 julio de 2009).
78. Bernauer y otros, 2006.
79. Banco Mundial, 2007b.
80. De Chávez y Tauli-Corpuz, 2008.
81. Banco Mundial, 2008b; Scarpetta y Tresselt, 2004.
82. Matuschke y Qaim, 2008.
83. Estos países son Argentina, Bangladesh, Brasil, Chile, China, Colombia, República Árabe de Egipto, India, Indonesia, Kazajstán, Malasia, México, Nigeria, Filipinas, Sudáfrica, Tailandia, República Bolivariana de Venezuela y Zambia. Banco Mundial, 2008c.
84. Banco Mundial, 2008c.
85. Steenblik, 2007.
86. Fondo Monetario Internacional (FMI), 2008.
87. Goldberg y otros, 2008.
88. Brewer, 2008.
89. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (Unctad), 2005.
90. Maskus, 2004; Hoekman, Maskus y Saggi, 2004; Lewis, 2007.
91. Barton, 2007.
92. Branstetter, Fisman y Fritz Foley, 2005; Deloitte, 2007.
93. Dedigama, 2009.

*“Con esta pintura me gustaría transmitir a todas las personas, incluidos los líderes del mundo, mi esperanza de detener el calentamiento global promoviendo el uso de nuestro Sol, que es poderoso, limpio y prácticamente inagotable [...] Si queremos, podemos convertirlo en nuestra fuente cotidiana de energía. Los gobiernos y las empresas deberían apoyar el uso de la energía solar y los científicos deberían encontrar la mejor manera de hacerlo, para que la gente pueda usarla con facilidad en sus hogares, artefactos, máquinas, fábricas y vehículos”.*

—Laura Paulina Tercero Araiza, México, 10 años



94. Centro Internacional de Comercio y Desarrollo Sostenible (ICTSD), 2008.
95. Barton, 2007; Lewis, 2007; ICTSD, 2008.
96. Hoekman, Maskus y Saggi, 2004.
97. Banco Mundial, 2007b.
98. Barton, 2007.
99. ICTSD, 2008.
100. Baker y Shittu, 2006; Jaffe, Newell y Stavins, 2003; Schneider y Goulder, 1997; Popp, 2006.
101. Nelson, 1959; Arrow, 1962.
102. Cohen y Levinthal, 2009.
103. Fundación para el Desarrollo de la Tecnología de Turquía, <http://www.ttg.org.tr/en/page.php?id=35> (consultado el 5 de marzo de 2009).
104. IPCC, 2000.
105. Koefoed y Buckley, 2008.
106. Bouwer y otros, 2006.
- Barrett, S. 2006. "Managing the Global Commons". En *Expert Paper Series Two: Global Commons*. Estocolmo: Secretariat of the International Task Force on Global Public Goods.
- Barton, J. H. 2007. "Intellectual Property and Access to Clean Energy Technologies in Developing Countries: An Analysis of Solar Photovoltaic, Biofuels and Wind Technologies". Trade and Sustainable Energy Series Issue. Documento 2, Centro Internacional de Comercio y Desarrollo Sostenible, Ginebra.
- Beintema, N. M. y G. J. Stads. 2008. "Measuring Agricultural Research Investments: A Revised Global Picture". Agricultural and Technology Indicators Background Note, Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria, Washington, DC.
- Berkhout, F. 2002. "Technological Regimes, Path Dependency and the Environment". *Global Environmental Change* 12 (1): 1-4.
- Bernauer, T., S. Engel, D. Kammerer y J. Seijas. 2006. "Explaining Green Innovation". Documento de trabajo 17, Center for Comparative and International Studies, Zurich.
- Bond, T. C., D. G. Streets, K. F. Yarber, S. M. Nelson, J.-H. Woo y Z. Klimont. 2004. "A Technology-Based Global Inventory of Black and Organic Carbon Emissions from Combustion". *Journal of Geophysical Research* 109: D14203–doi:10.1029/2003JD003697.
- Bouwer, M., M. Jonk, T. Berman, R. Bersani, H. Lusser, V. Nappa, A. Nissinen, K. Parikka, P. Szuppinger y C. Viganò. 2006. *Green Public Procurement in Europe 2006 - Conclusions and Recommendations*. Haarlem: Virage Milieu & Management.
- Branscomb, L. M. y P. E. Auerswald. 2002. *Between Invention and Innovation: An Analysis of Funding for Early-Stage Technology Development*. Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology.
- Branstetter, L., R. Fisman y C. F. Foley. 2005. "Do Stronger Intellectual Property Rights Increase International Technology Transfer? Empirical Evidence from U.S. Firm-Level Data". Documento de trabajo 11516, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Brewer, T. L. 2008. "International Energy Technology Transfer for Climate Change Mitigation: What, Who, How, Why, When, Where, How Much... and the Implications for International Institutional Architecture". Documento de trabajo 2048, CESifo, Venecia.
- Carlsson, B. 2006. "Internationalization of Innovation Systems: A Survey of the Literature". *Research Policy* 35 (1): 56-67.
- Cherry, C. R. 2007. "Electric Two-Wheelers in China: Analysis of Environmental, Safety and Mobility Impacts". Tesis de doctorado. University of California, Berkeley, CA.
- Chesbrough, H. W. 2003. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

## Referencias

- AIE (Agencia Internacional de la Energía). 2006. *Energy Technology Perspectives: In Support of the G8 Plan of Action. Scenarios and Strategies to 2050*. París: AIE.
- . 2008a. *Energy Technology Perspective 2008: Scenarios and Strategies to 2050*. París: AIE.
- . 2008b. *World Energy Outlook 2008*. París: AIE.
- Aghion, P., G. M. Angeletos, A. Banerjee y K. Manova. 2005. "Volatility and Growth: Credit Constraints and Productivity-Enhancing Investments". Documento de trabajo 05-15, Department of Economics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Arrow, K. J. 1962. "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention". En *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, ed. R. Nelson. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Baker, E. y E. Shittu. 2006. "Profit-Maximizing R&D in Response to a Random Carbon Tax". *Resource and Energy Economics* 28 (2): 160-180.
- Banco Mundial. 2005. *Agricultural Investment Sourcebook*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2007a. *Building Knowledge Economies: Advanced Strategies for Development*. Washington, DC: Instituto del Banco Mundial.
- . 2007b. *Informe sobre el desarrollo mundial 2008: Agricultura para el desarrollo*. Bogotá: Banco Mundial y Mayol Ediciones.
- . 2008a. "Accelerating Clean Technology Research, Development and Deployment: Lessons from Nonenergy Sector". Documento de trabajo 138, Banco Mundial, Washington, DC.
- . 2008b. *Doing Business 2008 Report*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2008c. *Comercio Internacional y cambio climático. Perspectivas económicas, legales e institucionales*. Bogotá: Banco Mundial y Mayol Ediciones.
- Barlevy, G. 2007. "On the Cyclicity of Research and Development". *American Economic Review* 97 (4): 1131-1164.

- Climate Group. 2008. *China's Clean Revolution*. Londres: The Climate Group.
- Cohen, W. M. y D. A. Levinthal. 2009. "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D". *Economic Journal* 99 (397): 569-96.
- Consejo de Ciencias del CGIAR. 2008. *Report of the First External Review of the Generation Challenge Program*. Roma: Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales.
- Consejo Mundial de la Energía Eólica. 2009. *Global Wind 2008 Report*. Bruselas: Consejo Mundial de la Energía Eólica.
- Davis, G. y B. Owens. 2003. "Optimizing the Level of Renewable Electric R&D Expenditures Using Real Option Analysis". *Energy Policy* 31 (15): 1589-1608.
- Davis, L. y J. Davis. 2004. "How Effective Are Prizes as Incentives to Innovation? Evidence from Tree 20th Century Contests". Documento presentado en la Danish Research Unit for Industrial Dynamics Summer Conference on Industrial Dynamics, Innovation and Development. Elsinore, Dinamarca.
- De Chávez, R. y V. Tauli-Corpuz. 2008. *Guide on Climate Change and Indigenous Peoples*. Ciudad de Baguio, Filipinas: Tebtebba Foundation.
- De Coninck, H. C., C. Fisher, R. G. Newell y T. Ueno. 2007. *International Technology-Oriented Agreements to Address Climate Change*. Washington, DC: Resources for the Future.
- De Coninck, H. C., F. Haake y N. J. van der Linden. 2007. *Technology Transfer in the Clean Development Mechanism*. Petten, Países Bajos: Centro de Investigación de la Energía, Países Bajos.
- De Ferranti, D. M., G. E. Perry, I. Gill, J. L. Guasch, W. F. Maloney, C. Sánchez-Páramo y N. Schady. 2003. *Cerrar la brecha en educación y tecnología*. Bogotá: Banco Mundial y Alfaomega.
- Dechezleprêtre, A., M. Glachant, I. Hascic, N. Johnstone e Y. Menière. 2008. *Invention and Transfer of Climate Change Mitigation Technologies on a Global Scale: A Study Drawing on Patent Data*. París: CERNA.
- Dechezleprêtre, A., M. Glachant e Y. Menière. 2007. "The Clean Development Mechanism and the International Diffusion of Technologies: An Empirical Study". Documento de trabajo 2007.105, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milán.
- Dedigama, A. C. 2009. *International Property Rights Index (IPRI): 2009 Report*. Washington, DC: Property Rights Alliance.
- Deloitte. 2007. *Global Trends in Venture Capital 2007 Survey*. Nueva York: Deloitte Touche Tohmatsu.
- Deutsche Bank Advisors. 2008. "Investing in Climate Change 2009 Necessity and Opportunity in Turbulent Times". Global team, DB Advisors, Grupo del Deutsche Bank, Fráncfort.
- Dooley, J. J., R. T. Dahowski y C. Davidson. 2007. "CCS: A Key to Addressing Climate Change". En *Fundamentals of the Global Oil and Gas Industry 2007*. Londres: Petroleum Economist.
- Doornbosch, R., D. Gielen y P. Koutstaal. 2008. *Mobilising Investments in Low-Emissions Technologies on the Scale Needed to Reduce the Risks of Climate Change*. París: OECD Round Table on Sustainable Development.
- Edmonds, J., M. A. Wise, J. J. Dooley, S. H. Kim, S. J. Smith, P. J. Runci, L. E. Clarke, E. L. Malone y G. M. Stokes. 2007. *Global Energy Technology Strategy Addressing Climate Change: Phase 2 Findings from an International Public-Private Sponsored Research Program*. Washington, DC: Battelle Pacific Northwest Laboratories.
- FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial). 2008. *Transfer of Environmentally Sound Technologies: The GEF Experience*. Washington, DC: FMAM.
- . 2009. *Draft Adaptation to Climate Change Programming Strategy*. Washington, DC: FMAM.
- FMI (Fondo Monetario Internacional). 2008. *Fuel and Food Price Subsidies: Issues and Reform Options*. Washington, DC: FMI.
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Bernsten, R. Betts, D. W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D. C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz y R. van Dor land. 2007. "Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing". 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*, ed. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor y H. L. Miller. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Freeman, C. 1987. *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- Goldberg, I., L. Branstetter, J. G. Goddard y S. Kuriakose. 2008. *Globalization and Technology Absorption in Europe and Central Asia*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Goldberg, I., M. Trajtenberg, A. B. Jafe, J. Sunderland, T. Muller y E. Blanco Armas. 2006. "Public Financial Support for Commercial Innovation". Europe and Central Asia Chief Economist's, Documento de trabajo regional 1, Banco Mundial, Washington, DC.
- Goldman, M. y H. Ergas. 1997. "Technology Institutions and Policies: Their Role in Developing Technological Capability in Industry". Documento técnico 383, Banco Mundial, Washington, DC.
- Grupo de examen independiente del CGIAR. 2008. *Bringing Together the Best of Science and the Best of Development: Independent Review of the CGIAR System: Report to the Executive Council*. Washington, DC: Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales.
- Guasch, J. L., J. L. Racine, I. Sánchez y M. Diop. 2007. *Quality Systems and Standards for a Competitive Edge*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Hang, C. C. y J. Chen. 2008. "Disruptive Innovation: An Appropriate Innovation Approach for Developing Countries". ETM Internal Report 1/08. National University of Singapore, División de Ingeniería y Gestión de la Tecnología, Singapur.

- Hayami, Y. y V. W. Ruttan. 1970. "Factor Prices and Technical Change in Agricultural Development: The United States and Japan". *Journal of Political Economy* 78: 1115-41.
- . 1985. *Agricultural Development: An International Perspective*. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Heller, N. E. y E. S. Zavaleta. 2009. "Biodiversity Management in the Face of Climate Change: A Review of 22 Years of Recommendations". *Biological Conservation* 142 (1): 14-32.
- Hendriksen, G., R. Ruzibuka y T. Rutagambwa. 2007. *Capacity Building for Science, Technology and Innovation for Sustainable Development and Poverty Reduction*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Hicks, J. R. 1932. *The Theory of Wages*. Londres: Macmillan.
- Hoekman, B. M., K. E. Maskus y K. Saggi. 2004. "Transfer of Technology to Developing Countries: Unilateral and Multilateral Policy Options". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 3332, Banco Mundial, Washington, DC.
- Hulse, J. H. 2007. *Sustainable Development at Risk: Ignoring the Past*. Ottawa: Foundation Books/IDRC.
- Huq, S., H. Reid y L. Murray. 2003. "Mainstreaming Adaptation to Climate Change in Least Developed Countries". Documento de trabajo 1: Country by Country Vulnerability to Climate Change, International Institute for Environment and Development, Londres.
- ICTSD (Centro Internacional de Comercio y Desarrollo Sostenible). 2008. "Climate Change, Technology Transfer and Intellectual Property Rights". Documento presentado en el seminario sobre comercio y cambio climático. Copenhage.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2000. *Special Report: Methodological and Technological Issues in Technology Transfer: Summary for Policymakers*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- IRI (Instituto Internacional de Investigación sobre el Clima y la Sociedad). 2006. "A Gap Analysis for the Implementation of the Global Climate Observing System Programme in Africa". Technical Report IRI-TR/06/1, IRI, Palisades, NY.
- Jafé, A., R. G. Newell y R. N. Stavins. 2003. "Technological Change and the Environment". En *Handbook of Environmental Economics, vol. 1*, ed. K. G. Maler y J. R. Vincent. Amsterdam: Elsevier.
- Jaruzelski, B., K. Dehof y R. Bordia. 2006. *Smart Spenders: The Global Innovation 1000*. McLean, VA: Booz Allen Hamilton.
- Juma, C. 2006. *Reinventing African Economies: Technological Innovation and the Sustainability Transition: 6th John Pesek Colloquium on Sustainable Agriculture*. Ames, IA: Iowa State University.
- . 2008. "Agricultural Innovation and Economic Growth in Africa: Renewing International Cooperation". *International Journal of Technology and Globalisation* 4 (3): 256-75.
- Justus, D. y C. Philibert. 2005. *International Energy Technology Collaboration and Climate Change Mitigation*. París: OCDE/AIE.
- Kiang, R. 2006. *Malaria Modeling and Surveillance Verification and Validation Report, Part 1: Assessing Malaria Risks in Thailand Provinces Using Meteorological and Environmental Parameters*. Greenbelt, MD: NASA Goddard Space Flight Center.
- Koefoed, M. y C. Buckley. 2008. "Clean Technology Transfer: A Case Study from the South African Metal Finishing Industry 2000-2005". *Journal of Cleaner Production* 16S1: S78-S84.
- Leadbeater, C., J. Meadway, M. Harris, T. Crowley, S. Mahroum y B. Poirson. 2008. *Making Innovation Flourish*. Birmingham, RU: National Endowment for Science, Technology and the Arts.
- Lewis, J. I. 2007. "Technology Acquisition and Innovation in the Developing World: Wind Turbine Development in China and India". *Studies in Comparative International Development* 42: 208-232.
- Lundvall, B. A., ed. 1992. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- . 2007. "National Innovation-Systems: Analytical Concept and Development Tool". *Industry and Innovation* 14 (1): 95-119.
- MacCracken, M. 2009. "Beyond Mitigation: Potential Options for Counter-Balancing the Climatic and Environmental Consequences of the Rising Concentrations of Greenhouse Gases". Serie 4938 de documentos de trabajo sobre investigación de políticas, Banco Mundial, Washington, DC.
- Maini, C. 2005. "Development of a Globally Competitive Electric Vehicle in India". *Journal of the Indian Institute of Science* 85: 83-95.
- Maskus, K. E. 2004. "Encouraging International Technology Transfer". Proyecto sobre derechos de propiedad intelectual y desarrollo sostenible, 7. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo y Centro Internacional de Comercio y Desarrollo Sostenible, Chavano, Francia.
- Matuschke, I. y M. Qaim. 2008. "Seed Market Privatisation and Farmers' Access to Crop Technologies: The Case of Hybrid Pearl Millet Adoption in India". *Journal of Agricultural Economics* 59 (3): 498-515.
- McKinsey Global Institute. 2007. *Leapfrogging to Higher Productivity in China*. McKinsey & Company.
- Metcalfe, S. y R. Ramlogan. 2008. "Innovation Systems and the Competitive Process in Developing Economies". *Quarterly Review of Economics and Finance* 48 (2): 433-46.
- Milford, L., D. Duchter y T. Barker. 2008. *How Distributed and Open Innovation Could Accelerate Technology Development and Deployment*. Montpelier, VT: Clean Energy Group.
- Nelson, R. R. 1959. "The Simple Economics of Basic Scientific Research". *Journal of Political Economy* 67: 297-306.
- . 1996. *National Innovation Systems*. Nueva York: Oxford University Press.

- Nemet, G. y D. M. Kammen. 2007. "U.S. Energy Research and Development: Declining Investment, Increasing Need and the Feasibility of Expansion". *Energy Policy* 35: 746-55.
- Newell, R. G., A. B. Jafe y R. N. Stavins. 1999. "The Induced Innovation Hypothesis and Energy-saving Technological Change". *Quarterly Journal of Economics* 114: 941-75.
- Newell, R. G. y N. E. Wilson. 2005. "Technology Prizes for Climate Change Mitigation". Discussion Paper 05-33, Resources for the Future, Washington, DC.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 1997. *National Innovation Systems*. París: OCDE.
- . 2008. *Compendium on Patent Statistics 2008*. París: OCDE.
- PCAST (Comité de asesores del Presidente en temas de ciencia y tecnología). 1999. *Powerful Partnerships: The Federal Role in International Cooperation on Energy Innovation*. Washington, DC: PCAST.
- Philibert, C. 2004. *International Energy Technology Collaboration and Climate Change Mitigation*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y Agencia Internacional de Energía.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2008a. *Global Trends in Sustainable Energy Investments*. París: Iniciativa Financiera de Energía Sostenible (SEFI) del PNUMA.
- . 2008b. *Reforming Energy Subsidies: Opportunities to Contribute to the Climate Change Agenda*. Nairobi: División de Tecnología, Industria y Economía del PNUMA.
- Popp, D. 2002. "Induced Innovation and Energy Prices". *American Economic Review* 92 (1): 160-80.
- . 2006. "R&D Subsidies and Climate Policy: Is There a Free Lunch?". *Climatic Change* 77: 311-41.
- Ramanathan, N., I. H. Rehman y V. Ramanathan. 2009. "Project Surya: Mitigation of Global and Regional Climate Change: Buying the Planet Time by Reducing Black Carbon, Methane and Ozone". Nota de antecedentes para el *IDM 2010*.
- Ramanathan, V. y G. Carmichael. 2008. "Global and Regional Climate Changes Due to Black Carbon". *Nature Geoscience* 1: 221-27.
- Robins, N., R. Clover y C. Singh. 2009. *A Climate for Recovery: The Colour of Stimulus Goes Green*. Londres, RU: HSBC.
- Rogers, D. 2009. "Environmental Information Services and Development". Nota de antecedentes para el *IDM 2010*.
- Ruttan, V. W. 1997. "Induced Innovation, Evolutionary Theory and Path Dependence: Sources of Technical Change". *Economic Journal* 107 (444): 1520-29.
- Salter, A. J. y B. R. Martin. 2001. "The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A Critical Review". *Research Policy* 30 (3): 509-32.
- Scarpetta, S. y T. Tressel. 2004. "Boosting Productivity Via Innovation and Adoption of New Technologies: Any Role for Labor Market Institutions?". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 3273, Banco Mundial, Washington, DC.
- Schneider, S. H. y L. H. Goulder. 1997. "Achieving Low-Cost Emissions Targets". *Nature* 389 (6646): 13-14.
- Secretaría del Commonwealth. 2007. *Commonwealth Ministers Reference Book 2007*. Londres: Henley Media Group.
- SEG (Grupo de Expertos Científicos sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible). 2007. *Confronting Climate Change: Avoiding the Unmanageable and Managing the Unavoidable*. Washington, DC: Sigma Xi y la Fundación pro Naciones Unidas.
- Shindell, D. y G. Faluvegi. 2009. "Climate Response to Regional Radiative Forcing during the Twentieth Century". *Nature Geoscience* 2: 294-300.
- Smith, K. R., J. Rogers y S. C. Cowlin. 2005. "Household Fuels and Ill-Health in Developing Countries: What Improvements Can be Brought by LPGas?". Documento presentado en el 18th World LPGas Foun, sept. 14-16, Shanghai.
- Steenblik, R., eds. 2007. *Biofuels: At What Cost? Government Support for Ethanol and Biodiesel in Selected OECD Countries*. Ginebra: Instituto Internacional de Desarrollo Sostenible, Global Subsidies Initiative.
- Stern, N. 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Taylor, M. R., E. S. Rubin y D. A. Hounshell. 2005. "Control of SO<sub>2</sub> Emissions from Power Plants: A Case of Induced Technological Innovation in the U.S.". *Technological Forecasting and Social Change* 72 (6): 697-718.
- Tidd, J. 2006. *Innovation Models*. Londres: Imperial College London.
- UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo). 2005. *World Investment Report 2005: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Watkins, A. y M. Ehst, eds. 2008. *Science, Technology and Innovation Capacity Building for Sustainable Growth and Poverty Reduction*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Weinert, J., C. Ma y C. Cherry. 2007. "The Transition to Electric Bikes in China: History and Key Reasons for Rapid Growth". *Transportation* 34 (3): 301-18.
- Westermeyer, W. 2009. "Observing the Climate for Development". Nota de antecedentes para el *IDM 2010*.



## Superar la inercia de las conductas y las instituciones

**M**uchas de las políticas con que se pueden encarar la adaptación y la mitigación ya son conocidas. Derechos de propiedad sólidos, tecnologías de eficiencia energética, impuestos ecológicos basados en el mercado y comercio de permisos de emisión: todos estos mecanismos han sido puestos a prueba y analizados durante décadas. Pero aún resulta difícil aplicarlos. Su éxito depende no sólo de recursos nuevos y tecnologías nuevas, sino también de una serie de factores sociales, económicos y políticos complejos y propios de cada contexto, comúnmente denominados instituciones, esto es, las reglas formales e informales que afectan el diseño de las políticas, su aplicación y sus resultados<sup>1</sup>.

Los valores, las normas y los mecanismos organizativos pueden dificultar el cambio de políticas. Las experiencias configuran las acciones actuales y futuras. Los patrones de conducta de individuos y organizaciones son reacios al cambio aun frente a desafíos nuevos.

Asimismo, las tradiciones políticas restringen las opciones. He aquí algunos ejemplos: la mayor parte de los países aún orienta sus políticas y sus instituciones reguladoras de modo tal de garantizar el suministro de energía y no de gestionar la demanda. Los impuestos a la contaminación en las economías donde este fenómeno no se considera un mal público provocarán la resistencia tanto de los funcionarios como del público. Por otro lado, los intereses económicos pueden obstaculizar la difusión de tecnologías eficientes desde el punto de vista energético<sup>2</sup>.

Estos ejemplos muestran otra dimensión de la urgencia con que se debe afrontar el cambio climático. Además de la inercia del clima, la tecnología y los activos de capital, las políticas deben superar la inercia institucional. Las instituciones tienden a ser rígidas: una vez que se han establecido y aceptado, pueden limitar los cambios de políticas y las elecciones futuras<sup>3</sup>.

La inercia institucional repercute de tres maneras en las políticas de desarrollo respetuosas del clima. En primer lugar, el cambio institucional debe ser prioritario. El éxito dependerá de la reconfiguración del marco institucional en el que se apoyan las medidas en esta esfera. En segundo lugar, las reformas institucionales resultan beneficiosas. Si se abordan los aspectos institucionales que determinan la política climática, se puede garantizar la eficacia y sostenibilidad de las medidas, maximizar el efecto del financiamiento y la tecnología y generar beneficios adicionales para el desarrollo. En tercer lugar, el cambio institucional es factible. Incrementar la inclusión de las mujeres, reconocer los derechos de los pueblos indígenas, reformar los derechos de propiedad

### Mensajes clave

Si se pretende lograr resultados contra el cambio climático, es preciso ir más allá de la movilización de financiamiento y la tecnología en el plano internacional, y abordar las barreras psicológicas, políticas y de organización que obstaculizan la acción en este ámbito. Estas barreras se originan en el modo en que las personas perciben y analizan el problema climático, en la manera en que funcionan las burocracias y en los intereses que configuran la acción gubernamental. Para cambiar las políticas, se deben modificar los incentivos e incluso las responsabilidades en las organizaciones. También es necesario promocionar activamente las políticas sobre el clima, aprovechando las normas y comportamientos sociales a fin de que la preocupación del público se traduzca en comprensión del problema, y esta comprensión en una acción que empiece en los propios hogares.

y elaborar incentivos individuales pueden ser tareas arduas, pero no imposibles. Muchos de estos cambios pueden lograrse sin necesidad de avances tecnológicos notables ni financiamiento adicional. Lo que es más importante, muchas de estas medidas se encuadran dentro de la categoría de políticas nacionales o incluso locales: no hace falta alcanzar un acuerdo mundial sobre el clima para consolidar la libertad de prensa, por ejemplo, o la participación de la sociedad civil<sup>4</sup>.

En el presente capítulo se analizan los aspectos de las conductas, las organizaciones y las políticas causantes de la inercia institucional que obstaculiza el desarrollo respetuoso del clima. Aquí se muestra cómo estas fuerzas afectan la puesta en marcha de nuevas políticas y les impiden lograr el éxito tanto en países desarrollados como en desarrollo. También se sostiene que, para superar esta inercia, es necesario reconsiderar el alcance y la calidad de la acción del gobierno. El punto de partida será la mente de los individuos.

### Aprovechar los cambios en las conductas de las personas

Para elaborar políticas de desarrollo que reflejen un planteamiento inteligente respecto del clima, es esencial comprender los factores que impulsan la conducta humana. En primer lugar, en la raíz del cambio climático encontramos una multiplicidad de actos de consumo privados. Como consumidores, las personas mantienen una reserva de capacidad

de mitigación. Gran parte de las emisiones de los países desarrollados derivan directamente de las decisiones de los individuos en relación con los viajes, la calefacción y la compra de alimentos. En Estados Unidos, los hogares son responsables de aproximadamente el 33% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del país, esto es, más que las industrias nacionales y más que ningún otro país excepto China (gráficos 8.1 y 8.2)<sup>5</sup>. Si se adoptaran plenamente, las medidas de eficiencia ya existentes para hogares y vehículos motorizados podrían generar ahorros de energía de casi el 30%, es decir, el 10% del consumo total de Estados Unidos<sup>6</sup>. En segundo lugar, son los individuos quienes impulsan los procesos de cambio más amplios en las organizaciones y los sistemas políticos. En especial en los países democráticos, gran parte de las medidas gubernamentales son el resultado de las presiones de los ciudadanos y los votantes. En tercer lugar, al diseñar y poner en marcha políticas, los funcionarios aplican los mismos procesos mentales que el resto de las personas.

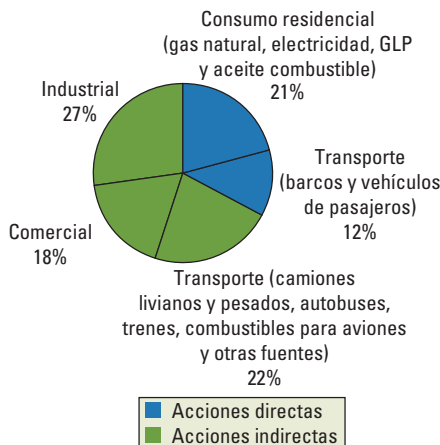
El debate acerca de la modificación de conductas individuales se ha centrado en los mecanismos de mercado. Si se establecen precios más adecuados para la energía y se determinan los costos de los recursos escasos, se puede alejar a las personas del consumo con altos niveles de carbono y alentarlas a preservar hábitats en peligro y gestionar más apropiadamente los ecosistemas. Pero los factores que impulsan el consumo de individuos y grupos van más allá de los precios. Hace años que se dispone de numerosas tecnologías eficientes desde el punto de vista energético y de costo razonable. Las inversiones “sin efectos negativos” (*no-regret*), como las destinadas a mejorar los sistemas de aislamiento de edificios, subsanar las filtraciones de agua y limitar la construcción en zonas propensas a inundaciones, generan beneficios que exceden la mitigación y la adaptación. Entonces, ¿por qué no se las ha adoptado? Porque preocupación no significa comprensión, y tampoco la comprensión da lugar necesariamente a la acción.

### Preocupación no significa comprensión

Durante el último decenio, la conciencia acerca del cambio climático ha aumentado, pero esto no se ha traducido en acciones individuales generalizadas<sup>7</sup>. De hecho, en todo el mundo se han incrementado el número de vuelos, el uso de automóviles, las vacaciones en el extranjero y los aparatos electrodomésticos<sup>8</sup>.

¿Cómo se explica la disociación entre percepción y acción? El hecho de que el cambio

**Gráfico 8.1 Las acciones directas de los consumidores estadounidenses producen hasta un tercio de las emisiones de CO<sub>2</sub> del país**



Fuentes: Administración de la Información sobre Energía (AIE), 2009; Agencia de Protección Ambiental (EPA), 2009.

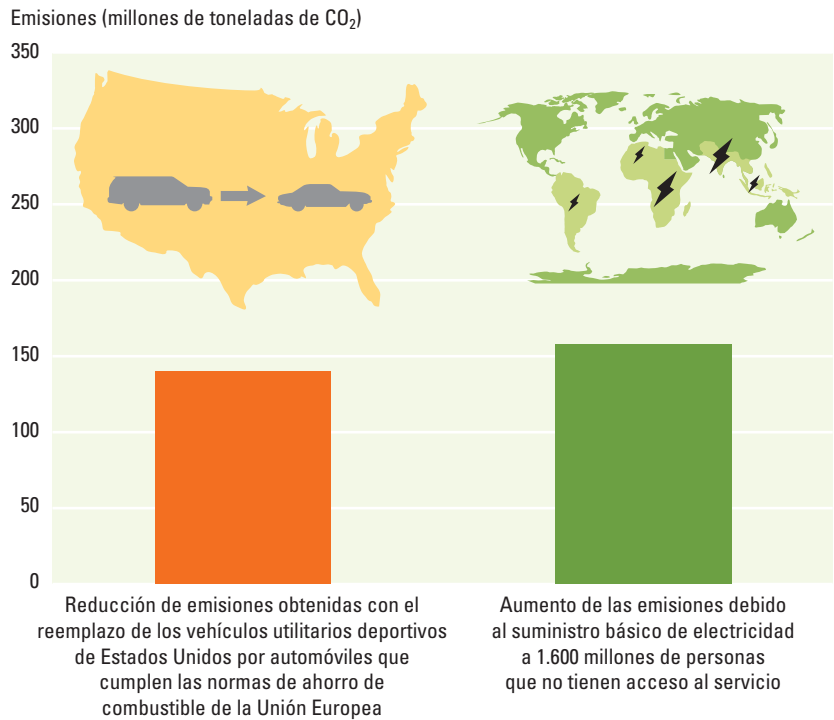
Nota: GLP = gas licuado de petróleo.



climático sea un motivo de preocupación no significa necesariamente que se comprendan los factores que lo impulsan, su dinámica o las respuestas que exige. En las encuestas, el público admite que sigue confundido acerca de las causas del cambio climático y sus soluciones<sup>9</sup>. Esta “brecha ecológica” en las actitudes del público se deriva en parte del modo en que se transmite la climatología y de la forma en que la mente comprende (o confunde) la dinámica climática (recuadro 8.1)<sup>10</sup>.

En los modelos estándar de déficit de información se da por supuesto que, cuando las personas “saben” más, actúan de modo distinto<sup>11</sup>. Hoy, la gente está expuesta a gran cantidad de información sobre las causas, la dinámica y los efectos del cambio climático. Sin dudas, esta información ha generado un mayor grado de preocupación, pero no ha dado lugar a la acción<sup>12</sup>. ¿Por qué? Porque la información puede generar engañosos sentimientos de “empoderamiento” que luego, cuando se combina con mensajes más “realistas”, se transforma en una impotencia ambivalente. Si se intenta transmitir la urgencia de la situación haciendo hincapié en la envergadura de los problemas y su carácter inédito, se puede generar parálisis<sup>13</sup>. De modo semejante, si se pone de relieve la naturaleza multisectorial de la mitigación y la adaptación, se refuerza la idea de que la solución no depende de un único sector, lo que da como resultado una sensación generalizada de desamparo e impotencia<sup>14</sup>. Esto podría explicar por qué en los países desarrollados, donde es más fácil obtener información sobre el cambio climático, la gente se muestra menos optimista respecto de una posible solución (gráfico 8.3).

**Gráfico 8.2 Pequeños ajustes locales para lograr grandes beneficios mundiales: el reemplazo de los vehículos utilitarios deportivos por automóviles de bajo consumo de combustible tan solo en Estados Unidos prácticamente contrarrestaría las emisiones que se producirían si se suministrara electricidad a 1.600 millones de personas más**



Fuente: cálculos del equipo a cargo de la elaboración del IDM basados en Oficina de Estadísticas de Transporte (BTS), 2008.

Nota: las estimaciones se basan en el cálculo de que en los Estados Unidos hay 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 promedio de 18 millas por galón, la flota de SUV consume 27.000 millones de galones de gasolina al año y emite 2.421 gramos de carbono por galón. Si se utilizaran automóviles de bajo consumo de combustible con una eficiencia promedio equivalente a la de los nuevos vehículos de pasajeros que se comercializan en la Unión Europea (45 millas por galón; véase Consejo Internacional para el Transporte Limpio [ICCT], 2007), se lograría una reducción anual de 142 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (39 millones de toneladas de carbono). El consumo de electricidad de los hogares pobres de los países en desarrollo se estima en 170 kilovatios-hora por persona al año, y se supone que la intensidad de carbono con que se suministra la electricidad es igual a la media mundial actual, es decir, 160 gramos de carbono por kilovatio-hora, que equivalen 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 planisferio es proporcional al número de personas sin acceso a este servicio.

**RECUADRO 8.1 Errores a la hora de comunicar la necesidad de adoptar medidas contra el cambio climático**

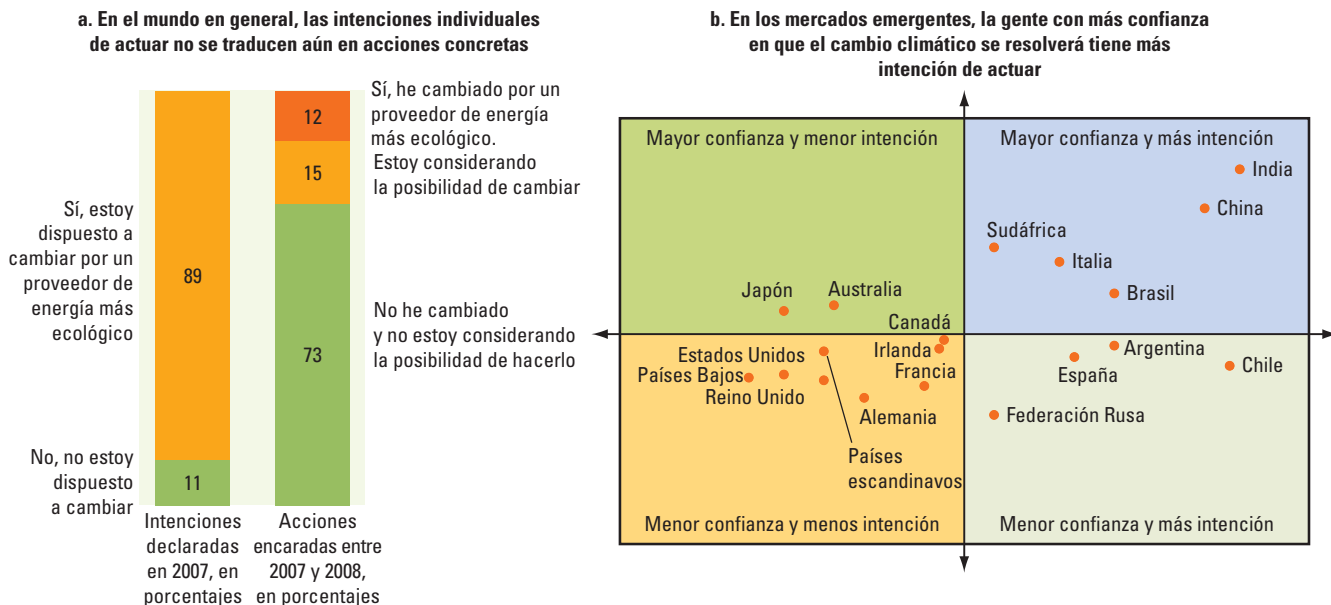
La información sobre el cambio climático puede tener el efecto contraproducente de inmovilizar a las personas. En un análisis lingüístico de la cobertura periodística y las comunicaciones emitidas por grupos ambientalistas acerca del cambio climático se observó que, cuanto más se bombardea a la gente con palabras o imágenes de los efectos devastadores y casi apocalípticos del cambio climático, mayor es la probabilidad de que los ignore o pierda el interés. La descripción del cambio climático como “fenómenos meteorológicos aterradores” puede desencadenar una serie de

reacciones perniciosas, puesto que las personas tienden a ver el clima como algo ajeno al control humano. No pueden prevenirlo ni modificarlo. Se preparan para los fenómenos meteorológicos, se adaptan a ellos o se alejan de ellos. El énfasis en los plazos prolongados y la magnitud del cambio climático los alienta a pensar que “esto no sucederá en el tiempo que yo viva” y “no se puede hacer nada para evitarlo”. Hacer hincapié en la gran magnitud del cambio climático y a la vez decir a las personas que pueden solucionarlo encarando pequeñas acciones (como cambiar una

bombilla eléctrica) genera una desconexión que socava la credibilidad del mensaje y alienta a los individuos a pensar que no tiene sentido adoptar medidas. Un típico artículo periodístico acerca del calentamiento de la Tierra (en el que se describan las pruebas científicas, se enfatizen las graves consecuencias de la inacción y se inste a tomar medidas de inmediato) puede llevar a la gente a pensar que la acción preventiva es inútil.

Fuente: Retallack, S., [www.opendemocracy.net/globalization-climate\\_change\\_debate/anke-lohe\\_3550.jsp](http://www.opendemocracy.net/globalization-climate_change_debate/anke-lohe_3550.jsp) (consultado el 17 de julio de 2008).

**Gráfico 8.3 La disposición de las personas a responder al cambio climático varía de un país a otro y no siempre se traduce en acciones concretas**



Fuente: Accenture, 2009.

Nota: en la encuesta sobre cambio climático realizada por Accenture en 2009 se utilizó una muestra de 10.733 personas de 22 países desarrollados y emergentes. La muestra era representativa de la población general de los países desarrollados y de las poblaciones urbanas de las naciones en desarrollo. Panel a: se preguntó a los encuestados acerca de su disposición a cambiar por un proveedor de energía más ecológico si éste ofreciera servicios que contribuyeran a reducir las emisiones de carbono. Las intenciones no se tradujeron en acciones, puesto que la mayoría de los encuestados se quedó con su antiguo proveedor de energía. Panel b: sobre la base del cuestionario, se clasificó a los países según dos criterios: confianza e intención. La confianza medía el optimismo del individuo acerca de la capacidad de las personas, los políticos y los proveedores de energía para encontrar una solución. Los encuestados que habitaban en economías emergentes fueron en general más optimistas respecto de la capacidad de la humanidad para encarar medidas para resolver el cambio climático mundial.

Para generar acción, la conciencia acerca del tema debe fundarse en información clara de fuentes confiables. El modo en que la ciencia del cambio climático se transmite al público puede complicar el panorama. El debate científico se desarrolla a través de la puesta a prueba y la verificación de teorías y descubrimientos. La cobertura periodística puede virar de un extremo al otro y esto puede generar más confusión en el público, que posiblemente no perciba el debate como un progreso científico, sino como la proliferación de opiniones divergentes<sup>15</sup>. Asimismo, la necesidad de los medios de comunicación de presentar artículos “equilibrados” ha llevado a la difusión excesiva de las ideas de personas contrarias a la climatología que carecen de capacidad técnica y nivel científico<sup>16</sup>.

Los medios, siempre en busca de historias llamativas, tienden a rehuir del léxico cuidadoso que utiliza la comunidad científica para expresar incertidumbre. Los lectores, entonces, se encuentran con mensajes que carecen de la cautela científica y contienen fuertes llamamientos que podrían luego ser refutados por otras afirmaciones igualmente contundentes, lo que mina la percepción de confiabilidad acerca de la fuente de información.

Además de confundir al público (y a los funcionarios) acerca de las causas, los efectos y las soluciones posibles, los distintos tipos de encuadramiento pueden contrariar a las personas y generarles culpa, e incluso la sensación de haber sido difamadas, cuando el problema del consumo se describe como un problema de los consumidores<sup>17</sup>. Esto puede provocar que la gente rechace el mensaje y no actúe en consecuencia.

Una dificultad adicional para pasar de la preocupación a la comprensión se relaciona con el modo en que la mente percibe el problema. La dinámica del cambio climático pone a prueba nuestras capacidades mentales de varios modos<sup>18</sup>. Las investigaciones psicológicas muestran que a las personas les cuesta abordar problemas de causas múltiples<sup>19</sup>. La simplificación de temas problemáticos mediante explicaciones de una sola causa da pie a su vez a la búsqueda de respuestas individuales y al énfasis en soluciones tecnológicas infalibles a menudo inexistentes. La inercia de la que padecen nuestras respuestas puede vincularse con una comprensión limitada de las relaciones de saldos y flujos que caracterizan la concentración, eliminación y estabilización de los gases de efecto invernadero. El

hecho de que ni aun la reducción de emisiones más drástica y brusca evitará que la Tierra siga calentándose ni volverá innecesaria la adaptación en el corto y mediano plazo es algo con lo que cuesta lidiar y, si no se cuenta con una explicación cuidadosa, simplemente no se comprende (recuadro 8.2)<sup>20</sup>.

### *La comprensión no necesariamente lleva a la acción*

El conocimiento está siempre filtrado por los sistemas de valores, configurados a su vez por factores psicológicos, culturales y económicos que determinan si las personas actúan o no. Una vez más, la idea que se intenta transmitir aquí no es que seamos irracionales, sino que debemos comprender mejor el modo en que tomamos decisiones. Nuestra evolución en tanto especie ha modelado el funcionamiento de nuestro cerebro. Somos particularmente eficaces a la hora de actuar ante amenazas que pueden vincularse a un rostro humano, o se presentan como inesperadas, dramáticas e inmediatas, o implican vínculos evidentes con la salud humana, o desafían nuestro marco moral y provocan reacciones viscerales, o evocan experiencias personales recientes<sup>21</sup>. El lento ritmo del cambio climático, así

### **RECUADRO 8.2** *Las confusiones acerca de la dinámica del cambio climático fomentan la complacencia*

La limitada comprensión de la dinámica del cambio climático impide generar respaldo para las políticas de control de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los experimentos muestran que la mayoría de las personas no entiende que se trata básicamente de un problema de saldos y flujos: cree que, si las emisiones se estabilizan en un nivel cercano a las tasas actuales, se estabilizará la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y se pondrá freno al cambio climático. En cambio, el flujo de emisiones se asemeja más al flujo del agua en una bañera: mientras el volumen que entra sea mayor que el que sale, el nivel del agua de la bañera seguirá aumentando. En tanto las emisiones excedan los volúmenes que

pueden absorber los sistemas terrestres y acuáticos, las concentraciones de gases de efecto invernadero aumentarán. Aun en las personas que consideran que el cambio climático es una prioridad, la falta de comprensión del proceso de saldos y flujos favorece los enfoques que implican "esperar a ver qué pasa", lo que limita la presión pública y la voluntad política para adoptar medidas activas que procuren estabilizar el clima. Estas percepciones erróneas pueden corregirse mediante estrategias de comunicación en las que se empleen analogías, como el ejemplo anterior de la bañera.

Fuentes: Sternman y Sweeney, 2007; Moxnes y Saisel, 2009.

como la naturaleza demorada, intangible y estadística de sus riesgos, simplemente no nos movilizan (recuadro 8.3).

La economía del comportamiento muestra que las características del proceso de toma de

### **RECUADRO 8.3** *Las percepciones sobre el riesgo pueden hundir políticas: gestión del riesgo de inundaciones*

El impulso para abordar el riesgo se relaciona fundamentalmente con las percepciones acerca de la probabilidad de que se produzcan efectos y de su gravedad.

La percepción y los métodos que se tiende a utilizar para estimar esas probabilidades pueden ser engañosos. Por ejemplo, las personas evalúan la probabilidad de que se produzca un acontecimiento en un lugar determinado a partir de las semejanzas de ese sitio con aquellos donde ocurre normalmente ese tipo de fenómenos<sup>3</sup>. La presencia de recuerdos recientes y vívidos de un acontecimiento también impulsa a la gente a sobrevalorar la probabilidad de que vuelva a producirse. Se ha podido observar que a menudo las personas conceden demasiado peso a la probabilidad de que ocurran fenómenos inusuales y subestiman la probabilidad de que se produzcan acontecimientos más frecuentes. Es bien sabido que la gente teme más viajar en avión que en automóvil, aunque el riesgo de accidentes automovilísticos fatales es significativamente mayor. De modo semejante, los desastres naturales infrecuentes, como los maremotos, generan

más inquietud que los más usuales, como las mareas de tormenta<sup>b</sup>.

Se detectaron estos mismos patrones de conducta entre los agricultores y los funcionarios de Mozambique después de las inundaciones de 2000 y durante la puesta en marcha del programa gubernamental de reasentamiento que le siguió. Los agricultores (más que los funcionarios) mostraban un sesgo a favor del *statu quo*: éstos suelen sopesar las medidas de adaptación a los factores climáticos en relación con los riesgos de que se produzcan resultados negativos. La decisión de trasladarse a zonas seguras en tierras más elevadas, por ejemplo, implica el riesgo de perder sus medios de subsistencia o la comunidad a la que pertenecen. La decisión de plantar una variedad resistente a las sequías puede conllevar el riesgo de una cosecha menos voluminosa en caso de que las lluvias sean abundantes. Los agricultores que no deseen asumir una responsabilidad personal por los resultados negativos evitarán optar por alternativas nuevas. En cambio, los funcionarios pueden ganar prestigio personal por prevenir un

resultado negativo, pero sólo si adoptan medidas visibles, por ejemplo, si ayudan a los agricultores a sobrevivir gracias al reasentamiento.

Las distintas partes interesadas analizan las probabilidades de modo diferente. Los funcionarios de Maputo tienden a asociar la llanura de inundación del río Limpopo únicamente con el riesgo de inundación. Para la gente que vive allí, sin embargo, la vida en la llanura se define por muchos otros factores además de los riesgos climáticos. Si se los compara con los agricultores locales, estos funcionarios tienen propensión a sobreestimar los riesgos vinculados con el clima. A menos que se contemplen adecuadamente la comunicación y el análisis de riesgos, las grandes diferencias de percepción del riesgo pueden impedir que las políticas se diseñen y se apliquen con éxito.

Fuentes: Patt y Schröter, 2008.

a. Tversky y Kahneman, 1974.

b. Kahneman y Tversky, 1979.

decisiones en un contexto de incertidumbre restringen el instinto natural de adaptación de las personas<sup>22</sup>. Estas tienden a subestimar las probabilidades acumulativas (la suma de las probabilidades de que un acontecimiento se produzca en un determinado período), lo que explica por qué se sigue construyendo en zonas propensas a incendios, inundaciones y terremotos. Las personas se inclinan fuertemente en favor del *statu quo* y prefieren efectuar sólo pequeños ajustes marginales. Se muestran desorientadas cuando resulta difícil medir los logros, como en el caso de la preparación para desastres, en la que no existen afirmaciones contrafácticas claras. Son “miopes” cuando toman decisiones: descuentan decididamente los acontecimientos futuros y asignan mayor prioridad a los problemas más cercanos en el tiempo y el espacio. Por ejemplo, el público tiende a movilizarse a causa de problemas ambientales visibles (contaminación del aire en las ciudades) pero no cuando son menos visibles (extinción de especies). Considera que el cambio climático es menos grave que otros problemas ambientales que percibe como más cercanos (gráfico 8.4)<sup>23</sup>.

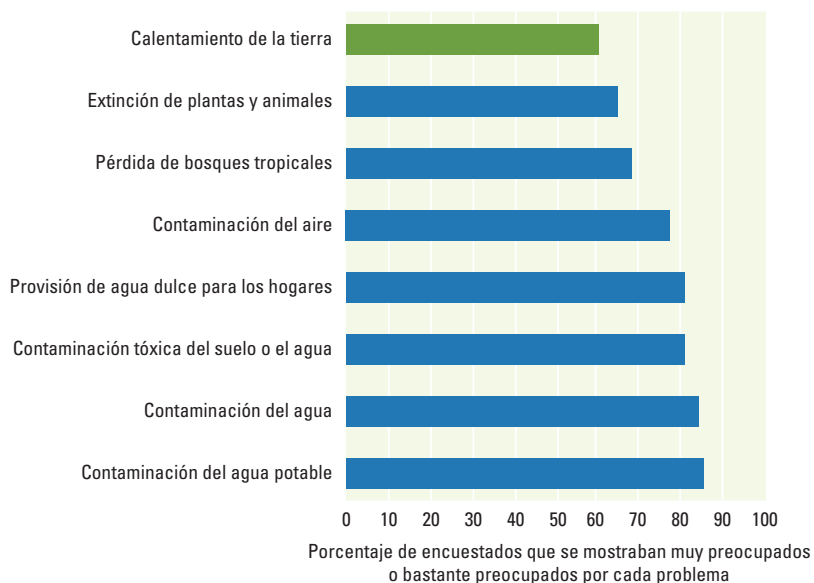
Aun si las personas fueran completamente racionales, el conocimiento no necesariamente conduciría a la acción. Su “conjunto finito de preocupaciones” podría incluso impedirles

actuar a partir de la información existente porque priorizan las necesidades básicas, tales como seguridad, refugio y otras semejantes<sup>24</sup>. También evalúan los costos de mercado y de otra índole que conllevan sus decisiones. Los costos ajenos al mercado implícitos en una acción generada a partir de una información que cuestiona sistemas de valores básicos (como los llamados a reasentarse y migrar o a limitar los patrones de consumo) pueden ser elevados. De hecho, el acto mismo de interpretar o procesar información adicional es costoso. Para una familia que tiene que decidir si sigue reconstruyendo su vivienda en una zona propensa a inundaciones o para un funcionario local que debe elaborar y hacer cumplir códigos de construcción en zonas costeras bajas, los costos de transacción pueden ser considerables. Asimismo, la mitigación –y, con mucha frecuencia, la adaptación– se presenta bajo la forma de tragedias de los bienes comunes que requieren la acción colectiva. Los individuos racionales que buscan su propio interés encuentran desincentivos estructurales para cooperar en la solución de estos problemas<sup>25</sup>. En estas condiciones, la cooperación exige que las recompensas sean claras, y ese, obviamente, no es el caso del impacto del cambio climático y las respuestas para encararlo<sup>26</sup>.

Para comprender los obstáculos al cambio de conductas también es necesario ir más allá de las explicaciones psicológicas que toman al individuo como unidad de análisis y estudiar el modo en que los factores sociales influyen en las percepciones, las decisiones y los actos. Por naturaleza, las personas tienden a resistir y negar toda información que contradiga sus valores culturales o sus creencias ideológicas. Esto incluye la información que cuestiona las nociones de pertenencia e identidad así como de derechos a la libertad y el consumo. El concepto de necesidades y las prioridades que se derivan de él son una construcción social y cultural<sup>27</sup>. Esto podría explicar por qué la conciencia acerca de los problemas ambientales suele incrementarse con la riqueza, pero no así la preocupación por el cambio climático (gráfico 8.5)<sup>28</sup>. Las personas (y las naciones) de ingreso más alto (y mayor volumen de emisiones de dióxido de carbono) pueden ignorar el calentamiento de la Tierra para evitar tener que incurrir en los posibles costos de las soluciones que se asocian con niveles más bajos de consumo y cambios en los estilos de vida<sup>29</sup>.

Por otro lado, la gente construye y reconstruye la información para volverla menos

**Gráfico 8.4 El cambio climático aún no es una prioridad**



Fuente: encuesta de Gallup, [www.gallup.com/poll/106660/Little-Increase-Americans-Global-Warming-Worries.aspx](http://www.gallup.com/poll/106660/Little-Increase-Americans-Global-Warming-Worries.aspx) (consultada el 6 de marzo de 2009).  
 Nota: se formuló la siguiente pregunta a los encuestados: “Voy a leerle una lista de problemas ambientales. A medida que lea cada problema, dígame si le preocupa mucho, bastante, un poco o nada”. Los resultados se basan en entrevistas telefónicas realizadas entre el 5 y el 8 de marzo de 2009. La muestra incluyó 1.012 ciudadanos estadounidenses de 18 años o más.

incómoda. Esto da pie a estrategias de negación socialmente organizadas que configuran la forma en que sociedades y gobiernos interpretan el cambio climático y responden a él<sup>30</sup>. La evolución de las explicaciones estándar del cambio climático constituye un ejemplo. El énfasis en las emisiones de los países y no en las emisiones per cápita puede provocar que quienes no habitan en las grandes naciones emisoras minimicen su responsabilidad y racionalicen su falta de acción. Los dramáticos llamados que destacan la necesidad de una respuesta internacional tienden a minimizar el hecho de que de todos modos se requerirá la acción en el nivel nacional. Asimismo, puede exagerarse la incertidumbre respecto de la dinámica y los impactos del cambio climático para justificar la inacción.

Estas formas de negación no son abstractas ni se limitan a la política climática. En varios niveles de las decisiones cotidianas se observan procesos similares; abordarlos es condición para resolver desafíos cruciales del desarrollo, tales como reducir la difusión del VIH/sida o la incidencia de las enfermedades comunes vinculadas con el agua y el saneamiento. Esta negación no debe considerarse una aberración sino una estrategia de supervivencia utilizada por individuos y comunidades que se enfrentan a acontecimientos inmanejables e incómodos. La resistencia al cambio nunca es simplemente el resultado de la ignorancia: se deriva de las percepciones, necesidades y deseos individuales, que a su vez se basan en valores materiales y culturales.

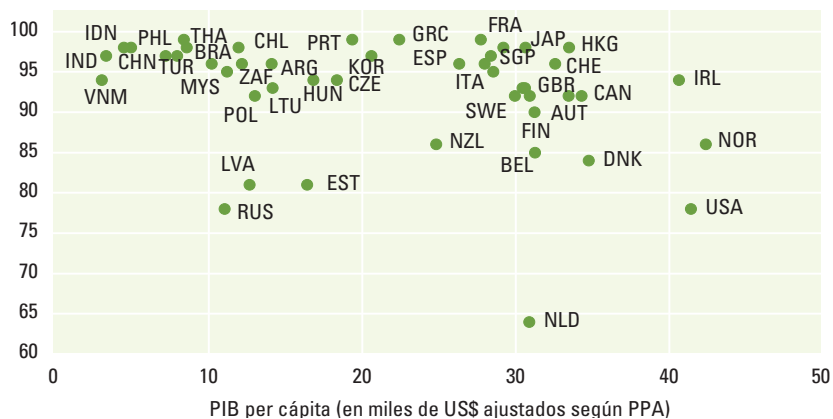
### Alentar el cambio en las conductas

Los funcionarios encargados de diseñar políticas deben ser conscientes de estos obstáculos a la acción y abordar las opciones normativas en consecuencia. En este sentido, se pueden mencionar tres esferas pertinentes: comunicaciones, medidas institucionales y normas sociales.

**De la información a la comunicación.** La información, la educación y las campañas de sensibilización tal como se han encarado hasta el momento son, en el mejor de los casos, insuficientes para impulsar a la gente a actuar y, en el peor, contraproducentes. En consecuencia, se debe adoptar un enfoque diferente al brindar información sobre el cambio climático<sup>31</sup>. En primer lugar, es necesario que las comunicaciones sobre el tema dejen de centrarse en la información propiamente dicha y hagan hincapié en el público. Tanto los científicos como

**Gráfico 8.5 La preocupación por el cambio climático disminuye a medida que aumenta la riqueza**

Porcentaje de encuestados que consideran que el cambio climático es un problema grave



Fuente: Sandvik, 2008.

Nota: la preocupación del público por el calentamiento de la Tierra se expresa como porcentaje basado en la cantidad de encuestados que consideran que el cambio climático es un problema grave. Los datos fueron tomados de una encuesta mundial realizada a través de Internet por ACNielsen en 2007 para evaluar las actitudes de los consumidores respecto del calentamiento de la Tierra. Se preguntó a encuestados de 46 países cuán grave consideraban el problema del calentamiento de la Tierra (en una escala del 1 al 5). La población base estaba conformada por personas que habían oído hablar o habían leído acerca del tema.

los medios de comunicación deben trabajar en conjunto para dar mayor relevancia a sus mensajes. En segundo lugar, y al igual que en otras esferas de políticas, como la prevención del sida, este cambio en el énfasis debería conllevar un enfoque más comercial de la comunicación en el que se considere al individuo no sólo el receptor pasivo de la información sino un agente activo tanto en las causas como en las soluciones (recuadro 8.4).

Las campañas de comunicación bien diseñadas que se dirigen a las personas en tanto miembros de una comunidad local –y no como integrantes de un grupo numeroso e inmanejable, carentes de todo poder– pueden impulsarlas a actuar. Este tratamiento puede ayudar a convertir un fenómeno mundial en algo inmediato y relevante a nivel personal, además de acentuar la identificación local e individual con las soluciones. Es importante limitar en empresas y gobiernos la práctica de mostrar simplemente una apariencia ecológica (la brecha entre reconocer públicamente la realidad del cambio climático y a la vez no hacer nada al respecto) para evitar confusiones y la reacción adversa del público (recuadro 8.5).

Una pregunta controvertida es la de si para formular políticas eficaces es factible –o incluso necesario– lograr que el público comprenda al detalle temas sumamente complejos, como el cambio climático. La respuesta es no o, al menos, no siempre. Gran parte de la formulación de políticas se basa en aspectos

#### RECUADRO 8.4 *Participación de la comunidad a lo largo de todo el proceso para reducir los riesgos de deslizamiento de tierras en el Caribe*

Con el programa MoSSaiC, destinado a mejorar la gestión de pendientes en el este del Caribe, se aplicó en forma experimental un nuevo modo de reducir los riesgos reales de deslizamiento de tierras en las comunidades vulnerables. Mediante este programa, se detectan y se ponen en marcha enfoques de bajo costo basados en la comunidad para reducir el riesgo de deslizamientos, en virtud de los cuales los residentes locales señalan las zonas donde se perciben problemas de drenaje antes de evaluar las opciones para reducir el mencionado riesgo mediante la gestión de las aguas de superficie.

¿Qué actividades comprende? La gestión de las aguas de superficie en todas sus formas (aguas de los techos, aguas grises

y escorrentía superficial de agua de lluvia), el seguimiento de las condiciones del agua subterránea de poca profundidad y la construcción de sistemas de drenaje de bajo costo. Todas estas obras se licitan entre contratistas de la comunidad. Esta presencia comunitaria durante todo el proceso alienta su participación en la planificación, ejecución y mantenimiento de la gestión de aguas superficiales en pendientes de alto riesgo. Se elabora así un programa con el que la comunidad se identifica y no uno impuesto por la entidad responsable o el gobierno.

Con el MoSSaiC se ha reducido el riesgo de deslizamientos al ofrecer empleo a la comunidad y concientizarla acerca de los

riesgos. Asimismo, se ha adoptado un enfoque participativo para extender la aplicación del programa a otras comunidades. Esta iniciativa muestra que, si se modifica la opinión de la comunidad acerca de la mitigación de peligros, se pueden mejorar sus percepciones respecto de los riesgos climáticos. También establece un circuito de retroalimentación entre los insumos y los productos del proyecto, puesto que más del 80% de los fondos se gastan dentro de la comunidad, lo que permite a ésta y al gobierno establecer un nexo claro entre las percepciones de los riesgos, los insumos y los productos concretos.

Fuente: Anderson y Holcombe, 2007.

técnicos que el público ignora por completo. Son pocos los que comprenden los vericuetos de las políticas comerciales que afectan el precio de los alimentos que compran y consumen, o que producen y venden. En los casos en que es necesario contar con el apoyo público, a menudo se lo propicia por otros medios.

No obstante, sería un error descartar la información y la conciencia pública por considerarlas innecesarias. Trabajos recientes han puesto de relieve que la información es clave para que el público respalde medidas costosas. Los beneficios de brindar información más precisa acerca de las decisiones de consumo de la gente (por ejemplo, mediante medidores

inteligentes y etiquetas sobre la emisión de carbono) han quedado demostrados hace ya mucho tiempo. En una encuesta realizada en Estados Unidos se descubrió que uno de los principales factores causantes de las percepciones negativas del público respecto de los sistemas de límites máximos y comercio de emisiones no es el temor a los costos adicionales, sino los limitados conocimientos acerca de su eficacia, que reducen la confianza del público en ellos<sup>32</sup>. De modo semejante, la oposición a los impuestos ambientales parece derrumbarse una vez que los contribuyentes entienden plenamente que no sólo son un modo de reunir dinero sino también de modificar conductas<sup>33</sup>.

#### RECUADRO 8.5 *Las comunicaciones referidas al cambio climático*

El modo en que se enmarca un tema (los términos, las metáforas, las narraciones y las imágenes que se utilizan para transmitir información) determina la acción. Estos marcos activan visiones del mundo sumamente arraigadas, supuestos ampliamente compartidos y modelos culturales con los que se juzga el mensaje y en virtud de los cuales se lo acepta o rechaza. Si los hechos no se encuadran en estos marcos, se rechazan los hechos, no el marco.

Si se comprende esto, se puede decidir si el modo más adecuado de abogar por una causa consiste en repetir el discurso dominante o romper con él, o reformular un tema utilizando distintos lenguajes, imágenes y conceptos para evocar una forma diferente

de pensar y facilitar opciones alternativas. La aplicación de este enfoque en las comunicaciones sobre cambio climático podría adoptar numerosas formas:

- situar el tema en el contexto de valores más elevados, como responsabilidad, cuidado, idoneidad, visión e ingenio;
- caracterizar las medidas de mitigación como referidas a nuevas ideas, nuevas tecnologías, planificación anticipada, astucia, previsión, equilibrio, eficiencia y cuidado prudente;
- simplificar el modelo, la analogía o la metáfora para ayudar al público a entender cómo funciona el calentamiento de la Tierra: un gancho conceptual para que se

comprenda la información y se establezca el razonamiento adecuado (en lugar de "gas de efecto invernadero", se lo puede llamar "trampa de calor").

- modificar el foco de las comunicaciones para subrayar las causas humanas del problema y las soluciones que existen para abordarlo, sugiriendo que los seres humanos pueden y deben actuar para prevenir el problema ahora mismo;
- evocar desde un principio que existen soluciones eficaces.

Fuente: Lorenzoni, Nicholson-Cole y Whitmarsh, 2007.

**Medidas institucionales.** Además de la comunicación, una cuestión clave para las políticas climáticas consiste en diseñar iniciativas que tengan en cuenta las limitaciones sociales y psicológicas a la acción positiva. Las medidas eficaces de adaptación deberían lograr reducir los costos de transacción que asumen los individuos cuando toman decisiones y facilitar que éstos se apropien de la información disponible. Esto exige que las estrategias de adaptación contemplen las percepciones de la comunidad acerca de los riesgos, la vulnerabilidad y la capacidad (véase el recuadro 8.5). En este sentido, puede resultar útil institucionalizar las autoevaluaciones participativas del grado de preparación para desastres a nivel nacional y local, la planificación de la adaptación y la mitigación.

Otro aspecto sobre el que se debe actuar es la tendencia de las personas a descontar el valor del futuro. Si bien el descontar el futuro es una propensión mental innata, varía según las características sociales y las presiones externas. Las pruebas recogidas en Perú indican que los agricultores con acceso limitado a créditos y seguros y con derechos de propiedad poco sólidos muestran tasas de descuento más elevadas, lo que incrementa sus incentivos para deforestar<sup>34</sup>. Las reformas institucionales dirigidas a mejorar el acceso al crédito y los derechos de propiedad pueden influir en los factores internos de la conducta que impulsan al descuento. La educación puede tener un efecto similar (recuadro 8.6).

De modo semejante, a la hora de diseñar las medidas en virtud de las cuales personas y empresas hacen frente a costos iniciales elevados pero obtienen beneficios de largo plazo (como los que derivan de las inversiones en eficiencia energética), se debería contemplar la posibilidad de brindar ventajas inmediatas a través de descuentos impositivos o subsidios. También resulta útil transmitir a los actores privados la sensación de estar frente a una orientación normativa de largo plazo. En una encuesta internacional de líderes empresariales realizada en 2007, se observó que el 81% de los encuestados creía que el gobierno debía brindar señales claras de políticas de largo plazo para ayudar a las empresas a hallar incentivos para modificar y planificar las inversiones<sup>35</sup>. (Más adelante se analizan distintos modos en que los gobiernos pueden señalar una orientación de largo plazo).

En la política climática también debería prestarse atención a la tendencia de las personas a favorecer resultados locales, visibles

### RECUADRO 8.6 Incorporar la educación sobre el clima en los programas de estudio escolares

La educación puede ayudar a generar un cambio en las conductas. En Filipinas, el Presidente promulgó la Ley Nacional de Educación y Sensibilización Ambiental de 2008, que promueve la integración de la educación sobre el cambio climático en los programas de estudio de todos los niveles escolares. Las reformas educativas efectuadas en el Líbano en 1998 incorporaron los estudios ambientales, incluido el cambio climático, en las clases de ciencia, formación cívica y geografía. En 2006, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos creó un recurso educativo basado en el cambio climático y dirigido a estudiantes secundarios, que permite calcular los inventarios de emisiones. En 2007, las provincias canadienses se comprometieron a incluir el cambio climático en sus programas de estudio escolares. En el marco de la Tercera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático, el gobierno australiano brinda apoyo y elabora material para promover la educación sobre este tema, tal es el caso del

paquete de recursos escolares formulado por la Oficina Australiana de Gases de Efecto Invernadero.

La incorporación de la educación sobre cambio climático en los programas escolares es un primer paso. Igual importancia reviste la tarea de formar un nuevo cuadro de profesionales para abordar los complejos problemas que plantea este fenómeno (véase el capítulo 7). Por último, para facilitar el cambio es esencial contar con una ciudadanía educada. Las investigaciones muestran que los estudiantes y el público en general se aferran a ideas erróneas acerca de varios aspectos del cambio climático, el efecto invernadero y el agotamiento de la capa de ozono<sup>3</sup>. A fin de resolver estas fallas, se debe informar al público sobre el cambio climático con precisión y sistematicidad.

Fuentes: Hungerford y Volk, 1990; Kastens y Turrin, 2006.  
a. Gautier, Deutsch y Rebich, 2006.

y que se pueden garantizar en forma privada. Los beneficios que producen las medidas de mitigación son difusos y de alcance mundial, mientras que los beneficios directos de las iniciativas de adaptación pueden percibirse inmediatamente o no, según el fenómeno climático del que se trate y la tasa del cambio. Es posible que el público en general considere estos efectos como distantes e inciertos. Es la función de las instituciones comunicar claramente los beneficios directos y adicionales tanto de la adaptación como de la mitigación, enfatizando especialmente los que se vinculan con la salud humana, un tema que moviliza a las personas.

Las herramientas mejoradas de cálculo de costos y beneficios pueden alentar a los actores públicos y privados a actuar más decididamente. Las estimaciones de los costos y beneficios de los proyectos de eficiencia energética a menudo no contemplan las ventajas adicionales no energéticas. Entre éstas se incluyen los efectos positivos para la salud pública derivados del aire y el agua más limpios, la posibilidad de que los ocupantes de los edificios vivan más cómodamente y la mayor productividad de la mano de obra<sup>36</sup>. El reemplazo de los combustibles fósiles por energía

renovable puede generar puestos de trabajo<sup>37</sup>. Diversos estudios de caso realizados en el sector de manufacturas concluyen que estos beneficios pueden ser considerables, en ocasiones equivalentes al valor del ahorro energético<sup>38</sup>. En consecuencia, puede acortarse significativamente el plazo para que la inversión produzca beneficios, lo cual genera más incentivos para invertir. De modo semejante, si los fondos obtenidos con los impuestos al carbono o a la energía se destinan a fines específicos, los beneficios de la mitigación pueden hacerse más visibles. Si bien la asignación específica de impuestos se considera ineficiente desde el punto de vista económico, puede incrementar el grado de aceptación política de nuevos tributos, porque el público ve claramente a dónde se destina el dinero.

**Normas sociales.** Las normas sociales son los patrones de conducta aprobados por la mayoría de las personas, la vara que usan para medir cuán adecuados son sus propios actos. Puesto que configuran la acción humana, las normas sociales pueden lograr resultados deseables para la sociedad, por lo general a un costo relativamente bajo. La idea básica es que las personas desean actuar de un modo socialmente aceptable y tienden a seguir a otros, en especial cuando esos otros son numerosos y se los percibe como semejantes.

Las normas sociales tienen un efecto particularmente fuerte en condiciones de incertidumbre<sup>39</sup>. Cuando buscan indicios sobre cómo actuar, las personas se apoyan en lo que hacen los demás. Los llamados a desarrollar conductas favorables al medio ambiente que se basan en normas sociales son más eficaces que la persuasión tradicional. La prohibición de arrojar basura es un ejemplo de esto.

Un ejemplo relacionado con el tema del clima es el experimento psicológico que se realizó con residentes de California para evaluar el efecto de las normas sociales en el consumo energético<sup>40</sup>. A través de las facturas de electricidad, se informó el promedio de consumo energético de la vivienda a un grupo de hogares de elevado consumo y a dos grupos de bajo consumo. Esto estableció la norma social. Un grupo de hogares de bajo consumo energético recibió manifestaciones positivas por su resumen de consumo (una cara sonriente), con lo que se les transmitía aprobación por su huella energética. En el caso de los hogares de alto consumo, se les mostró su resumen junto con manifestaciones negativas (una cara triste), para transmitirles desaprobación. Resultado:

los hogares de alto consumo lo redujeron, y los de bajo uso energético mantuvieron su nivel inferior al promedio. El tercer grupo (hogares de bajo consumo energético inicialmente expuestos a la norma social pero que no recibieron comentarios positivos acerca de su conducta) incrementaron el consumo hasta llegar al promedio. Las empresas de servicios públicos ansiosas por reducir el uso de energía han adoptado este método en 10 zonas metropolitanas de gran importancia de los Estados Unidos, entre las que se incluyen Chicago y Seattle.

Aprovechar el poder de las normas sociales implica hacer más visibles las conductas y sus consecuencias. Las decisiones y los actos individuales que influyen en el consumo energético en la actualidad son mayormente invisibles para el público e incluso para los círculos restringidos de familia y amigos. En estos casos, la acción humana no puede beneficiarse con los patrones de reciprocidad, presión de los pares y conducta grupal que normalmente intervienen en casos más visibles de observancia y cambio de conducta, como el cumplimiento de las normas de tránsito.

Las investigaciones sobre la cooperación llevan a la misma conclusión. A menos que se disponga de información acerca de la conducta de otros actores, las personas tienden a no cooperar<sup>41</sup>. Los agricultores que residen en una cuenca hidrográfica deberían recibir información no sólo de su consumo de agua sino también de si están por encima o por debajo del parámetro establecido por sus pares. Se puede alentar a los habitantes de zonas propensas a inundaciones a poner en marcha medidas de protección mostrándoles que otros miembros de su comunidad han adoptado esas prácticas con rapidez. Inversamente, las exhortaciones en las que se enfatiza que gran cantidad de personas aún no ha aplicado iniciativas básicas de eficiencia energética están condenadas a provocar que el nivel de adopción de esas medidas sea aún menor, no mayor.

Las normas sociales pueden complementar los enfoques y las herramientas tradicionales de políticas públicas, como la regulación, los impuestos y los precios. Si se piensa en la conducta grupal, se puede mejorar el impacto de estas medidas y crear oportunidades para combinar diversos instrumentos. Sin embargo, algunas políticas basadas en incentivos económicos podrían provocar más daños que beneficios si debilitaran el efecto de las normas sociales. La fijación de precios a la contaminación o las emisiones puede generar en quienes contaminan la impresión de que está bien



hacerlo, siempre y cuando paguen su parte. De modo semejante, si las normas no se hacen cumplir acabadamente o existe la percepción de que es posible eludir las reglas formales, se puede favorecer las conductas más egoístas y debilitar la cooperación<sup>42</sup>.

Otros alegatos más radicales en favor de las normas sociales se centran en parámetros de progreso alternativos: por ejemplo, enfatizan un cambio hacia nociones del bienestar desvinculadas del consumo<sup>43</sup>. Por otro lado, se puede superar la oposición política a instrumentos como los impuestos ecológicos a través de mecanismos de devolución fiscal: en Suecia, por ejemplo, las tasas impositivas sumamente elevadas que se cobran al óxido de nitrógeno emitido por los productores de electricidad resultaron aceptables desde el punto de vista político porque la totalidad del importe del tributo se devolvía a los productores sobre la base de la cantidad de electricidad que generaban<sup>44</sup>.

Es obvio que estas medidas no bastan para garantizar el éxito de las políticas climáticas. Pero es muy probable que resulten necesarias. Alentar el cambio de conductas en favor de la mitigación y la adaptación implica algo más que suministrar información adicional, financiamiento o tecnología. Las medidas tradicionales se pueden complementar con intervenciones alternativas, a menudo a un costo bajo. En vez de simplemente tratar los factores sociales y psicológicos que impulsan la conducta como barreras a la adaptación y la mitigación, los funcionarios encargados de diseñar políticas pueden utilizarlos para elaborar programas más eficaces y sostenibles.

### **Volver a incluir al Estado**

Durante los últimos 30 años, se ha ido recortando el papel del Estado en varias esferas que son cruciales para abordar el desafío del clima, por ejemplo, la investigación sobre energía. El retroceso en la intervención directa se produjo a la par del cambio con el que se pasó de “gobierno” a “gestión”, y del énfasis en la función del Estado de dirigir y propiciar el sector privado<sup>45</sup>. Esta tendencia general oculta un panorama muy complejo. Durante el siglo XX, Europa experimentó diversas formas y grados de capitalismo estatal. El surgimiento de las economías de Asia oriental, incluida China, demostró la preeminencia del Estado en la tarea de “gobernar el mercado” para generar el ejemplo más exitoso de desarrollo acelerado<sup>46</sup>. Más recientemente, la crisis financiera de 2008 mostró los peligros ocultos de la desregulación y la falta de restricciones en los mercados, y dio

pie a un nuevo énfasis en favor de reincorporar al Estado.

El cambio climático exige medidas públicas que aborden las múltiples deficiencias del mercado que impulsan dicho fenómeno: fallas en la fijación de precios, las investigaciones y el desarrollo de tecnologías y la coordinación y la acción colectiva en el plano mundial, nacional y local<sup>47</sup>. En tanto agentes que proveen bienes públicos y corrigen las externalidades, se espera que los gobiernos solucionen estas deficiencias del mercado. Pero existen también motivos más específicos para la intervención gubernamental.

En primer lugar, la participación del sector privado a la hora de resolver el desafío climático es crucial, pero exagerar su importancia no sería prudente. A pesar del entusiasmo por la contribución del sector privado a los grandes proyectos de inversión durante las décadas de 1980 y 1990, su intervención en el ámbito de la infraestructura sigue siendo limitada. Si bien se espera que el grueso de las inversiones y el financiamiento adicional necesario para las actividades de mitigación y adaptación provenga del sector privado, serán fundamentales las políticas y los incentivos gubernamentales<sup>48</sup>. Asimismo, las empresas de electricidad y suministro energético son por lo general de propiedad estatal o compañías privadas reguladas por el gobierno. Para modificar la composición del grupo de establecimientos generadores de electricidad que se utilizan, es posible que hagan falta subsidios e inversiones iniciales en capital fijo. Las empresas ciertamente tienen un incentivo para hacerse de las atractivas utilidades que generan las inversiones en eficiencia energética pero, como se expuso en el capítulo 4, es probable que se requiera la acción de los gobiernos para eliminar las barreras de mercado. Allí donde el costo elevado de las nuevas tecnologías (vehículos de bajo nivel de emisión o generación de electricidad a partir de energía solar, por ejemplo) restringen la oferta y la demanda, tal vez se deban ofrecer incentivos para ampliar los mercados.

En segundo lugar, es posible que tanto las actividades de mitigación como las de adaptación incrementen el gasto público. La subasta de permisos de emisión o los impuestos al carbono generan ingresos. Para no incrementar el gasto, los gobiernos deberían reembolsar la totalidad de los impuestos o reciclar completamente los ingresos obtenidos. Pero una neutralidad fiscal de este tipo puede parecer un lujo en países que buscan efectivo para financiar nuevas inversiones públicas para

la adaptación o para nuevas obras de infraestructura energética e intentan contener a la vez sus déficits fiscales. Como se señala en el capítulo 7, los gobiernos deben ampliar su papel ya significativo en la investigación, el desarrollo y la puesta a prueba de tecnologías. Pueden modificar los incentivos, ya sea subsidiando las inversiones con beneficios sociales más amplios, que los mercados no suelen ofrecer en cantidad suficiente (como la investigación y el desarrollo de energías, que les resultan riesgosos), o estableciendo impuestos o normas para regular conductas socialmente perjudiciales.

En tercer lugar, la mayor frecuencia y gravedad de los acontecimientos meteorológicos extremos presionará a los gobiernos para que profundicen su función de aseguradores. Como se indica en el capítulo 2, los mercados sólo pueden avanzar hasta cierto punto en los seguros contra riesgos climáticos. Los sistemas de seguros del mundo desarrollado ya están sobreexigidos, pues deben hacer frente a amenazas crecientes en las costas de Estados Unidos y Japón, las islas de ingreso mediano-alto del Caribe y las llanuras de inundación del norte de Europa. Se prevé que el cambio climático agravará los problemas con los seguros y hará necesario renegociar el límite entre los sistemas privados y públicos. Los gobiernos recibirán presiones para transformarse en aseguradores de último recurso de una mayor parte de la población y un mayor número de daños. Paralelamente, será necesario abordar los peligros morales que induzcan a las personas a tomar decisiones inadecuadas debido a los seguros.

En cuarto lugar, los gobiernos tendrán que incrementar sus actividades en tanto plataformas de conocimiento y aprendizaje, en particular en lo que respecta a la adaptación<sup>49</sup>. Tal como se argumenta en el capítulo 7, esto exigirá más inversiones en investigación y desarrollo y mercados más eficaces para la innovación tecnológica. Requerirá también transformar los servicios meteorológicos en servicios climáticos, supervisar la distribución de la información en los distintos niveles y utilizar los sistemas y las organizaciones internacionales como ámbitos de aprendizaje, en los que los gobiernos puedan aprender unos de otros y adaptar sus políticas a las circunstancias locales.

Quinto, por su carácter de reserva primordial de legitimidad política, se espera que los gobiernos dirijan al sector privado, faciliten la acción comunitaria y determinen el grado óptimo de descentralización de las medidas

y las decisiones sobre adaptación y mitigación. Además de dirigir, se espera que actúen también como “garantes”, verificando que se cumplan los objetivos y las metas a través de un renovado énfasis en las normas, los impuestos, la planificación de largo plazo y la comunicación<sup>50</sup>.

Nada de esto implica que deba ampliarse el Estado: el tamaño del gobierno no siempre se asocia con un mejor suministro de bienes públicos<sup>51</sup>. Por el contrario, la cuestión radica en reconocer, como se señala en el capítulo 2, que los nuevos desafíos que impone el cambio climático también incrementarán el costo de las fallas del gobierno. Para encarar estos desafíos será necesario extender los objetivos y los programas gubernamentales y ampliar el tipo, el alcance y la calidad de las intervenciones oficiales.

### *Hacia un gobierno con conciencia climática*

Si pretenden abordar con éxito el cambio climático, los gobiernos deberán rever el modo en que trabajan. A medida que la atención deje de centrarse en la identificación de las causas y los impactos del cambio climático y pase a la elaboración de respuestas, se deberán reconfigurar los esquemas gubernamentales<sup>52</sup>.

En la mayoría de los países no hay una única entidad pública que pueda controlar por completo las políticas sobre cambio climático: las representaciones, las responsabilidades y los mandatos pertinentes están distribuidos en diversos ministerios. Sin embargo, algunos gobiernos cuentan con un organismo capaz de hacer cumplir los balances de carbono. Por otro lado, los plazos de los impactos climáticos y las respuestas necesarias superan ampliamente los de cualquier gobierno elegido. Asimismo, las burocracias no aprenden con rapidez<sup>53</sup>. Dado que la incorporación del cambio climático como una esfera más de las políticas públicas es una novedad y en vista de que urge adoptar medidas, los funcionarios encargados de diseñar políticas deben prepararse para enfrentar cierto grado de fracaso y para aprender de él. En los estudios referidos al tema, estos problemas han sido considerados las principales causas de la inacción en las organizaciones<sup>54</sup>.

La eficacia del gobierno será crucial para multiplicar el impacto del financiamiento destinado a la adaptación. Como se indica en el capítulo 6, la mayor parte de las actividades actuales de adaptación se llevan a cabo a través de proyectos independientes e inconexos. La

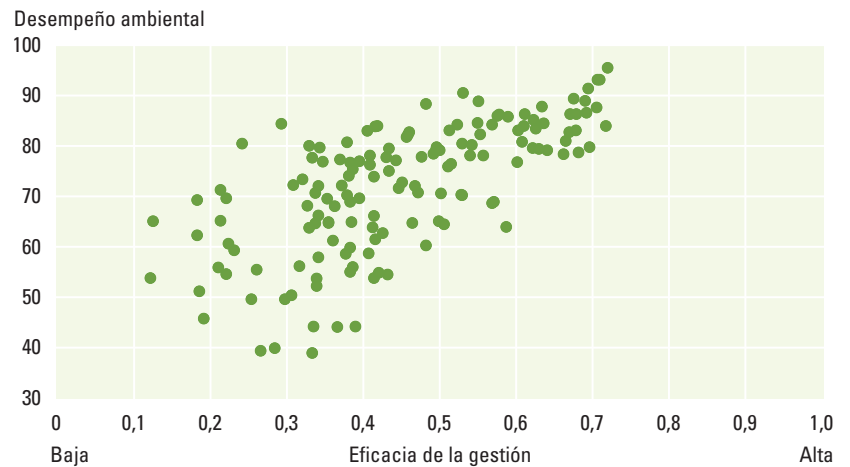
fragmentación del financiamiento para adaptación dificulta la labor de incorporar y ampliar este tipo de actividades en la planificación y los procesos de desarrollo, incrementa los costos de transacción tanto para receptores como para donantes, y provoca que políticos y funcionarios desvíen la atención de las prioridades internas para ocuparse de tareas vinculadas con la asistencia. Las decenas de miles de millones de dólares que se necesitan para la adaptación pueden ejercer una presión adicional sobre la ya limitada capacidad de absorción de los países en desarrollo. Muchas de las naciones que más necesitan respaldo para la adaptación son las que menos capacidad tienen para administrar y absorber financiamiento. Cuando la capacidad de un país receptor para administrar fondos es limitada, los donantes imponen un control más férreo de los recursos y las modalidades de los proyectos, lo que genera una exigencia aún mayor para los sistemas nacionales y conduce a un círculo vicioso de escasa capacidad, déficit fiscal y fragmentación<sup>55</sup>.

### Mejorar la capacidad del gobierno central

Cuando los líderes políticos muestran un vivo interés y provocan que las mentes de los funcionarios, la opinión pública y los actores externos se centren en el tema, los países avanzan. Por el contrario, cuando los líderes no actúan, las naciones quedan rezagadas. Esto no es en absoluto sorprendente. Quienes toman las decisiones son personas, y las fallas en el modo en que éstas adoptan decisiones afecta también el funcionamiento de las organizaciones, incluidos los gobiernos<sup>56</sup>. No obstante, el liderazgo no es sólo un tema individual, sino también institucional y se vincula con el modo en que se organizan la responsabilidad, la coordinación y la rendición de cuentas respecto de las políticas climáticas (gráfico 8.6).

**Asignar responsabilidades por las políticas climáticas.** En la mayoría de los países, el cambio climático sigue siendo ámbito de competencia exclusiva del Ministerio de Medio Ambiente. Pero la política climática tiene efectos sobre esferas que exceden los límites de la protección ambiental e incluyen el comercio, la energía, el transporte y la política fiscal. Los organismos ambientales suelen tener menos peso que departamentos tales como los del Tesoro, Comercio o Desarrollo Económico. Por lo general, cuentan con menos recursos y quienes los representan en los gabinetes son políticos poco experimentados.

**Gráfico 8.6 Una gestión eficaz va de la mano de un buen desempeño ambiental**



Fuentes: Kaufman, Kraay y Mastruzzi, 2007; Esty y otros, 2008.

Nota: el desempeño ambiental se mide por el índice de desempeño ambiental (<http://epi.yale.edu/>). La eficacia de la gestión se califica del 0 al 1 y se obtiene utilizando la transformación logarítmica del indicador de eficacia de la gestión incluido en la base de datos de los indicadores mundiales de buen gobierno para 212 países correspondientes al período 1996-2007. Combina las opiniones de un gran número de participantes en encuestas a empresas, ciudadanos y expertos en países de ingreso alto y naciones en desarrollo.

Si bien no hay una receta única para asignar las obligaciones respecto del clima, es crucial consolidar la responsabilidad (recuadro 8.7). La consolidación burocrática (sobre la base de la independencia presupuestaria, el personal idóneo y la facultad para proponer y hacer cumplir leyes) concentra la autoridad y evita la dilución de responsabilidades que puede llevar a la inacción. La creación de organismos de nivel ministerial a cargo de ministros de gabinete experimentados o la inclusión de la política climática en el programa de entidades clave ya establecidas son signos de una tendencia hacia la consolidación burocrática.

**Facilitar la integración y la coordinación entre organismos.** La consolidación burocrática, si bien es importante, quizá no sea suficiente. Además, la creación de una entidad separada puede ser incluso contraproducente. Para lograr la coherencia en las políticas de toda una administración se necesita integrar la planificación climática en todo el ámbito del gobierno. Aquí el desafío radica en la típica división de la labor gubernamental en compartimentos estancos y en la tendencia a tratar los problemas de dimensiones múltiples en segmentos institucionales aislados. Los enfoques que promueven la integración contemplan la creación de unidades dedicadas al clima en cada ministerio u organismo, complementada con planes sectoriales de adaptación y mitigación en el nivel nacional y local. Además de

### RECUADRO 8.7 *Los caminos de China e India hacia la reforma institucional para favorecer las medidas contra el cambio climático*

En China se observa cómo la responsabilidad por las políticas climáticas se ha trasladado de la periferia hasta el centro de la actividad gubernamental. Inicialmente, en 1990 el gobierno estableció instituciones especiales para tratar el cambio climático. En reconocimiento de la importancia y la índole intersectorial del tema, en 1998 creó el Comité Nacional de Coordinación sobre el Cambio Climático.

En 2007, este comité se transformó en el Grupo Directivo Nacional para Abordar el Cambio Climático. Este grupo, liderado por el primer ministro chino, coordina las estrategias, políticas y medidas de las 28 unidades que lo integran, pertenecientes a diversas entidades gubernamentales. Durante la reforma de

2008, la oficina general del grupo directivo se ubicó en el seno de la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma, que lleva adelante la labor general sobre cambio climático, con el respaldo de un comité de expertos que le suministra la información científica en la que basan sus decisiones.

India es otro ejemplo entre los países en desarrollo. Su Consejo sobre Cambio Climático está presidido por el primer ministro. Este organismo elaboró el Plan Nacional de Acción sobre Cambio Climático y es responsable de supervisar su aplicación. El mencionado plan abarca ocho misiones nacionales que involucran a diversos ministros sectoriales, puesto que incluyen energía solar, mejora de la eficiencia energética,

hábitat sostenible, conservación del agua, mantenimiento del ecosistema del Himalaya, creación de una "India ecológica", agricultura sostenible y elaboración de una plataforma de conocimiento estratégico vinculado con el cambio climático. La visión que se refleja en el Plan Nacional de Acción es la de un reemplazo gradual de los combustibles fósiles por combustibles no fósiles y fuentes de energía renovable.

En otros países, tanto desarrollados como en desarrollo, ya se han adoptado medidas similares de reforma institucional.

*Fuente:* equipo a cargo de la elaboración del IDM.

revisar sus mandatos, las entidades públicas pertinentes (como las que se vinculan con la salud pública, la energía, la silvicultura, la planificación del uso de la tierra y la gestión de los recursos naturales) pueden coordinar su labor bajo la dirección de un organismo principal dedicado al cambio climático. Es posible que, para lograr este tipo de coordinación, sea necesario reconsiderar el papel de los servicios hidrometeorológicos (véase el capítulo 7).

Las nuevas entidades de coordinación (una comisión de gabinete sobre cambio climático, un comité que vincule explícitamente el clima con un tema clave ya reconocido, como la energía, o un comité gubernamental de coordinación presidido por el organismo principal) pueden congregarse a los funcionarios de todas las áreas del gobierno que se dedican al cambio climático. La coordinación de la política climática también puede estar a cargo del primer ministro, por ejemplo, si se crea una función de asesoría directamente dentro de sus competencias.

Tanto para lograr integración como coordinación, se debe prestar especial atención al desarrollo de políticas y estrategias sectoriales. Como se muestra en el capítulo 4, en muchos países la política energética pone el énfasis en la reforma de los mercados y la fijación de precios, la introducción de la competencia en el sector y el desarrollo de instituciones reguladoras para ofrecer a los consumidores precios bajos y un suministro confiable<sup>57</sup>. Hasta hace muy poco, la mitigación no era siquiera una preocupación tangencial dentro de la política

energética. A medida que el cambio climático vaya cobrando importancia en el temario político, se actualizarán los mandatos de las entidades de energía, así como las políticas y estrategias que las guían, de modo de incluir el suministro con bajos niveles de emisión de carbono y la eficiencia energética entre sus responsabilidades centrales.

Los documentos de estrategia pueden mejorar la coordinación de las actividades de adaptación. Tal es el caso de los programas nacionales de acción para la adaptación (PNAA) de los países menos adelantados. En los PNAA, surgidos como un ejercicio técnico de fijación de prioridades, se determinan los impactos específicos para el país y se diseñan respuestas adaptadas al contexto local gracias a la participación de distintos organismos y niveles del gobierno, así como una amplia gama de empresas y actores de la sociedad civil. En este sentido, pueden brindar un marco institucional para situar la adaptación en el centro de las prioridades gubernamentales. No obstante, para consolidar su función estratégica, necesitarán más atención de partes interesadas internas y externas (recuadro 8.8).

Reforzar la rendición de cuentas de los gobiernos. Cuando las líneas de rendición de cuentas no están claras, ya sea por la naturaleza del tema en cuestión o por fallas institucionales, es posible que los gobiernos se abstengan de actuar en asuntos específicos. Tal es el caso de las respuestas ante desastres naturales. A menos que un país se vea azotado con regularidad por fenómenos meteorológicos graves, la

### RECUADRO 8.8 *Programas nacionales de acción para la adaptación*

Los programas nacionales de acción para la adaptación (PNAA), que constituyen el esfuerzo nacional más relevante de los países menos adelantados para identificar las esferas prioritarias para la adaptación al cambio climático, han sido objeto de tres críticas. En primer lugar, el proceso de los PNAA pone en marcha proyectos similares en países diferentes, sin prestar atención a sus necesidades específicas de adaptación. En segundo lugar, resulta difícil diferenciar muchos de los proyectos de adaptación de las iniciativas de desarrollo normales. En tercer lugar, el proceso de los PNAA no logra la participación de los principales ministerios y encargados de tomar decisiones del país o no presta atención suficiente a las necesidades institucionales del nivel subnacional y local.

En vista de estas críticas, el equipo a cargo de la elaboración del IDM organizó dos reuniones con funcionarios de alto nivel de los PNAA de países de Asia y África: una celebrada en octubre de 2008 en Bangkok y la otra en noviembre de 2008 en Johannesburgo. Estas reuniones mostraron un panorama más complejo y sus resultados sugieren que posiblemente algunas críticas sean erradas.

Si bien las necesidades y los proyectos de adaptación pueden parecer similares cuando

se observan colectivamente, varían en gran medida de un país a otro en función de los peligros y amenazas climáticas que se hayan considerado más relevantes. Las directrices estándar por las que se rigen los PNAA pueden ser la causa de algunas similitudes en el lenguaje utilizado para defender los proyectos que se consideran más adecuados para encarar las necesidades de adaptación más urgentes. La preponderancia de proyectos referidos a agricultura, recursos naturales y gestión de desastres refleja el hecho de que los impactos del cambio climático se sentirán primero en los sectores vinculados con los bienes primarios y la gestión de desastres. Por último, los PNAA se elaboraron con muy poco dinero, de modo que la planificación no podía extenderse más allá del nivel nacional ni abarcar múltiples ministerios y funcionarios.

Pero hay también una contracara a estas críticas: el modo en que los países menos adelantados ven los PNAA que han elaborado.

Escaso apoyo financiero. El costo total de todos los proyectos identificados como urgentes en 38 documentos de los PNAA no alcanza los US\$2.000 millones. A pesar de que el monto es bajo, se ha contado con

poco apoyo financiero, lo que ha generado inquietudes legítimas acerca de la asistencia de los donantes y ha incrementado la desconfianza.

Estructura deficiente. Los mecanismos institucionales para la adaptación deben ser más duraderos, estar mejor vinculados con los distintos ministerios, contar con el apoyo de los ministerios de Finanzas y Planificación, y conectarse más estrechamente con las provincias y los distritos. La planificación puede estar a cargo de un organismo específico, pero la ejecución deberá llevarse a cabo a través de las estructuras institucionales y gubernamentales existentes, puesto que muchos proyectos son sectoriales.

Escasa capacidad. La capacidad para planificar y poner en marcha actividades de adaptación sigue siendo muy escasa en la mayoría de los países menos adelantados. Se necesita mejorar las aptitudes técnicas, los conocimientos, la capacitación, los equipos y los modelos. Expertos de las universidades y la sociedad civil podrían aportar cierto grado de capacidad en estas áreas.

*Fuente:* equipo a cargo de la elaboración del IDM.

prevención y la respuesta ante catástrofes suele dejarse de lado en los programas de gobierno. Los funcionarios consideran improbable que se los controle, recompense o castigue por acciones que el público ni siquiera sabe que son responsabilidad del gobierno (por ejemplo, evitar desastres). Si la relación entre el esfuerzo y el resultado no queda clara para el público, los gobiernos carecen de incentivos contundentes para actuar.

La responsabilidad gubernamental por las políticas climáticas puede acentuarse si se exige a las entidades del sector que rindan cuentas más acabadamente ante los principales ministerios, como el Tesoro o el primer ministro, y se somete a todo el gobierno a un mayor control del Parlamento, el público y los órganos autónomos (recuadro 8.9). Los Parlamentos pueden realizar audiencias, controlar el desempeño, educar al público y exigir al gobierno que presente con regularidad informes sobre los objetivos, las políticas y los logros en el ámbito del clima. Plasmar los objetivos y las metas de las políticas climáticas en una ley puede constituir una herramienta poderosa para lograr mayor responsabilidad en el gobierno y garantizar la

continuidad de las medidas más allá del breve horizonte temporal de una administración. Un organismo de expertos independientes puede formular recomendaciones al gobierno e informar al Parlamento.

#### *Impulsar la acción del gobierno local*

Los gobiernos locales y regionales pueden ofrecer un espacio político y administrativo más cercano a las fuentes de emisión y a los impactos del cambio climático. Se encargan de aplicar y articular las políticas nacionales y desempeñan funciones regulatorias, de planificación y formulación de políticas en sectores clave para la mitigación (transporte, construcción, servicios públicos, promoción local) y para la adaptación (protección social, reducción del riesgo de desastres, gestión de los recursos naturales). Dado que están más cerca de los ciudadanos, pueden generar conciencia en el público y movilizar la acción de actores ajenos al Estado. Asimismo, puesto que se encuentran en el punto de intersección entre el gobierno y el público, constituyen el espacio en el que es posible exigir cuentas al gobierno por la adopción de respuestas adecuadas<sup>58</sup>.

### RECUADRO 8.9 *Cómo se incrementó la responsabilidad del gobierno ante el cambio climático en el Reino Unido*

Al reestructurar y establecer la maquinaria institucional necesaria para las iniciativas contra el cambio climático, el Reino Unido también ha puesto en marcha medidas que aumentan la responsabilidad del gobierno por el logro de resultados:

- Aprobó una ley sobre cambio climático que constituyó la base normativa para establecer los objetivos oficiales de emisión de CO<sub>2</sub> del país en el corto, mediano y largo plazo, a través de balances de carbono de cinco años de duración en los que se fijan los niveles anuales de emisión admisible. En todo momento estarán activos tres balances de carbono que abarcan un período de 15 años, lo que presentará

una perspectiva de mediano plazo sobre la evolución de las emisiones de carbono en toda la economía.

- Designó un organismo principal dedicado al cambio climático: el Departamento de Energía y Cambio Climático.
- En el Convenio 27 del Sector Público, estableció formalmente la responsabilidad del Departamento de Energía y Cambio Climático ante el Tesoro por el logro de diversos objetivos de políticas y fijó metas de cumplimiento para medir el desempeño respecto de dichos objetivos. Entre estas metas se incluyen medidas específicas para reducir el total de emisiones del país, incrementar la extracción

sostenible de agua y atenuar la intensidad de carbono de la economía británica.

- Creó un comité sobre cambio climático que actúa como organismo asesor experto independiente y puede recomendar al gobierno diversos modos de lograr los objetivos. El comité presenta un informe anual ante el Parlamento, y el gobierno debe responder formalmente. Cada cinco años, el comité realizará una evaluación amplia del avance general del país respecto de los objetivos de largo plazo.

*Fuente:* equipo a cargo de la elaboración del IDM.

Probablemente por estos motivos, las autoridades locales a menudo preceden a los gobiernos nacionales en la adopción de medidas contra el cambio climático. Como se muestra en el capítulo 2, los niveles regionales y locales suelen resultar más apropiados para encarar el diseño y la aplicación de medidas de adaptación en la agricultura, la planificación de la infraestructura, la capacitación y la gestión del agua. Pero los gobiernos locales también pueden tomar la iniciativa en la mitigación. En Estados Unidos, estados de ambas costas han elaborado estrategias y metas locales para luego unirse y crear mercados de carbono regionales de índole experimental (recuadro 8.10). Ciudades de todo el mundo cuentan con sus propios planes de acción y estrategias climáticas, con los que adoptan las metas de Kyoto para compensar la inacción de los gobiernos nacionales y se convierten en miembros activos de las iniciativas urbanas nacionales e internacionales, como la red C40, que incluye a las ciudades más grandes del mundo que se han comprometido a abordar el cambio climático.

La importancia de los gobiernos locales exige que se los incluya en las políticas climáticas. La descentralización de estas políticas tiene ventajas y desventajas, y su nivel y alcance óptimos varían según el contexto<sup>59</sup>. Los gobiernos locales padecen las mismas limitaciones que los centrales, aunque por lo general en un grado mayor. En el nivel local, la política climática suele estar a cargo de una unidad ambiental, con problemas de integración y coordinación. Los gobiernos subnacionales a

menudo presentan déficits de recursos y capacidades y tienen menor poder fiscal, lo que les impide recurrir a impuestos ecológicos. A pesar de su cercanía respecto de los ciudadanos, a menudo no poseen la misma legitimidad que los gobiernos nacionales, debido a la escasa concurrencia en las elecciones locales y la debilidad de los mandatos electorales o la escasa capacidad para generar resultados. Todos estos factores hacen que la delegación de las políticas climáticas en estos gobiernos sea particularmente complicada.

A fin de incrementar la colaboración vertical, los gobiernos nacionales pueden encarar medidas que promuevan la habilitación, la provisión y la autoridad. Las medidas de habilitación incluyen la transferencia de conocimientos y prácticas óptimas. Revisten interés las iniciativas para establecer parámetros que se vinculan con la competencia y los premios para las autoridades locales de mejor desempeño: el índice de competitividad provincial de Viet Nam es un buen ejemplo de estos parámetros en el nivel subnacional. Las medidas de provisión comprenden los convenios del sector público basados en el desempeño, que relacionan el financiamiento no sólo con la cantidad de habitantes y la cobertura geográfica de la autoridad, sino también con el logro de objetivos. Entre las medidas de autoridad figuran las leyes nacionales que exigen a los gobiernos locales elaborar planes estratégicos en los sectores pertinentes o mecanismos regulatorios para que los funcionarios locales rindan cuentas ante el gobierno

**RECUADRO 8.10** *Federalismo ecológico y políticas contra el cambio climático*

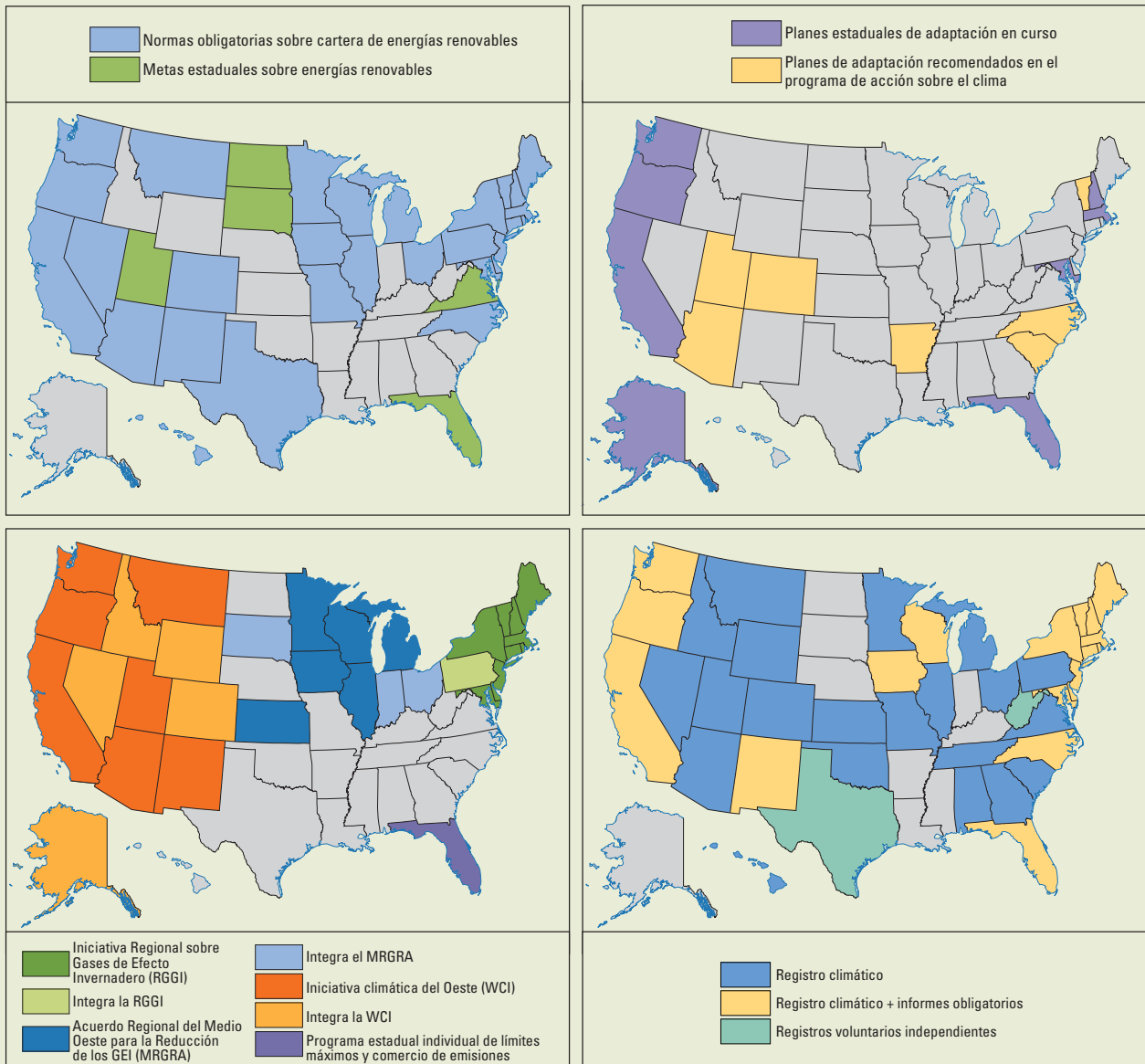
Desde hace tiempo se reconoce que las jurisdicciones subnacionales en los sistemas federales son laboratorios para la experimentación y la reforma de políticas<sup>a</sup>. Los gobiernos estatales, provinciales y locales han mostrado diversos grados de éxito en lo que respecta a la eficiencia y eficacia de las políticas de “federalismo ecológico”, esto es, las iniciativas ambientales en las que los gobiernos subnacionales asumen la iniciativa<sup>b</sup>.

Entre los argumentos con los que se respalda el federalismo ecológico se incluye la capacidad de los gobiernos de niveles inferiores para adaptar las políticas a las

características únicas de sus recursos y su composición demográfica, así como la oportunidad que brinda para impulsar las políticas nacionales, de ritmo más lento, mediante aprendizajes y experimentos innovadores en el plano subnacional<sup>c</sup>. Los críticos del federalismo ecológico mencionan los riesgos de la fuga del carbono y el hecho de que incentiva a las empresas a trasladarse a jurisdicciones menos restrictivas. A menudo este proceso se califica como “la carrera hacia el fondo”, puesto que reduce la calidad ambiental y no genera suficientes bienes y servicios públicos<sup>d</sup>.

Pero en lo que respecta a la política climática, el federalismo ecológico ha dado resultados prometedores. Uno de los ejemplos más visibles es el de Estados Unidos (mapa del recuadro). A pesar de la decisión del gobierno nacional de no ratificar el Protocolo de Kyoto, y en ausencia de una política federal abarcadora sobre el cambio climático, los gobiernos subnacionales han tomado la iniciativa<sup>e</sup>. Muchas regiones cuentan con programas de seguimiento y registro de gases de efecto invernadero y han fijado objetivos de reducción de emisiones. Por otro lado, decenas de estados han elaborado y puesto en marcha

**Federalismo ecológico en Estados Unidos: iniciativas estatales y regionales**



(Continúa)

**RECUADRO 8.10** *Continuación*

planes de mitigación y adaptación o han instaurado normas sobre carteras de energías renovables y objetivos de reducción de emisiones. Diversas ciudades y municipalidades también han puesto en marcha amplios programas de planificación y auditoría del cambio climático y han establecido objetivos propios de reducción de emisiones.

Estas acciones representan en conjunto reducciones significativas, y algunos

argumentan que estos esfuerzos han conducido a una carrera hacia la cima<sup>f</sup>. Si los pocos estados que han establecido metas claras de emisión logran los objetivos que se han fijado para 2020, ese año las emisiones nacionales podrían estabilizarse en los niveles de 2010<sup>g</sup>.

*Fuente:* El Pew Center on Global Climate Change hace el seguimiento de las medidas de los gobiernos estatales ([www.pewclimate.org](http://www.pewclimate.org)).

- a. Osborne, 1988.
- b. Oats y Portney, 2003.
- c. Lutsey y Sperling, 2008.
- d. Kunce y Shogren, 2005.
- e. Rabe, 2002.
- f. Rabe, 2006.
- g. Lutsey y Sperling, 2008.

central, como en el caso de la planificación del uso de la tierra.

### Pensar los programas climáticos en términos políticos

El diseño y los resultados de toda política pública están determinados por la solidez, la densidad y la amplitud de la sociedad civil; la cultura burocrática y las leyes presupuestarias, y los factores que impulsan la articulación y organización de los intereses políticos<sup>60</sup>. Los combustibles fósiles, además de ser el motor de las economías de países desarrollados y en desarrollo, alimentan algunos de los intereses particulares que configuran el ámbito de lo político. En muchos países en desarrollo, no sólo no se cobra el carbono, sino que se lo subsidia (véase el capítulo 4). A finales de 2007, aproximadamente la quinta parte de los países subsidiaban la gasolina, y poco más de un tercio subsidiaba el diésel. Más de dos tercios de los países de ingreso bajo y mediano bajo subsidiaban el keroseno<sup>61</sup>. Indudablemente, los países con un amplio sector energético basado en combustibles fósiles o con economías de elevada intensidad de utilización de energía enfrentan una gran resistencia al cambio<sup>62</sup>. Como resultado, en todo el mundo, las fuentes y los factores que favorecen la emisión de carbono a menudo están ligados a la legitimidad política de los gobiernos.

Cada sistema político ofrece ventajas y desventajas para el tratamiento del cambio climático. En el caso de la democracia, hay pruebas contundentes que indican que el desempeño en relación con las políticas ambientales es superior al de las autocracias<sup>63</sup>. Las libertades políticas mejoran el desempeño ambiental, en particular en las naciones pobres<sup>64</sup>. El mayor grado de libertad civil se vincula con una mejor calidad del aire y del agua, por ejemplo, con menos dióxido de azufre y partículas en el

aire y menores niveles de coliformes y oxígeno disuelto en el agua<sup>65</sup>. Las democracias suelen estar más dispuestas a integrarse a los sistemas y tratados ambientales internacionales, generalmente ratifican dichos tratados con mayor celeridad y han podido resolver en el pasado problemas de los bienes comunes de alcance mundial, como el agotamiento de la capa de ozono<sup>66</sup>.

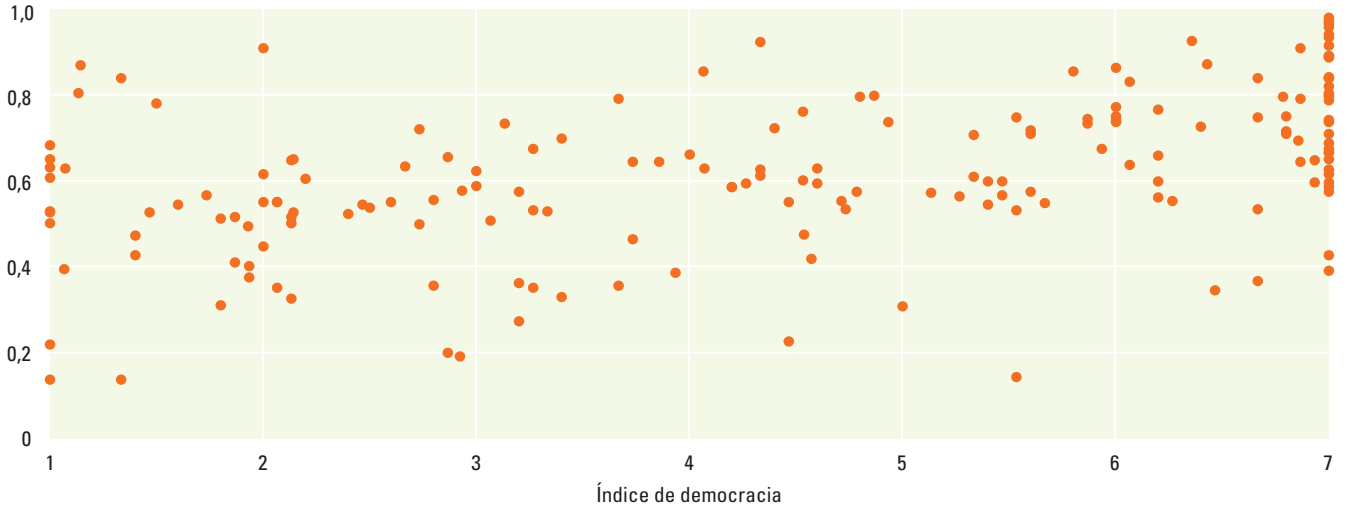
No obstante, en ocasiones las democracias son más eficaces para generar productos normativos (suscribir compromisos internacionales) que para provocar efectos directos (reducciones reales de las emisiones), como en el caso de Kyoto<sup>67</sup>. Como ocurre con los consumidores y votantes individuales, las democracias tienen mejor respuesta cuando se trata de comprometerse a resolver un problema que a la hora de resolverlo efectivamente: la “brecha ecológica” en las actitudes de los consumidores se traduce en una brecha entre palabras y hechos en la conducta de los gobiernos (gráfico 8.7)<sup>68</sup>. Los motivos son varios. A pesar del creciente interés público por el cambio climático, los políticos siguen temiendo al electorado y suponen que los votantes restarán apoyo a las medidas contra el cambio climático una vez que las políticas comiencen a afectarlas personalmente a través de costos directos y visibles (impuestos al carbono y la energía, incrementos de precios, pérdida de puestos de trabajo)<sup>69</sup>. Esto explicaría por qué es más difícil lograr la reducción de emisiones mediante restricciones que afectan las opciones individuales. Intervenir en las opciones de movilidad personal es más difícil desde el punto de vista político que dirigir medidas hacia las centrales eléctricas<sup>70</sup>.

En términos políticos, las iniciativas contra el cambio climático enfrentan un “límite de proximidad”. La tendencia de las personas a encarar primero las preocupaciones visibles y directas se traduce en un sesgo político que

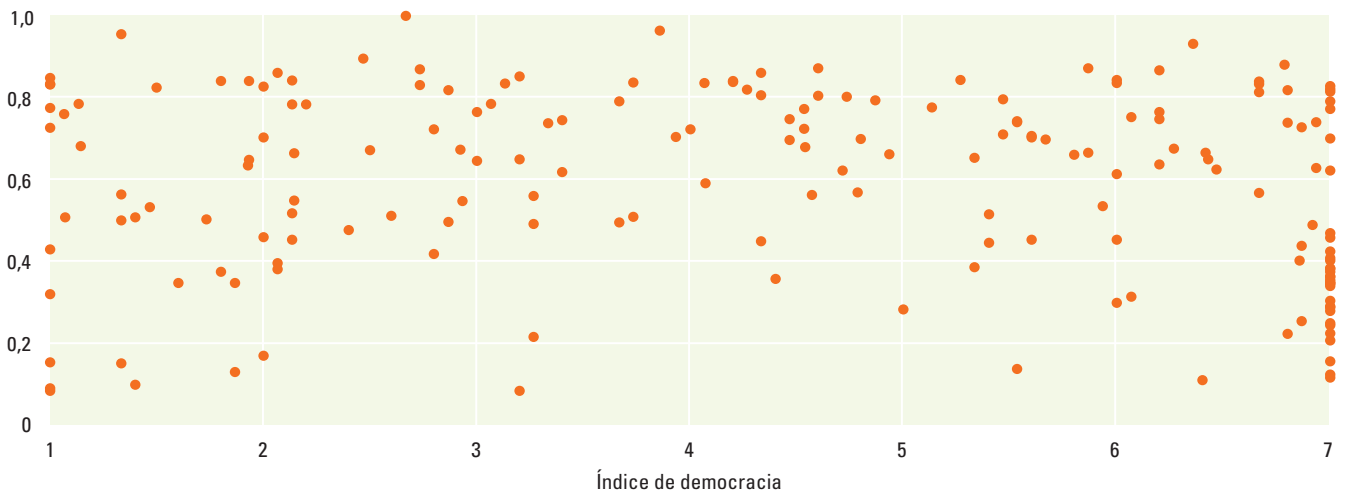


**Grafico 8.7 Las democracias son más eficaces para generar productos normativos vinculados con el clima que efectos directos**

Productos normativos: políticas, leyes y acuerdos internacionales



Efectos directos: reducción de emisiones



Fuente: Bättig y Bernauer, 2009.

*Nota:* los productos normativos son un índice de la conducta cooperativa en la política sobre cambio climático, que abarca la ratificación de acuerdos, la presentación de informes y el financiamiento; va del 0 al 1, y los valores más elevados indican mayor cooperación. Los efectos directos son un índice de la conducta cooperativa en la política sobre cambio climático, que abarca las tendencias de emisión y los niveles de emisión; va del 0 al 1, y los valores más elevados indican mayor cooperación. El índice de derechos políticos elaborados por Freedom House es una medida de la democracia que abarca el grado de libertad en los procesos electorales, el pluralismo político y la participación, y el funcionamiento del gobierno. En términos numéricos, Freedom House califica los derechos políticos en una escala del 1 al 7, en la que el 1 representa el mayor grado de libertad, y el 7 el menor grado de libertad. Sin embargo, en este gráfico, la escala de los datos originales se ha invertido y los valores más elevados indican un mayor grado de democracia. Los datos son promedios de 1990-2005. El gráfico muestra que existe una relación positiva entre productos y grado de democracia, representado por el índice de derechos políticos de Freedom House; los países democráticos tienen, en general, mejores productos. Inversamente, no se ha encontrado ninguna relación significativa entre el grado de democracia y los efectos directos climáticos en la forma de reducción de emisiones (medida como la reducción de emisiones en 2003 en comparación con los niveles de 1990).

favorece la solución de los problemas ambientales locales (infraestructura de saneamiento, calidad del agua y del aire, riesgos asociados con escapes tóxicos, y protección del hábitat local) en detrimento de cuestiones transfronterizas (como la pérdida de biodiversidad, la pesca excesiva o el cambio climático)<sup>71</sup>. El límite de proximidad presenta también una dimensión temporal. Los problemas con horizontes cronológicos muy extensos, en particular los que conciernen a los bienes públicos, son

complicados de resolver. El cambio climático no es la excepción<sup>72</sup>. Los problemas intergeneracionales exigen encuadres normativos de largo plazo que no se condicen con los marcos temporales de los gobiernos y los ciclos electorales.

Cuando el público no actúa como promotor de ciertas cuestiones de políticas, la estrechez de miras puede producir incentivos perversos. La gestión del riesgo de desastres es un ejemplo de cómo pueden fallar las medidas estándar de

adaptación debido a que a menudo el público (el votante) no piensa en términos preventivos. En consecuencia, los encargados de tomar decisiones dejan de lado la prevención y la preparación porque con estos temas no se captan votos. A su vez, cuando dichos funcionarios se percatan de que las actividades de alivio ante desastres generan más rédito político que las tareas de preparación, se cierra el círculo del peligro moral. Estas afirmaciones distan de ser meramente teóricas. Si los costos de los desastres se han incrementado tan marcadamente, se debe en parte a que los gobiernos se dan cuenta de que ofrecer compensaciones a los grupos y las zonas afectadas por fenómenos meteorológicos muy perjudiciales genera importantes beneficios electorales<sup>73</sup>. Esta constatación juega en contra del cambio normativo y refuerza las políticas inadecuadas. Los seguros de cosechas ofrecidos por los gobiernos reducen los incentivos para que los agricultores eviten los daños generados por el clima. Las tareas de alivio ante desastres llevan a los ciudadanos y a los gobiernos locales a esperar una compensación que consideran un derecho y no a adoptar medidas preventivas<sup>74</sup>.

Las reformas en materia de clima dependen del apoyo político. Todo cambio normativo por lo general encuentra resistencia, en particular cuando conlleva costos visibles para actores diversos y de gran peso. La política climática es un ejemplo perfecto, dado que sus costos serán claramente visibles para diversos grupos económicos y la población en general. Para reunir apoyo público a las políticas climáticas, se pueden encarar numerosos caminos.

#### ***Definir medidas con las que pueda estar de acuerdo la mayor cantidad posible de actores políticos (clave)***

***Diseñar políticas que generen beneficios adicionales.*** Los países que respetan y ponen en práctica obligaciones ambientales internacionales por lo general están motivados por incentivos locales: contaminación del aire, degradación de la calidad del agua, amenazas ambientales directas y visibles<sup>75</sup>. Los individuos contribuyen más fácilmente a los bienes públicos cuando ven un beneficio directo. Por lo tanto, la búsqueda activa de metas y beneficios superpuestos debería ser una parte esencial de una estrategia climática políticamente sostenible<sup>76</sup>. No todas las políticas de desarrollo respetuosas del clima son específicas de esta última área, y hay toda una gama de actividades con las que se pueden superar las concesiones mutuas (o la percepción

de que se realizan tales concesiones) entre desarrollo económico y medidas contra el cambio climático. El desafío consiste en estructurar las medidas contra el cambio climático en términos de metas y beneficios adicionales locales, privados y de corto plazo, como la seguridad y la eficiencia energéticas, la salud pública y la reducción de la contaminación y del riesgo de desastres.

***Centrar la atención en los grupos clave.*** Los beneficios adicionales de la política climática pueden persuadir a intereses creados que inicialmente se oponían a ella. En el caso de la mano de obra, por ejemplo, cuando el efecto de corto plazo de la política climática en el empleo sea negativo, deberán mostrarse con claridad los beneficios compensatorios que ésta entrañará para la fuerza de trabajo organizada. Puede lograrse el apoyo de los sindicatos si se les demuestra que una economía con bajos niveles de emisión de carbono hace un uso más intensivo de la mano de obra que la economía convencional; que los ahorros en energía pueden transformarse en gastos más cuantiosos que requieran mayor cantidad de mano de obra; que las inversiones en desarrollo y difusión de tecnologías crearán puestos de trabajo, y que los ingresos derivados de los impuestos a la energía pueden compensar los tributos al trabajo, lo que incrementará la demanda de mano de obra. Es importante evaluar con cuidado si existe la percepción de que las políticas favorecen indbidamente a un grupo clave u otro. Las políticas climáticas cuentan con un fuerte respaldo entre los grupos que consideran que una economía con bajos niveles de carbono es una oportunidad comercial, pero las industrias tradicionales siguen oponiéndose. A menudo se cita la concesión gratuita de los permisos de emisión (*grandfathering*) como una medida estratégica para obtener el apoyo de largo plazo de las empresas, pero este método también genera resistencia en el público (recuadro 8.11).

***Recurrir a instrumentos y procesos de consenso.*** Si se obtiene el acuerdo previo de las principales partes interesadas respecto de medidas específicas, se pueden reducir los perjuicios políticos. Además de identificar los beneficios adicionales, las políticas de consenso implican establecer sistemas de consulta y mecanismos voluntarios con los que actores clave, como los grupos industriales, se someten a los principios de la política climática. Los sistemas políticos de consulta parecen ser más efectivos en las políticas ambientales<sup>77</sup>.

### Lograr un mayor grado de aceptación de las reformas

#### Buscar la equidad, la justicia y la inclusión.

La aversión a la desigualdad en un funcionario encargado de tomar decisiones es producto tanto de la ética como de la política, puesto que los resultados redistributivos normalmente generan recompensas o castigos políticos por parte de los votantes. Es más probable que el público acepte un cambio normativo si lo considera un modo de encarar un problema grave y si se percibe que sus costos y beneficios se distribuyen equitativamente. Para esto es necesario diseñar políticas climáticas progresivas y equitativas que incluyan medidas compensatorias transparentes para los grupos más pobres. Las políticas fiscales ecológicas pueden ser progresivas y constituir un fuerte factor de igualación<sup>78</sup>. El reciclaje de los ingresos derivados de los impuestos al carbono o la subasta de permisos de emisión puede servir de base a recortes impositivos y generar estímulos económicos. Si los fondos provenientes de dichos permisos de emisión e impuestos al carbono se destinan específicamente a mecanismos de protección social, se puede incrementar el nivel de aceptación de las reformas que conllevan fijación de precios a la energía. En varios países europeos, los ingresos recaudados en concepto de cargos sobre agentes contaminantes del aire, residuos peligrosos y sustancias químicas tóxicas permiten reducir los impuestos a la renta y las contribuciones a la seguridad social.

**Predicar con el ejemplo.** Los funcionarios encargados de diseñar las políticas pueden establecer normas sociales modificando la conducta del gobierno. La aplicación de medidas ecológicas en el seno del gobierno puede cumplir una importante función comunicativa además de generar beneficios inmediatos al reducir

las emisiones y propiciar la investigación e inversión en nuevas tecnologías. Allí donde sea posible, el gobierno puede también revisar instrumentos como las adquisiciones públicas para respaldar objetivos ecológicos.

#### Utilizar los desastres naturales vinculados con el clima como momentos de aprendizaje.

La fuerte atención que concitan los desastres puede dar pie a un rápido cambio de políticas, aunque por lo general estas oportunidades son de breve duración<sup>79</sup>. La ola de calor que se registró en Europa en 2003, el huracán Katrina de 2005 y los incendios forestales de Australia en 2009 generaron mayor atención en torno al cambio climático. Estos acontecimientos pueden abrir una vía para que los gobiernos adopten medidas que en tiempos normales serían impopulares<sup>80</sup>. El proceso de reconstrucción posterior también ofrece oportunidades para dejar atrás prácticas pasadas y conformar comunidades y sociedades con mayor capacidad de adaptación.

#### Lograr un mayor grado de aceptación para las políticas.

La acción rápida y repentina del gobierno puede esquivar la resistencia de grupos que desean mantener el *statu quo* y, si no se pierde el impulso, crear la sensación de que el cambio es inevitable<sup>81</sup>. Pero la introducción gradual también puede lograr que las políticas resulten más aceptables, dado que los cambios progresivos llaman menos la atención y provocan menos resistencia. Esto podría explicar por qué las principales economías se han demorado en comenzar a reducir sus emisiones. Los cambios pequeños y progresivos pueden conformar plataformas a partir de las cuales se propicien posteriormente cambios más profundos. En este caso, la previsibilidad que se instaure (fijando la orientación de largo plazo de las políticas gubernamentales) permite a las partes interesadas (tanto del gobierno como

### RECUADRO 8.11 Reunir apoyo para el sistema de límites máximos y comercio de emisiones

Recientemente, la Unión Europea creó un sistema de comercialización de emisiones con el fin de cumplir las obligaciones establecidas en el Protocolo de Kyoto. En términos generales, el sistema presenta muchas características positivas. Una peculiaridad es que se exige a los países miembros que concedan gratuitamente créditos de emisión (*grandfather*) a las empresas sin importar las enormes ganancias que se pueden generar con ellos ni las claras ventajas económicas

que se obtendrían al subastarlos. En parte debido a esta norma sobre la concesión gratuita y el reconocimiento implícito de las grandes ganancias asociadas con ella, este mecanismo de asignación rige sólo durante períodos de cinco años.

La brevedad de estos períodos de asignación evita que se ceda una cantidad excesiva de riqueza a través de la creación y la captación de las utilidades. Pero las ingentes ganancias con las que se beneficiarán

empresas sumamente contaminantes concitaron la atención de los medios de comunicación y provocaron el rechazo del público. Este sistema de cinco años también creó incentivos perversos para que se desarrollen conductas estratégicas destinadas a influir en la próxima norma de asignación y generó la protesta de empresas que procuran entrar en el sector.

Fuente: equipo a cargo de la elaboración del IDM.

ajenas a él) identificar los incentivos que necesitan para reorientar sus actividades<sup>82</sup>.

**Mejorar la comunicación.** Las estrategias de comunicación bien diseñadas no sólo contribuyen a modificar conductas, sino que también pueden movilizar apoyo político en favor de la reforma. Las campañas de información pública han sido un elemento clave para reformar con éxito los sistemas de subsidios, aun en los sitios donde los grupos que recibían esas subvenciones estaban mejor organizados o eran más poderosos que los beneficiarios de la reforma (consumidores y contribuyentes). La comunicación debería centrarse en salvar el déficit de información y abordar la oposición a las reformas, que puede tener fundamentos racionales. Por ejemplo, si se desmitifican algunas de las percepciones infundadas acerca de los aspectos negativos de las políticas climáticas, se puede reducir la incertidumbre y la oposición a ellas. Las investigaciones muestran que los temores de emprender una carrera hacia el fondo y perder competitividad son exagerados, y que la inversión en nuevas tecnologías ecológicas puede llevar al desarrollo de mercados para bienes y servicios ambientales<sup>83</sup>. De manera semejante, para lograr mayor aceptación en el público es fundamental hacer hincapié en que los impuestos ambientales no son tan solo una fuente de ingresos para el Estado, sino un factor clave para modificar conductas.

### **Abordar las deficiencias estructurales de los sistemas políticos**

**Consolidar el pluralismo político.** Los intereses creados, incluidos los que temen que la política climática perjudique a su empresa o su industria, pueden intentar limitar el alcance y el impacto de las iniciativas en esta esfera. Entre las medidas para reducir las actividades con las que los grupos de interés procuran apropiarse o tomar el control de la política climática, se incluye consolidar el pluralismo político. Esto puede provocar efectos diversos en las reformas. Si interviene un gran número de actores con poder de veto, se puede llegar a un estancamiento<sup>84</sup>. Pero, por lo general, el pluralismo político reduce la corrupción y las presiones a puertas cerradas, dado que permite el acceso y la participación de intereses contrapuestos<sup>85</sup>. Los intereses ambientales han prevalecido sobre los intereses empresariales que procuraban atenuar el rigor de las políticas ambientales en lo que respecta a la inocuidad de los alimentos, las normas sobre carteras de energías renovables y

la regulación de los desechos<sup>86</sup>. El pluralismo también puede favorecer las coaliciones entre intereses ambientales y empresariales como factor de cambio.

**Promover la transparencia.** Si se detallan claramente los costos de la energía y sus componentes (producción, importaciones, subsidios a la distribución, e impuestos), se puede generar apoyo para la reforma de los mercados energéticos. En el caso de las políticas de mitigación, una de las principales ventajas de la exposición transparente de los costos de la energía es que el costo adicional del carbono queda presentado en términos relativos. La transparencia ha resultado particularmente útil para generar conciencia pública acerca del costo de los subsidios a la energía, evaluar las soluciones de compromiso e identificar a los que ganan y los que pierden. Algunos países cuentan con sistemas de información sobre los subsidios que permiten al público comprender mejor sus costos y beneficios<sup>87</sup>.

**Dificultar la vuelta atrás en las políticas.** Los mecanismos políticos e institucionales pueden contribuir a evitar que la acción contra el cambio climático se delegue en quienes no han nacido aún dificultando la marcha atrás en las políticas climáticas. Tales mecanismos podrían incluir enmiendas constitucionales y leyes sobre el cambio climático<sup>88</sup>. Pero también pueden abarcar la creación de instituciones independientes que adopten una visión de largo plazo, del mismo modo que las instituciones monetarias controlan la inflación.

### **El desarrollo con un enfoque inteligente respecto del clima comienza por casa**

La búsqueda de respuestas adecuadas ante el cambio climático se centra desde hace mucho tiempo en la necesidad de lograr un consenso internacional, un acuerdo mundial. Si bien es importante, este acuerdo mundial es tan solo una parte de la respuesta. El cambio climático es sin dudas un fracaso del mercado mundial, pero se articula en función de causas y efectos definidos localmente y está atravesado por circunstancias específicas de cada contexto.

Esto significa que hay factores locales que determinan la política climática, tanto para mitigación como para adaptación. Un estudio referido a la adopción de normas sobre cartera de energías renovables que se realizó en diversos estados de Estados Unidos muestra que el liberalismo o progresismo político, el potencial

para desarrollar energías renovables y las concentraciones de contaminantes locales del aire son elementos que aumentan la probabilidad de que un Estado adopte las mencionadas normas. Por otro lado, si la intensidad de carbono es elevada, esta probabilidad tiende a disminuir<sup>89</sup>. Los sistemas internacionales influyen en las políticas nacionales, pero también se observa la relación inversa. La conducta que adopta un país a la hora de configurar, acordar y poner en práctica un acuerdo sobre el clima depende de incentivos internos. Las normas políticas, las estructuras institucionales y los intereses creados influyen en cómo se traducen las normas internacionales en políticas y diálogo a nivel nacional, y a la vez dan forma al sistema internacional puesto que impulsan las acciones nacionales<sup>90</sup>. La riqueza de un país, la combinación de fuentes de energía que utiliza y sus preferencias económicas (como la propensión a las respuestas impulsadas por el Estado o por el mercado) determinarán la política de mitigación. Las tradiciones culturales y políticas se suman a las consideraciones económicas y administrativas a la hora de optar por establecer impuestos o sistemas de límites máximos y comercio de emisiones. Asimismo, dada la falta de un mecanismo internacional de sanciones, los incentivos para cumplir con los compromisos internacionales deben buscarse dentro del propio país, en beneficios locales concentrados, como el aire puro,

la transferencia de tecnología y la seguridad energética.

La acción contra el cambio climático ya está en marcha. Los países han mostrado niveles diversos de compromiso y desempeño en la reducción de emisiones. Las naciones pequeñas (que, en teoría, deberían tener incentivos para no adoptar medidas y beneficiarse gratuitamente, dado su escaso peso en la reducción de emisiones a nivel mundial) han emprendido iniciativas hasta la fecha más enérgicas que los participantes más grandes. En algunos países, las medidas adoptadas en el nivel subnacional y las respuestas normativas diseñadas localmente ya influyen sobre las políticas nacionales y la posición de los países en el plano mundial. Por otro lado, el sector privado está demostrando que las viejas prácticas pueden dar lugar a visiones nuevas (recuadro 8.12).

Para superar la inercia institucional que obstaculiza las políticas climáticas se necesitan cambios fundamentales en la interpretación de la información y la toma de decisiones. Existe una amplia gama de medidas que pueden encarar en el plano local tanto los gobiernos nacionales y subnacionales como el sector privado, los medios de comunicación y la comunidad científica. Si bien la preocupación por crear un sistema internacional eficaz en materia de clima está justificada, no debería dar lugar a la actitud de “esperar a ver qué pasa”, con la que sólo se puede incrementar la inercia y limitar la respuesta.

### RECUADRO 8.12 *El sector privado modifica sus prácticas aun en ausencia de legislación nacional*

Los actores del sector privado han incrementado las medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero aun en países que carecen de una legislación abarcadora en materia de cambio climático. Un creciente número de firmas se ha fijado metas voluntarias de emisión y normas para la presentación de los informes respectivos. En 2008, en los directorios de empresas estadounidenses se presentaron 57 resoluciones de accionistas vinculadas con el cambio climático, una cifra récord que duplica el número registrado cinco años antes. El apoyo a estas medidas alcanzó un promedio de más del 23% entre los accionistas, otra cifra sin precedentes.

Las empresas con una elevada intensidad de carbono también se han reunido para analizar estrategias de mitigación del cambio climático. A principios de 2009, la Asociación para la Acción Climática de Estados Unidos

(USCAP), una alianza conformada por más de 25 empresas que generan fuertes emisiones de gases de efecto invernadero y varias organizaciones no gubernamentales, estableció un plan unificado para la acción legislativa federal que propone lograr para 2050 una reducción del 80% respecto del nivel de emisiones de 2005. Business Roundtable, una asociación que reúne a las principales empresas de Estados Unidos, ha trazado modos para mejorar la conservación, la eficiencia y la producción nacional de energía entre el momento actual y 2025. El Foro Internacional de Líderes Empresarios Príncipe de Gales, organización independiente que respalda a más de 100 empresas líderes de todo el mundo, puso en marcha el programa denominado Empresas y Medio Ambiente, en reconocimiento al impacto del cambio climático en las operaciones y el pasivo de las empresas.

Este impulso está incitando a sectores enteros a modificar sus prácticas. En marzo de 2009, la asociación de empresas aseguradoras de Estados Unidos comenzó a exigir a sus asociados el requisito inédito de evaluar los riesgos vinculados con el cambio climático que amenazan a sus empresas clientes y dar a conocer sus planes para gestionar esos riesgos. Entre éstos se incluyen los peligros directos que entrañan los impactos del cambio climático y los indirectos que derivan de las iniciativas para mitigar ese fenómeno. De modo semejante, el sector de las inversiones financieras está trabajando para que se difundan más ampliamente los riesgos climáticos en las empresas que cotizan en bolsa y a la vez promueve las inversiones que reflejan un enfoque inteligente sobre el clima.

Fuente: equipo a cargo de la elaboración del IDM.

### Notas

1. North, 1990.
2. Soderholm, 2001.
3. Sehring, 2006.
4. Foa, 2009.
5. Gardner y Stern, 2008.
6. Gardner y Stern, 2008.
7. Bannon y otros, 2007; Leiserowitz, 2007; Brechin, 2008; Sternman y Sweeney, 2007.
8. Instituto para la Investigación de las Políticas Públicas (IPPR), 2008; Retallack, Lawrence y Lockwood, 2007.
9. Wimberly, 2008; Accenture, 2009.
10. Norgaard, 2006; Jacques, Dunlap y Freeman, 2008.
11. Bulkeley, 2000.
12. Kellstedt, Zahran y Vedlitz, 2008.
13. Immerwahr, 1999.
14. Krosnick y otros, 2006.
15. Boykoff y Mansfield, 2008.
16. Oreskes, 2004; Krosnick, 2008.
17. Miller, 2008.
18. Bostrom y otros, 1994.
19. Bazerman, 2006.
20. Sternman y Sweeney, 2007.
21. Ornstein y Ehrlich, 2000; Weber, 2006.
22. Repetto, 2008.
23. Moser y Dilling, 2007; Nisbet y Myers, 2007.
24. Maslow, 1970.
25. Olson, 1965; Hardin, 1968; Ostrom, 2009.
26. Irwin, 2009.
27. Winter y Koger, 2004.
28. Sandvik, 2008.
29. O'Connor y otros, 2002; Kellstedt, Zahran y Vedlitz, 2008; Norgaard, 2006; Moser y Dilling, 2007; Dunlap, 1998.
30. Norgaard, 2009.
31. Ward, 2008.
32. Krosnick, 2008.
33. Kallbekken, Kroll y Cherry, 2008.
34. Swallow y otros, 2007.
35. Clifford Chance, 2007.
36. Romm y Ervin, 1996.
37. Roland-Holst, 2008.
38. Laitner y Finman, 2000.
39. Cialdini y Goldstein, 2004; Griskevicius, 2007.
40. A. Corner, "Barack Obama's Hopes of Change Are All in the Mind" (Las esperanzas de cambio de Barack Obama están en la mente), *The Guardian*, 27 de noviembre de 2008.
41. Irwin, 2009.
42. Irwin, 2009.
43. Layard, 2005.
44. Sterner, 2003.
45. Banco Mundial, 1992; Banco Mundial, 1997; Banco Mundial, 2002.
46. Wade, 1990.
47. Stern, 2006.
48. Haïtes, 2008.
49. Janicke, 2001.
50. Giddens, 2008.
51. Bernauer y Koubi, 2006.
52. Meadowcroft, 2009.
53. Birkland, 2006.
54. Bazerman, 2006.
55. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2003.
56. Bazerman, 2006.
57. Doern y Gattinger, 2003.
58. Alber y Kern, 2008.
59. Estache, 2008.
60. Kunkel, Jacob y Busch, 2006.
61. Fondo Monetario Internacional (FMI), 2008.
62. Kunkel, Jacob y Busch, 2006.
63. Congleton, 1992; Congleton, 1996.
64. Barrett y Graddy, 2000.
65. Torras y Boyce, 1998.
66. Congleton, 2001; Schneider, Leifeld y Malang, 2008.
67. Rowell, 1996; Vaughn-Switzer, 1997.
68. Bättig y Bernauer, 2009.
69. Compston y Bailey, 2008.
70. Bättig y Bernauer, 2009.
71. Bättig y Bernauer, 2009.
72. Sprinz, 2008.
73. Schmidlein, Finch y Cutter, 2008; Garrett y Sobel, 2002.
74. Birkland, 2006.
75. Dolsak, 2001.
76. Agrawala y Fankhauser, 2008.
77. Compston y Bailey, 2008.
78. Ekins y Dresner, 2004.
79. Birkland, 2006.

*“¿Alguna vez pensaron en emigrar del mundo para ir a la Luna, Marte o Venus? Pero se sabe que nuestra Tierra es el planeta más hermoso de todos. Yo quiero seguir viviendo en este maravilloso lugar, con pájaros que cantan por todos lados, con el perfume de las flores en el aire, icebergs azules y montañas verdes. Así que, por favor, empiecen todos a trabajar juntos para conservar la belleza de nuestra Madre Tierra. Hagamos juntos un mundo mejor”.*

—Giselle Lau Ching Yue, China, 9 años



80. Compston y Bailey, 2008.  
 81. Kerr, 2006.  
 82. "A Major Setback for Clean Air" (Un fuerte revés para el aire puro), *New York Times*, 16 de julio de 2008.  
 83. Janicke, 2001.  
 84. Tsebelis, 2002.  
 85. Dolsak, 2001.  
 86. Vogel, 2005; Bernauer y Caduff, 2004; Bernauer, 2003.  
 87. FMI, 2008.  
 88. Kydland y Prescott, 1977; Sprinz, 2008.  
 89. Matisoff, 2008.  
 90. Davenport, 2008; Kunkel, Jacob y Busch, 2006; Dolsak, 2001; Cass. 2005.

## Referencias

- Accenture. 2009. *Shifting the Balance from Intention to Action: Low Carbon, High Opportunity, High Performance*. Nueva York: Accenture.
- 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.
- AIE (Administración de la Información sobre Energía). 2009. *Annual Energy Outlook 2009*. Washington, DC: EIA.
- 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 sobre ciudades competitivas y cambio climático, Milán, octubre 9-10.
- Anderson, M. G. y E. A. Holcombe. 2007. "Reducing Landslide Risk in Poor Housing Areas of the Caribbean: Developing a New Government-Community Partnership Model". *Journal of International Development* 19: 205-21.
- APA (Agencia de Protección Ambiental). 2009. *Draft Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2007*. Washington, DC: EPA.
- Banco Mundial. 1992. *World Development Report 1992. Development and the Environment*. Nueva York: Oxford University Press.
- . 1997. *World Development Report 1997. The State in a Changing World*. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2002. *World Development Report 2002. Building Institutions for Markets*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Bannon, B., M. DeBell, J. A. Krosnick, R. Kopp y P. Aldous. 2007. "Americans' Evaluations of Policies to Reduce Greenhouse Gas Emissions". Documento técnico, Stanford University, Palo Alto, CA.
- Barrett, S. y K. Graddy 2000. "Freedom, Growth and the Environment". *Environment and Development Economics* 5 (4): 433-56.
- Bättig, M. B. y T. Bernauer. 2009. "National Institutions and Global Public Goods: Are Democracies More Cooperative in Climate Change Policy?". *International Organization* 63 (2): 1-28.
- Bazerman, M. 2006. "Climate Change as a Predictable Surprise". *Climatic Change* 77: 179-93.
- Bernauer, T. 2003. *Genes, Trade and Regulation: The Seeds of Conflict in Food Biotechnology*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Bernauer, T. y L. Caduf. 2004. "In Whose Interest? Pressure Group Politics, Economic Competition and Environmental Regulation". *Journal of Public Policy* 24 (1): 99-126.
- Bernauer, T. y V. Koubi. 2006. "States as Providers of Public Goods: How Does Government Size Affect Environmental Quality?". Documento de trabajo 14, Center for Comparative and International Studies, Zurich.
- Birkland, T. A. 2006. *Lessons from Disaster: Policy Change after Catastrophic Events*. Washington, DC: Georgetown University Press.
- Bostrom, A., M. G. Morgan, B. Fischhof y D. Read. 1994. "What Do People Know about Global Climate Change? Mental Models". *Risk Analysis* 14 (6): 959-70.
- Boykof, M. y M. Mansfeld. 2008. "Ye Olde Hot Aire: Reporting on Human Contributions to Climate Change in the U.K. Tabloid Press". *Environmental Research Letters* 3: 1-8.
- Brechin, S. R. 2008. "Ostriches and Change: A Response to Global Warming and Sociology". *Current Sociology* 56 (3): 467-74.
- BTS (Oficina de Estadísticas de Transporte). 2008. *Key Transportation Indicators November 2008*. Washington, DC: Departamento de Transporte.
- Bulkeley, H. 2000. "Common Knowledge? Public Understanding of Climate Change in Newcastle, Australia". *Public Understanding of Science* 9: 313-33.
- 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 de Estudios Internacionales, Honolulu.
- Cialdini, R. B. y N. J. Goldstein. 2004. "Social Influence: Compliance and Conformity". *Annual Review Psychology* 55: 591-621.
- Clifford Chance. 2007. *Climate Change: A Business Response to a Global Issue*. Londres: Clifford Chance.
- Compston, H. e I. Bailey 2008. *Turning Down the Heat: The Politics of Climate Policy in Affluent Democracies*. Basingstoke, RU: Palgrave Macmillan.
- Congleton, R. D. 1992. "Political Regimes and Pollution Control". *Review of Economics and Statistics* 74: 412-21.
- . 1996. *The Political Economy of Environmental Protection*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- . 2001. "Governing the Global Environmental Commons: The Political Economy of International Environmental Treaties and Insti-

- tutions". En *Globalization and the Environment*, ed. G. G. Schulze y H. W. Ursprung. Nueva York: Oxford University Press.
- Davenport, D. 2008. "The International Dimension of Climate Policy". En *Turning Down the Heat: The Politics of Climate Policy in Affluent Democracies*, ed. H. Compston e I. Bailey. Basingstoke, RU: Palgrave Macmillan.
- Doern, G. B. y M. Gattinger. 2003. *Power Switch: Energy Regulatory Governance in the 21st Century*. Toronto: University of Toronto Press.
- Dolsak, N. 2001. "Mitigating Global Climate Change: Why Are Some Countries More Committed than Others?". *Policy Studies Journal* 29 (3): 414-36.
- Dunlap, R. E. 1998. "Lay Perceptions of Global Risk: Public Views of Global Warming in Cross-National Context". *International Sociology* 13: 473-98.
- Ekins, R y S. Dresner. 2004. *Green Taxes and Charges: Reducing their Impact on Low-income Households*. York, RU: Joseph Rowntree Foundation.
- Estache, A. 2008. "Decentralized Environmental Policy in Developing Countries". Banco Mundial, Washington, DC.
- Esty, D. C., M. A. Levy, C. H. Kim, A. de Sherbinin, T. Srebotnjak y V. Mara. 2008. *Environmental Performance Index*. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law and Policy.
- FMI (Fondo Monetario Internacional). 2008. *Fuel and Food Price Subsidies: Issues and Reform Options*. Washington, DC: FMI.
- Foa, R. 2009. "Social and Governance Dimensions of Climate Change: Implications for Policy". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4939, Banco Mundial, Washington, DC.
- Gardner, G. T. y R. C. Stern. 2008. "The Short List: The Most Effective Actions US Households Can Take to Curb Climate Change". *Environment Magazine*.
- Garrett, T. A. y R. S. Sobel. 2002. "The Political Economy of FEMA Disaster Payments". Documento de trabajo 2002-01 2B, Federal Reserve Bank of St. Louis.
- Gautier, C, K. Deutsch y S. Rebich. 2006. "Misconceptions about the Greenhouse Effect". *Journal of Geoscience Education* 54 (3): 386-95.
- Giddens, A. 2008. *The Politics of Climate Change: National Responses to the Challenge of Global Warming*. Cambridge, RU: Polity Press.
- Griskevicius, V. 2007. "The Constructive, Destructive and Reconstructive Power of Social Norms". *Psychological Science* 18 (5): 429-34.
- Haites, E. 2008. "Investment and Financial Flows Needed to Address Climate Change". Breaking the Climate Deadlock Briefing Paper, The Climate Group, Londres.
- Hardin, G. 1968. "The Tragedy of the Commons". *Science* 162: 1243-48.
- Hungerford, H. y T. Volk. 1990. "Changing Learner Behavior through Environmental Education". *Journal of Environmental Education* 21: 8-21.
- ICCT (Consejo Internacional para el Transporte Limpio). 2007. *Passenger Vehicle Greenhouse Gas and Fuel Economy Standard: A Global Update*. Washington, DC: San Francisco: ICCT.
- Immerwahr, J. 1999. *Waiting for a Signal: Public Attitudes toward Global Warming, the Environment and Geophysical Research*. Nueva York: Public Agenda.
- IPPR (Instituto para la Investigación de las Políticas Públicas). 2008. *Engagement and Political Space for Policies on Climate Change*. Londres: IPPR.
- Irwin, T 2008. "Implications for Climate Change Policy of Research on Cooperation in Social Dilemma". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 5006, Banco Mundial, Washington, DC.
- Jacques, R, R. Dunlap y M. Freeman. 2008. "The Organisation of Denial: Conservative Think Tanks and Environmental Skepticism". *Environmental Politics* 17 (3): 349-85.
- Janicke, M. 2001. "No Withering Away of the Nation State: Ten Theses on Environmental Policy". En *Global Environmental Change and the Nation State: Proceedings of the 2001 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change*, ed. F. Biermann, R. Brohm y K. Dingwert. Berlin: Potsdam Institute for Climate Impact Research.
- Kahneman, D. y A. Tversky 1979. "Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk". *Econometrica* 47: 263-91.
- Kallbekken, S., S. Kroll y T L. Cherry 2008. "Do You Not Like Pigou, or Do You Not Understand Him? Tax Aversion and Earmarking in the Lab". Documento presentado en los Oslo Seminars in Behavioral and Experimental Economics, Department of Economics, University of Oslo.
- Kastens, K. A. y M. Turrin. 2006. "To What Extent Should Human/Environment Interactions Be Included in Science Education?". *Journal of Geoscience Education* 54 (3): 422-36.
- Kaufman, D., A. Kraay y M. Mastruzzi. 2007. *World Governance Indicators 2007*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Kellstedt, R, S. Zahran y A. Vedlitz. 2008. "Personal Efficacy, the Information Environment and Attitudes toward Global Warming and Climate Change in the United States". *Risk Analysis* 28 (1): 113-26.
- Kerr, S. 2006. "The Political Economy of Structural Reform in Natural Resource Use: Observations from New Zealand". Documento presentado en la reunión de las National Economic Research Organizations, París.
- Krosnick, J. 2008. "The American Public's Views of Global Climate Change and Potential Amelioration Strategies". *World Development Report 2010 Seminar Series*, presentación, Banco Mundial, Washington, DC.
- Krosnick, J., A. Holbrook, L. Lowe y R Visser. 2006. "The Origins and Consequences of Democratic Citizens Policy Agendas: A Study of Popu-



- lar Concern about Global Warming". *Climate Change* 77: 7-43.
- Kunze, M. y J. F. Shogren. 2005. "On Interjurisdictional Competition and Environmental Federalism". *Journal of Environmental Economics and Management* 50: 212-24.
- Kunkel, N, K. Jacob y P.-O. Busch. 2006. "Climate Policies: (The Feasibility of) a Statistical Analysis of their Determinants". Documento presentado en Human Dimensions of Global Environmental Change, Berlín.
- Kydland, F E. y E. C. Prescott. 1977. "Rules rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plan". *Journal of Political Economy* 85 (3): 473-91.
- Laitner, J. y H. Finman. 2000. *Productivity Benefits from Industrial Energy Efficiency Investments*. Washington, DC: EPA Office of the Atmospheric Programs.
- Layard, R. 2005. *Happiness: Lessons from a New Science*. Londres: Penguin.
- Leiserowitz, A. 2007. "Public Perception, Opinion and Understanding of Climate Change: Current Patterns, Trends and Limitations". Documento preparado para el Informe de desarrollo humano 2007/2008, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Nueva York.
- Lorenzoni, L, S. Nicholson-Cole y L. Whitmarsh. 2007. "Barriers Perceived to Engaging with Climate Change among the UK Public and Their Policy Implications". *Global Environmental Change* 17: 445-59.
- Lutsey, N. y D. Sperling. 2008. "America's Bottom-up Climate Change Mitigation Policy". *Energy Policy* 36: 673-85.
- Maslow, A. H. 1970. *Motivation and Personality*. Nueva York: Harper & Row.
- Matisof, D. C. 2008. "The Adoption of State Climate Change Policies and Renewable Portfolio Standards". *Review of Policy Research* 25: 527-46.
- Meadowcroft, J. 2009. "Climate Change Governance". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4941, Banco Mundial, Washington, DC.
- Miller, D. 2008. "What's Wrong with Consumption?". University College London, Londres.
- Moser, S. C. y L. Dilling. 2007. *Creating a Climate for Change: Communicating Climate Change and Facilitating Social Change*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Moxnes, E. y A. K. Saisel. 2009. "Misperceptions of Global Climate Change: Information Policies". *Climatic Change* 93 (1-2): 15-37.
- Nisbet, M. C. y T. Myers. 2007. "Twenty Years of Public Opinion about Global Warming". *Public Opinion Quarterly* 71 (3): 444-70.
- Norgaard, K. M. 2006. "People Want to Protect Themselves a Little Bit: Emotions, Denial and Social Movement Nonparticipation". *Sociological Inquiry* 76: 372-96.
- . 2009. "Cognitive and Behavioral Challenges in Responding to Climate Change". Documento de trabajo sobre investigación de políticas 4940, Banco Mundial, Washington, DC.
- North, D. C. 1990. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Oats, W. E. y R. R. Portney 2003. "The Political Economy of Environmental Policy". En *Handbook of Environmental Economics*, ed. K. G. Maler y J. R. Vincent. Amsterdam: Elsevier Science.
- O'Connor, R., R. J. Bord, B. Yamal y N. Wiefek 2002. "Who Wants to Reduce Green house Gas Emissions?". *Social Science Quarterly* 83 (1): 1-17.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2003. *Harmonizing Donor Practices for Effective Aid Delivery*. París: OCDE.
- Olson, M. 1965. *The Logic of Collective Action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Oreskes, N. 2004. "Beyond the Ivory Tower: The Scientific Consensus on Climate Change". *Science* 306 (5702): 1686.
- Ornstein, R. y R Ehrlich. 2000. *New World, New Mind: Moving toward Conscious Evolution*. Cambridge, MA: Malor Books.
- Osborne, D. 1988. *Laboratories of Democracy: A New Breed of Governor Creates Models for National Growth*. Boston: Harvard Business School Press.
- Ostrom, E. 2009. "A Polycentric Approach for Coping with Climate Change". Documento de antecedentes para el IDM 2010.
- Patt, A. G. y D. Schröter. 2008. "Climate Risk Perception and Challenges for Policy Implementation: Evidence from Stakeholders in Mozambique". *Global Environmental Change* 18: 458-67.
- Rabe, B. G. 2002. *Greenhouse and Statehouse: The Evolving State Government Role in Climate Change*. Arlington, VA: Centro Pew sobre Cambio Climático Mundial.
- . 2006. *Race to the Top: The Expanding Role of U.S. State Renewable Portfolio Standards*. Arlington, VA: Centro Pew sobre Cambio Climático Mundial.
- Repetto, R. 2008. "The Climate Crisis and the Adaptation Myth". Yale School of Forestry and Environmental Studies. Documento de trabajo 13, Yale University, New Haven, CT.
- Retallack, S., T. Lawrence y M. Lockwood. 2007. *Positive Energy: Harnessing People Power to Prevent Climate Change*. Londres: Instituto para la Investigación de las Políticas Públicas.
- Roland-Holst, D. 2008. *Energy Efficiency Innovation and Job Creation in California*. Berkeley, CA: Center for Energy, Resources and Economic Sustainability, University of California, Berkeley.
- Romm, J. J. y C. A. Ervin. 1996. "How Energy Policies Affect Public Health". *Public Health Reports* 111 (5): 390-99.
- Rowell, A. 1996. *Green Backlash: Global Subversion of the Environmental Movement*. Londres: Routledge.

- Sandvik, H. 2008. "Public Concern over Global Warming Correlates Negatively with National Wealth". *Climatic Change* 90 (3): 333-41.
- Schmidtlein, M. G, C. Finch y S. L. Cutter. 2008. "Disaster Declarations and Major Hazard Occurrences in the United States". *Professional Geographer* 60 (1): 1-14.
- Schneider, V, R Leifeld y T. Malang. 2008. "Coping with Creeping Catastrophes: The Capacity of National Political Systems in the Perception, Communication and Solution of Slow-moving and Long-term Policy Problems". Documento presentado en la Conferencia sobre las dimensiones humanas del cambio medioambiental mundial: "Políticas de largo plazo: conducir el cambio socio-ambiental", Berlín, febrero 22-23.
- Sehring, J. 2006. "The Politics of Water Institutional Reform: A Comparative Analysis of Kyrgyzstan and Tajikistan". Documento presentado en la Conferencia sobre las dimensiones humanas del cambio medioambiental mundial: "Políticas para los recursos: Eficacia, eficiencia y equidad", Berlín, noviembre 17-18.
- Soderholm, P. 2001. "Environmental Policy in Transition Economies: Will Pollution Charges Work?". *Journal of Environment Development* 10 (4): 365-90.
- Sprinz, D. R. 2008. "Responding to Long-term Policy Challenges: Sugar Daddies, Airbus Solution or Liability?". *Ökologisches Wirtschaften* 2: 16-19.
- Stern, N. 2006. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Sternier, T. 2003. *Policy Instruments for Environmental and Natural Resources Management*. Washington, DC: Resources for the Future.
- Sternman, J. D. y L. B. Sweeney 2007. "Understanding Public Complacency about Climate Change: Adults' Mental Models of Climate Change Violate Conservation of Matter". *Climatic Change* 80 (3-4): 213-38.
- Swallow, B., M. van Noordwijk, S. Dewi, D. Murdiyarto, D. White, J. Gockowski, G. Hyman, S. Budidarsono, V. Robiglio, V. Meadu, A. Ekadinata, R Agus, K. Hairiah, R Mbile, D. J. Sonwa y S. Weise. 2007. *Opportunities for Avoided Deforestation with Sustainable Benefits*. Nairobi: ASB Partnership for the Tropical Forest Margins.
- Torras, M. y J. K. Boyce. 1998. "Income, Inequality and Pollution: A Reassessment of the Environmental Kuznets Curve". *Ecological Economics* 25 (2): 147-60.
- Tsebelis, G. 2002. *Veto Players: How Political Institutions Work*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Tversky, A. y D. Kahneman. 1974. "Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases". *Science* 211: 1124-31.
- Vaughn-Switzer, J. 1997. *Environmental Politics*. Londres: St. Martins Press.
- Vogel, D. 2005. *The Market for Virtue: The Potential and Limits of Corporate Social Responsibility*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- Wade, R. 1990. *Governing the Market*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Ward, B. 2008. *Communicating on Climate Change: An Essential Resource for Journalists, Scientists and Educators*. Narragansett, RI: Metcalf Institute for Marine and Environmental Reporting, University of Rhode Island Graduate School of Oceanography.
- Weber, E. U. 2006. "Experience-Based and Description-Based Perceptions of Long-Term Risk: Why Global Warming Does Not Sare Us (Yet)". *Climatic Change* 77: 103-20.
- Wimberly, J. 2008. *Climate Change and Consumers: The Challenge Ahead*. Washington, DC: EcoAlign.
- Winter, D. D. y S. M. Koger. 2004. *The Psychology of Environmental Problems*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

## Nota bibliográfica

Muchas personas, tanto del Banco Mundial como ajenas a la institución, aportaron comentarios al equipo. Se recibieron valiosos comentarios, orientaciones y aportes de Shardul Agrawala, Montek Singh Ahluwalia, Nilufar Ahmad, Kulsum Ahmed, Sadiq Ahmed, Ahmad Ahsan, Ulrika Åkesson, Mehdi Akhlaghi, Mozaharul Alam, Vahid Alavian, Harold Alderman, Sara Amiri, David Anderson, Simon Anderson, Ken Andrasko, Juliano Assunção, Giles Atkinson, Varadan Atur, Jessica Ayers, Abdulhamid Azad, Sushenjit Bandyopadhyay, Ian Bannon, Ellysar Baroudy, Rhona Barr, Scott Barrett, Wim Bastiaanssen, Daniel Benítez, Craig Bennett, Anthony Bigio, Yvan Biot, Jeppe Bjerg, Brian Blankespoor, Melinda Bohannon, Jan Bojo, Benoît Bosquet, Aziz Bouzaher, Richard Bradley, Milan Brahmabhatt, Carter Brandon, Gernot Brodnig, Marjory-Anne Bromhead, Andrew Burns, Anil Cabraal, Duncan Callaway, Simon Caney, Karan Capoor, Jean-Christophe Carret, Raffaello Cervigni, Rita E. Cestti, Muyeye Chambwera, Vandana Chandra, David Chapman, Joelle Chassard, Flávia Chein Feres, Ashwini Chhatre, Kenneth Chomitz, David A. Cieslikowski, Hugh Compston, Luis Constantino, Jonathan Coony, Charles Cormier, Christophe Crepin, Richard Damania, Stephen Danyo, Michael Davis, Melissa Dell, Shantayanan Devarajan, Charles E. Di Leva, William J. Dick, Simeon Djankov, Carola Donner, Diletta Doretti, Krystel Dossou, Navroz Dubash, Hari Bansha Dulal, Mark Dutz, Jane Olga Ebinger, M. Willem van Eeghen, Nada Eissa, Siri Eriksen, Antonio Estache, James Warren Evans, Mandy Ewing, Pablo Fajnzylber, Charles Feinstein, Gene Feldman, Erick C. M. Fernandes, Daryl Fields, Christiana Figueres, Cyprian F. Fisiy, Ariel Fiszbein, Richard Fix, Paolo Frankl, Vicente Fretes Cibils, Alan Gelb, Francis Ghesquiere, Dolf Gielen, Indermit S. Gill, Habiba Gitay, Barry Gold, Itzhak Goldberg, Jan von der Goltz, Bernard E. Gómez, Arturo Gómez Pompa, Christophe de Gouvello, Chandrasekar Govindarajalu, Margaret Grosh, Michael Grubb, Arnulf Grübler, José Luis Guasch, Eugene Gurenko, Stéphane Hallegatte, Tracy Hart, Marea Eleni Hatziolos, Johannes Heister, Rasmus Heltberg, Fernando L. Hernández, Jason Hill, Ron Hoffer, Daniel Hoorweg, Chris Hope, Nicholas Howard, Rafael de Hoyos, Veronika Huber, Vijay Iyer, Michael Friis Jensen, Peter Johansen, Todd Johnson, Torkil Jonch-Clausen, Benjamin F. Jones, Ben Jones, Frauke Jungbluth, John David Kabasa, Ravi Kanbur, Tom Karl, Benjamin S. Karmorh, George Kasali, Roy Katayama, Andrzej Kędziora, Michael Keen, Kieran Kelleher, Claudia Kemfert, Karin E. Kemper, Qaiser Khan, Euster Kibona, Richard Klein, Masami Kojima, Auguste Tano Kouamé, Jarl Krausing, Holger

A. Kray, Alice Kuegler, Norman Kuring, Yevgeny Kuznetsov, Christina Lakatos, Julián A. Lampietti, Perpetua Latasi, Judith Layzer, Danny Leipziger, Robert Lempert, Darius Lilaonwala, James A. Listorti, Feng Liu, Bertrand Loiseau, Laszlo Lovei, Magda Lovei, Susanna Lundstrom, Kathleen Mackinnon, Marília Magalhães, Olivier Mahul, Ton Manders, McKinsey & Company (Jeremy Oppenheim, Jens Dinkel, Per-Anders Enkvist y Biniam Gebre), Marília Telma Manjate, Michael Mann, Sergio Margulis, Will Martin, Úrsula Martínez, Michel Matera, J. M. Mauskar, Siobhan McInerney-Lankford, Robin Mearns, Malte Meinshausen, Abel Mejía, Stephen Mink, Rogerio de Miranda, Lucio Monari, Paul Moreno López, Roger Morier, Richard Moss, Valerie Müller, Robert Muir-Wood, Enrique Murgueitio Restrepo, Siobhan Murray, Everhart Nangoma, Mudrit Narain, John Nash, Vikram Nehru, Dan Nepstad, Michele de Nevers, Ken Newcombe, Brian Ngo, Carlo del Ninno, Andy Norton, Frank Nutter, Erika Odendaal, Ellen Olafsen, Ben Olken, Sanjay Pahuja, Alessandro Palmieri, Gajanand Pathmanathan, Nicolás Perrin, Chris Perry, Djordjija Petkoski, Tanyathon Phetmanee, Henry Pollack, Joanna Post, Neeraj Prasad, Tovondriaka Rakotobe, Nithya Ramanathan, V. Ramanathan, Nicola Ranger, Dilip Ratha, Keywan Riahi, Richard Richels, Brian Ricketts, Jeff Ritchie, Konrad von Ritter, David Rogers, Mattia Romani, Joyashree Roy, Eduardo Paes Saboia, Claudia Sadoff, Salman Salman, Jamil Salmi, Klas Sandler, Apurva Sanghi, Shyam Saran, Ashok Sarkar, John Scanlon, Hartwig Schäfer, Imme Scholz, Sebastian Scholz, Claudia Sepúlveda, Diwesh Sharan, Bernard Sheahan, Susan Shen, Xiaoyu Shi, Jas Singh, Emmanuel Skoufias, Leopold Some, Richard Spencer, Frank Sperling, Sir Nicholas Stern, Thomas Sterner, Andre Stochniol, Rachel Strader, Charlotte Streck, Ashok Subramanian, Vivek Suri, Joanna Syroka, Mark Tadross, Patrice Talla Takoukam, Robert P. Taylor, Dipti Thapa, Augusto de la Torre, Jorge E. Uquillas Rodas, María Vagliasindi, Héctor Valdés, Rowena A. Valmonte-Santos, Trond Vedeld, Victor Vergara, Walter Vergara, Tamsin Vernon, Juergen Voegelé, Paul Waide, Alfred Jay Watkins, Kevin Watkins, Charlene Watson, Sam Wedderburn, Bill Westermeyer, David Wheeler, Johannes Woelcke, Henning Wuester, Winston Yu, Shahid Yusuf, N. Robert Zagha, Sumaya Ahmed Zakieldeen y Jürgen Zattler.

Queremos manifestar nuestro agradecimiento a las personas de distintas partes del mundo que participaron en las consultas y contribuyeron con sus comentarios. Asimismo, agradecemos a los colaboradores de nuestro blog, “Desarrollo en un clima cambiante”, y a la gente del público que expresó sus opiniones en el sitio.

Recibimos también la valiosa ayuda de Gytis Kanchas, Polly Means, Nacer Mohamed Megherbi, Swati Mishra, Prianka Nandy, Rosita Najmi y and Kaye Schultz. Anita Gordon, Merrell J. Tuck-Primdahl y Kavita Watsa ayudaron al equipo a llevar a cabo las consultas y las actividades de difusión.

A pesar de los esfuerzos realizados para confeccionar una lista completa, es posible que se hayan omitido involuntariamente los nombres de algunas de las personas que contribuyeron. El equipo pide disculpas por los posibles descuidos y reitera su gratitud a todos aquellos que hicieron su aporte a este documento.

El presente informe se basa en una amplia gama de documentos del Banco Mundial y en numerosas fuentes externas. Los documentos de antecedentes que se encargaron para elaborar este informe están disponibles en Internet ([www.worldbank.org/wdr2010](http://www.worldbank.org/wdr2010)) o se pueden solicitar a la Oficina del Informe sobre el Desarrollo Mundial. Las opiniones expresadas en ellos no son necesariamente las del Banco Mundial ni las vertidas en este informe.

### Documentos de antecedentes

- Atkinson, Giles, Kirk Hamilton, Giovanni Ruta y Dominique van der Mensbrugge. *Trade in 'Virtual Carbon': Empirical Results and Implications for Policy.*
- Barnett, Jon y Michael Webber. *Accommodating Migration to Promote Adaptation to Climate Change.*
- Benítez, Daniel, Ricardo Fuentes Nieva, Tomás Serebrisky y Quentin Wodon. *Assessing the Impact of Climate Change Policies in Infrastructure Service Delivery: A Note on Affordability and Access.*
- Brown, Casey, Robyn Meeke, Yonas Ghile y Kenneth Hunu. *An Empirical Analysis of the Effects of Climate Variables on National Level Economic Growth.*
- Caney, Simon. *Ethics and Climate Change.*
- Dubash, Navroz. *Climate Change Through a Development Lens.*
- Figueres, Christiana y Charlotte Streck. *Great Expectations: Enhanced Financial Mechanisms for Post-2012 Mitigation.*
- Foa, Roberto. *Social and Governance Dimensions of Climate Change: Implications for Policy.*
- Hallegatte, Stéphane, Patrice Dumas y Jean-Charles Hourcade. *A note on the economic cost of climate change and the rationale to limit it below 2°C.*
- Hourcade, Jean-Charles y Franck Nadaud. *Long-run Energy Forecasting in Retrospect.*
- Irwin, Tim. *Implications for Climate-change Policy of Research on Cooperation in Social Dilemmas.*
- Liverani, Andrea. *Climate Change and Individual Behavior: Considerations for Policy.*
- MacCracken, Mike. *Beyond Mitigation: Potential Options for Counterbalancing the Climatic and Environmental Consequences of the Rising Concentrations of Greenhouse Gases.*
- Meadowcroft, James. *Climate Change Governance.*
- Mechler, Reinhard, Stefan Hochrainer, Georg Pflug, Keith Williges y Alexander Lotsch. *Assessing Financial Vulnerability to Climate-Related Natural Hazards.*
- Norgaard, Kari. *Cognitive and Behavioral Challenges in Responding to Climate Change.*
- Ostrom, Elinor. *A Polycentric Approach for Coping with Climate Change.*
- Ranger, Nicola, Robert Muir-Wood y Satya Priya. *Assessing Extreme Climate Hazards and Options for Risk Mitigation and Adaptation in the Developing World.*
- Shalizi, Zmarak y Franck Lecocq. *Climate Change and the Economics of Targeted Mitigation in Sectors with Long-lived Capital Stock.*
- Strand, Jon. "Revenue Management" *Effects of Climate Policy-Related Financial Flows.*
- Thornton, Philip. *The Inter-linkages between Rapid Growth in Livestock Production, Climate Change, and the Impacts on Water Resources, Land Use, and Deforestation.*
- Watson, Charlene y Samuel Fankhauser. *The Clean Development Mechanism: Too Flexible to Produce Sustainable Development Benefits?*

### Notas de antecedentes

- Benítez, Daniel y Natsuko Toba. *Transactional Costs and Marginal Abatement Costs. Review of Energy Efficiency Policies. Promoting Energy Efficiency: Issues and Lessons Learned.*
- Beringer, Tim y Wolfgang Lucht. *Second Generation Bioenergy Potential.*
- Estache, Antonio. *Public Private Partnerships for Climate Change Investments: Learning from the Infrastructure PPP Experience.*
- . *What Do We Know Collectively about the Need to Deal with Climate Change?*
- . *How Should the Nexus between Economic and Environmental Regulation Work for Infrastructure Services?*
- Füssel, Hans-Martin. *Review and Quantitative Analysis of Indices of Climate Change Exposure, Adaptive Capacity, Sensitivity, and Impacts.*
- . *The Risks of Climate Change: A Synthesis of New Scientific Knowledge Since the Finalization of the IPCC Fourth Assessment Report.*
- Gerten, Dieter y Stefanie Rost. *Climate Change Impacts on Agricultural Water Stress and Impact Mitigation Potential.*
- Haberl, Helmut, Karl-Heinz Erb, Fridolin Krausmann, Veronika Gaube, Simone Gingrich y Christof Plutzer. *Quantification of the Intensity of Global Human Use of Ecosystems for Biomass Production.*
- Hamilton, Kirk. *Delayed Participation in a Global Climate Agreement.*
- Harris, Nancy, Stephen Hagen, Sean Grimland, William Salas, Sassan Saatchi y Sandra Brown. *Improvement in Estimates of Land-Based Emissions.*
- Heyder, Ursula. *Ecosystem Integrity Change as Measured by Biome Change.*
- Hoornweg, Daniel, Perinaz Bhada, Mila Freire y Rutu Dave. *An Urban Focus—Cities and Climate Change.*
- Houghton, Richard. *Emissions of Carbon from Land Management. Imam, Bisher. Waters of the World.*
- Lotze-Campen, Hermann, Alexander Popp, Jan Philipp Dietrich y Michael Krause. *Competition for Land between Food, Bioenergy, and Conservation.*
- Louati, Mohamed El Hedi. *Tunisia's Experience in Water Resource Mobilization and Management.*
- Meinzen-Dick, Ruth. *Community Action and Property Rights in Land and Water Management.*
- Müller, Christoph, Alberte Bondeau, Alexander Popp, Katharina Waha y Mariana Fader. *Climate Change Impacts on Agricultural Yields.*
- Rabie, Tamer y Kulsum Ahmed. *Climate Change and Human Health.*
- Ramanathan, N., I. H. Rehman y V. Ramanathan. *Project Surya: Mitigation of Global and Regional Climate Change: Buying the Planet Time by Reducing Black Carbon, Methane, and Ozone.*
- Rogers, David. *Environmental Information Services and Development.*
- Vagliasindi, Maria. *Climate Change Uncertainty, Regulation and Private Participation in Infrastructure.*
- Westermeyer, William. *Observing the Climate for Development.*

# Glosario

**Adaptación:** ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellos, la preventiva y la reactiva, la autónoma y la planificada, o la pública y privada.

**Adaptación deficiente:** actividades o medidas que aumentan la vulnerabilidad al cambio climático.

**Adicionalidad:** en el contexto del Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) se refiere al hecho de si la compensación de las emisiones de carbono generadas por un proyecto se encuentra respaldada por unidades de reducción de emisiones adicionales a las que de otro modo se producirían sin el incentivo financiero y técnico del MDL. Las emisiones derivadas de una actividad que se hubieran registrado sin el proyecto del MDL constituyen el valor de referencia para medir la adicionalidad. La creación y venta de compensaciones de un proyecto del MDL que carezca de adicionalidad pueden llevar a un aumento de las emisiones en la atmósfera, en relación con las emisiones liberadas en el caso de que el posible comprador de la compensación redujera directamente sus propias emisiones en su lugar de origen.

**Agua virtual:** cantidad de agua que se consume directa o indirectamente en la producción de un bien o servicio.

**Antropogénico:** ocasionado directamente por acciones humanas. Por ejemplo, la quema de combustibles fósiles para suministrar energía conduce a la liberación de emisiones antropógenas de GEI, en tanto que la descomposición natural de la vegetación produce emisiones no antropógenas.

**Aprendizaje social:** proceso en virtud del cual las personas aprenden nuevos comportamientos

mediante el refuerzo o castigo directo o mediante la observación de otros agentes sociales de su entorno. Si las personas observan que otros consiguen los resultados positivos deseados como consecuencia de un determinado comportamiento, es más probable que imiten y adopten ese comportamiento.

**Bien público:** bien cuyo consumo no es excluyente (de modo que es imposible evitar que alguien goce de sus beneficios) y no existe rivalidad en su consumo (de modo que el goce de los beneficios por una persona no disminuye la cantidad de beneficios disponibles para otras). La mitigación del cambio climático es un ejemplo de bien público, ya que sería imposible evitar que cualquier persona o Estado gozara los beneficios de un clima estabilizado, y el goce de este clima estabilizado por una persona o Estado no disminuiría la capacidad de otros para beneficiarse con él.

**Biocombustible:** combustible producido a partir de materia orgánica o aceites combustibles producidos por plantas. Entre los ejemplos de biocombustibles se encuentran el alcohol, el licor negro proveniente del proceso de fabricación de papel, la madera y el aceite de soja. *Biocombustibles de segunda generación:* Productos como el etanol y el biodiésel derivados de material leñoso mediante procesos químicos o biológicos.

**Capacidad de adaptación:** capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de aprovechar las oportunidades, moderar los posibles daños o hacer frente a las consecuencias.

**Capacidad de resistencia:** capacidad de un sistema social o ecológico de absorber perturbaciones y mantener al mismo tiempo la misma estructura básica y maneras de funcionar, la capacidad de autoorganización, y de adaptarse a las tensiones y cambios.

**Capacidad de respuesta:** capacidad de las personas, organizaciones y sistemas, utilizando las técnicas y recursos disponibles, para hacer frente a situaciones adversas, emergencias o desastres. Hace referencia a la capacidad de responder a corto plazo ante un acontecimiento, mientras que la capacidad de adaptación se refiere a la capacidad a largo plazo de introducir cambios sistemáticos para reducir el impacto del cambio climático.

**Captura y almacenamiento del carbono (CAC):** proceso consistente en la separación de CO<sub>2</sub> derivado de fuentes industriales y relacionadas con la energía, el transporte a un lugar de almacenamiento y el aislamiento de la atmósfera a largo plazo.

**Coefficiente de Gini:** indicador frecuentemente utilizado de la distribución de los ingresos o la riqueza, que va de 0 (igualdad perfecta) a 1.

**Consolidación:** acciones que perpetúan un determinado nivel de emisiones de carbono. Por ejemplo, la ampliación de los caminos y carreteras por lo general consolidará las emisiones de carbono provenientes de combustibles fósiles durante decenios a menos que se apliquen políticas compensatorias para limitar la utilización de combustible o controlar el uso de vehículos.

**Consumo de agua:** agua detraída de los suministros disponibles sin devolución a un sistema de recursos hídricos (por ejemplo, agua utilizada en las manufacturas, la agricultura y la preparación de alimentos que no vuelve a un arroyo, río o planta de tratamiento del agua).

**Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC):** convención adoptada en mayo de 1992, cuyo objetivo básico es la “estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático”.

**Costos de transacción:** costos vinculados con el intercambio de bienes o servicios que son adicionales al costo monetario o precio del bien o servicio de que se trate. Son ejemplos de costos de transacción los costos de las investigaciones y la información, o de vigilancia y exigencia del cumplimiento de las normas.

**Degradación forestal:** reducción de la biomasa forestal mediante prácticas de extracción

o aprovechamiento de la tierra no sostenibles, en particular la explotación forestal, los incendios y otras perturbaciones antropogénicas.

**Demanda del mercado:** asignación de recursos de investigación y desarrollo en función de la demanda de mercado de productos y servicios, más que del interés científico o de políticas gubernamentales impuestas desde arriba.

**Derechos de propiedad intelectual:** derechos de propiedad legal sobre las creaciones artísticas y comerciales, con inclusión de las patentes de nuevas tecnologías, y los correspondientes ámbitos del derecho.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** gas que se produce de forma natural, y también como subproducto de la quema de combustibles fósiles (depósitos de carbono fósil como el petróleo, el gas natural y el carbón), la combustión de biomasa, los cambios en el uso de la tierra y otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta al equilibrio de radiación del planeta. Es el gas de referencia frente al que se miden otros gases de efecto invernadero y, por tanto, tiene un potencial de calentamiento mundial de 1.

**Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e):** manera de expresar la cantidad de una mezcla de distintos GEI. Cantidades iguales de distintos GEI redundan en diferentes contribuciones al calentamiento de la Tierra; por ejemplo, la emisión de metano en la atmósfera tiene alrededor de 20 veces el efecto de calentamiento de una emisión equivalente de CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub>e expresa la cantidad de una mezcla de GEI en función de la cantidad de CO<sub>2</sub> que produciría la misma cantidad de calentamiento que dicha mezcla de gases. Tanto las emisiones (flujos) como las concentraciones (cantidades almacenadas) de GEI pueden expresarse en CO<sub>2</sub>e. La cantidad de GEI también puede expresarse en función de su carbono equivalente, multiplicando la cantidad de CO<sub>2</sub>e por 12 y dividiendo el resultado por 44.

**Diversidad biológica:** diversidad biológica es la variedad de todas las formas de vida, a todos los niveles: genes, poblaciones, especies y ecosistemas.

**Energía fotovoltaica solar:** ámbito de la tecnología y la investigación relacionado con la conversión directa de la luz solar, incluida la radiación ultravioleta, en la electricidad; es

la tecnología utilizada en la creación y uso de las células solares, de la que se componen los paneles solares.

**Escenarios SRES:** descripciones de futuros posibles utilizadas en los modelos presentados en el Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones del IPCC (SRES). Estos escenarios se utilizan para proyectar las emisiones futuras de acuerdo con los supuestos acerca de los cambios en la población, tecnología y desarrollo social. El conjunto de escenarios SRES consta de cuatro familias: A1, A2, B1 y B2. A1 representa un mundo futuro de crecimiento económico muy rápido, población mundial que alcanza su nivel máximo a mediados de siglo y posteriormente disminuye, y rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. A2 representa un mundo muy heterogéneo con una población mundial en constante aumento y un crecimiento económico de orientación regional que es más fragmentado y lento que en otros supuestos. B1 representa un mundo convergente, con la misma población mundial que en el caso A1, con una rápida evolución de las estructuras económicas hacia una economía de los servicios y la información, reducciones de la intensidad material e introducción de tecnologías limpias y basadas en la utilización eficiente de los recursos. Finalmente, B2 representa un mundo en que se hace hincapié en las soluciones locales para la sostenibilidad económica, social y ambiental, con un aumento constante de la población (inferior al de A2) y un desarrollo económico intermedio.

**Estacionalidad:** idea de que los sistemas naturales fluctúan dentro de un rango constante de variabilidad, delimitado por la gama de experiencias pasadas.

**Evaluación del riesgo:** metodología estándar consistente en la identificación, cuantificación, reducción y mitigación del riesgo.

**Evaluación integrada:** método de análisis que integra en un marco coherente los resultados y las simulaciones de las ciencias físicas, biológicas, económicas y sociales, y las interacciones entre estos componentes, a fin de proyectar las consecuencias del cambio ambiental y las respuestas de políticas a dicho cambio.

**Evapotranspiración:** esta parte importante del ciclo del agua es el proceso combinado de evaporación de la superficie de la Tierra (por ejemplo, del suelo y de las masas de agua) y

la transpiración de la vegetación (pérdida de agua de las plantas, principalmente a través de sus hojas).

**Fertilización por carbono:** aumento del crecimiento de las plantas como resultado de una mayor concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Según su mecanismo de fotosíntesis, ciertos tipos de plantas son más sensibles a los cambios en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

**Fijación de límites máximos y comercio (*cap and trade*):** planteamiento para controlar las emisiones contaminantes en el que se combinan el mercado y la reglamentación. Se fija un límite general de emisiones (límite máximo) durante un período determinado y se otorgan permisos a las distintas partes (ya sea mediante donación o subasta) por los que se les confiere el derecho legal a liberar emisiones contaminantes hasta la cantidad de permisos que tengan. Las partes tienen la libertad de comercializar los permisos de emisión, y el intercambio producirá beneficios si distintas partes tienen diferentes costos marginales de reducción de la contaminación.

**Filtración:** en el contexto del cambio climático, proceso en virtud del cual las emisiones producidas fuera de la zona de un proyecto de mitigación aumentan como consecuencia de las actividades de reducción de las emisiones dentro de la zona del proyecto, con lo que se reduce la eficacia de éste.

**Fondo de Adaptación:** el Fondo de Adaptación se creó para financiar proyectos y programas concretos de adaptación en los países en desarrollo que son Partes en el Protocolo de Kyoto. Se financia con una parte de los recursos generados por el Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) y recibe fondos de otras fuentes.

**Forestación:** plantación de un nuevo bosque en tierras que no han estado nunca ocupadas por bosques o al menos no lo han estado recientemente.

**Función de daño:** en el contexto del cambio climático, relación entre cambios en el clima y reducciones de la producción o el consumo, o pérdidas de activos (en que podrían incluirse los ecosistemas o la salud humana).

**Gas de efecto invernadero (GEI):** todo gas atmosférico que causa cambios climáticos al atrapar el calor del sol en la atmósfera terrestre y produce así un efecto invernadero. Los

GEI más comunes son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el ozono (O<sub>3</sub>) y el vapor de agua (H<sub>2</sub>O).

**Geoingeniería:** geoingeniería es la ingeniería a gran escala de nuestro medio ambiente para combatir o contrarrestar los efectos del cambio climático. Las medidas propuestas comprenden la inyección de partículas en la alta atmósfera para reflejar la luz del sol y la fertilización de los océanos con hierro para aumentar la absorción de CO<sub>2</sub> por las algas.

**Gestión adaptativa:** proceso sistemático para mejorar constantemente las políticas y prácticas de gestión aprendiendo de los resultados de políticas y prácticas utilizadas con anterioridad, mediante un enfoque explícitamente experimental.

**Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC):** creado en 1988 por iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el IPCC examina las obras científicas y técnicas publicadas en todo el mundo y publica informes de evaluación que son ampliamente reconocidos como las Fuentes más confiables de información existentes acerca del cambio climático. El IPCC también prepara metodologías y responde a solicitudes específicas de los órganos subsidiarios de la CMNUCC. El IPCC es independiente de la CMNUCC.

**Huella de carbono:** cantidad de emisiones de carbono vinculadas con una actividad en particular o con todas las actividades de una persona u organización. La huella de carbono puede medirse de muchas maneras, y comprender las emisiones indirectas generadas en toda la cadena de producción de los insumos de una actividad.

**IDDD:** investigación, desarrollo, demostración y despliegue de nuevos métodos, tecnologías y productos.

**Impuesto verde:** impuesto que trata de aumentar la calidad ambiental gravando las acciones que perjudican al medio ambiente.

**Impulso tecnológico:** asignación de recursos de investigación y desarrollo por motivos científicos, más que por la demanda del mercado.

**Incertidumbre:** expresión del grado de desconocimiento de un valor (como el estado futuro del sistema climático). Puede deberse a la falta de información o al desacuerdo en

cuanto a lo que se conoce o incluso es susceptible de conocerse. Puede tener muchos orígenes, desde errores cuantificables en los datos hasta proyecciones inciertas de conductas humanas. Por tanto, la incertidumbre se puede representar con valores cuantitativos (como una gama de valores calculados por varias simulaciones) o de forma cualitativa (como el juicio expresado por un equipo de expertos). Sin embargo, en economía, la incertidumbre se refiere a la incertidumbre de Knight, que no es mensurable. Eso es distinto del riesgo, por cuanto, en el caso del riesgo, el acaecimiento de determinados hechos se asocia con una distribución de probabilidades conocidas.

**Innovación:** creación, asimilación o explotación de un bien o servicio, proceso o método nuevo o considerablemente mejorado.

**Instituciones:** estructuras y mecanismos de cooperación y orden social que rigen el comportamiento de un conjunto de personas.

**Instrumentos derivados relacionados con las condiciones atmosféricas:** instrumentos financieros para reducir el riesgo asociado con las condiciones atmosféricas adversas, por ejemplo, ofreciendo pagos asociados con un determinado tipo de episodio atmosférico (como un mes de agosto excepcionalmente frío o caluroso).

**Intensidad de carbono:** comúnmente, la cantidad de emisiones de carbono o de CO<sub>2</sub>e en toda la economía por unidad de PIB, es decir, la intensidad de carbono de su PIB. También puede referirse a las emisiones de carbono por dólar de producción bruta o por dólar de valor agregado por una empresa o un sector determinados. Expresión también utilizada para referirse a la cantidad de emisiones de carbono por unidad de energía o combustibles consumidos, es decir, al contenido de carbono en la energía, que depende de las fuentes de energía, la gama de combustibles utilizados y la eficiencia de las tecnologías empleadas. La intensidad de carbono del PIB es sencillamente el producto del contenido medio de carbono de la energía y la intensidad de utilización de energía en relación con el PIB en toda la economía.

**Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL):** mecanismo establecido por el Protocolo de Kyoto en virtud del cual los países desarrollados pueden financiar proyectos que reduzcan o impidan la emisión de GEI en los países en



desarrollo, y en consecuencia a cambio reciben créditos que pueden aplicar para cumplir con los límites obligatorios impuestos a sus propias emisiones. En el marco del MDL se permite llevar a cabo proyectos de reducción de emisiones de GEI en países signatarios que no tienen un nivel fijado de emisiones en virtud del Protocolo de Kyoto.

**Medidas con doble (o triple) ventaja:** a los efectos del informe, son las medidas beneficiosas para la adaptación y la mitigación (y el desarrollo).

**Mitigación:** intervención humana para reducir las emisiones o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero.

**Normas sociales:** valores implícitos o expresos, creencias y reglas adoptadas por un grupo a fin de autorregular las conductas a través de la presión de los pares; patrón de medida que utilizan las personas para evaluar si una conducta es aceptable o inaceptable.

**Partes incluidas en el Anexo I:** las Partes incluidas en el Anexo I son los países industriales que eran miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en 1992, más los países con economías en transición, en particular la Federación Rusa, los Estados Bálticos y varios Estados de Europa central y oriental. Se han comprometido a limitar las emisiones de gases de efecto invernadero. Partes no incluidas en el Anexo I: Grupo integrado fundamentalmente por países en desarrollo que no han asumido esos compromisos pero que han reconocido obligaciones generales de formular y aplicar programas nacionales de mitigación y adaptación.

**Pérdida de eficiencia:** costo que no genera beneficio alguno.

**Período de retorno:** tiempo medio entre dos episodios de un determinado evento.

**Plan de Acción de Bali:** Plan de dos años puesto en marcha en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrada en Bali, Indonesia, en 2007, para negociar la cooperación de largo plazo en materia de cambio climático después de 2010 y alcanzar un resultado coincidente en Dinamarca a finales de 2009. El plan tiene cuatro pilares: mitigación, adaptación, financiamiento y tecnología.

**Principio cautelar:** principio según el cual, en ausencia de certeza científica de que no se producirán daños graves o irreversibles

como consecuencia de una medida o política, la carga de la prueba recae sobre quienes promueven esa acción o política. En la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), hay una disposición del Artículo 3 en la que se estipula que las Partes deberían tomar medidas de precaución para prevenir, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos, y que la falta de total certidumbre científica sobre daños graves o irreversibles no debería utilizarse como razón para posponer tales medidas, teniendo en cuenta que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático deberían ser eficaces en función de los costos a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible.

**Principio de “Quien contamina, paga”:** principio del derecho ambiental en virtud del cual quien contamina debe asumir el costo de la contaminación. En otras palabras, quien contamina debe cargar con el costo de las medidas necesarias para prevenir y combatir la contaminación.

**Programas nacionales de acción para la adaptación (PNAAs):** documentos preparados por los países menos adelantados (PMA), en los que se especifican las actividades pertinentes para hacer frente a las necesidades urgentes e inmediatas de adaptación al cambio climático.

**Protección social:** el conjunto de intervenciones públicas destinadas a brindar apoyo a los miembros más pobres y vulnerables de la sociedad, así como a ayudar a las personas, familias y comunidades a gestionar los riesgos; por ejemplo, programas de seguro de desempleo, apoyo a los ingresos y servicios sociales.

**Protocolo de Kyoto:** acuerdo suscrito en virtud de la CMNUCC y adoptado en 1997 en Kyoto, Japón, por las partes en la CMNUCC. Contiene compromisos legales vinculantes de los países desarrollados de reducir las emisiones de GEI.

**Proyecto sin efectos negativos:** en el contexto del cambio climático, proyecto que generaría beneficios sociales y/o económicos netos independientemente de que afecte o no el clima o de que el clima afecte o no al proyecto.

**Reaseguro:** transferencia de una parte del riesgo principal de un seguro a aseguradores secundarios (reaseguradores); en definitiva, es un “seguro para aseguradores”.

**Red de protección:** mecanismos que tienen por objeto proteger a las personas del impacto de crisis como inundaciones, sequías, desempleo, enfermedades, o muerte del sostén principal de la familia.

**Reducción/véase mitigación.**

**Reducción de escala:** método que traduce a escala local-regional (10 a 100 km) la información de modelos de proyección del clima en mayor escala (200 o más km) o el análisis de datos. La reducción de escala dinámica utiliza modelos de alta resolución para una determinada región aplicados dentro de un modelo mundial en gran escala; la reducción de escala estadística utiliza relaciones estadísticas que vinculan las variables atmosféricas en gran escala con las variables climáticas locales o regionales.

**Reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal (REDD):** conjunto de acciones que tienen por objeto reducir las emisiones de GEI de las tierras forestales. Los incentivos financieros para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal pueden ser parte de la respuesta de políticas ante el cambio climático.

**Reforestación:** plantación de bosques en tierras donde antes hubo bosques pero que fueron convertidas a otro uso.

**Retroalimentación positiva:** cuando una variable de un sistema desencadena cambios en una segunda variable que a su vez repercuten en la variable original; una retroalimentación positiva intensifica el efecto inicial, y una retroalimentación negativa los reduce.

**Secuestro de carbono:** en el contexto del clima, proceso de absorción del carbono de la atmósfera y su almacenamiento en depósitos como nuevos bosques, la fijación de carbono por el suelo o el almacenamiento subterráneo. *Secuestro biológico:* Absorción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera y su almacenamiento en materia orgánica a través del cambio del uso de la tierra, la forestación, reforestación, el almacenamiento de carbono en vertederos y las prácticas que aumentan la retención de carbono por el suelo en la agricultura.

**Seguro basado en un índice climático:** seguro en virtud del cual se otorga una indemnización (o desembolso) cuando se alcanzan determinados valores previamente convenidos del índice de un parámetro climático específico,

medido durante un determinado período de tiempo, en un observatorio meteorológico. El seguro puede estructurarse con el fin de ofrecer protección frente a valores del índice que sean tan elevados o tan bajos que quepa prevenir pérdidas de cosechas. La indemnización se calcula teniendo en cuenta una suma asegurada, previamente convenida, por unidad del índice (por ejemplo, US\$/milímetros de precipitaciones).

**Sensibilidad al clima:** cambio del promedio mundial de la temperatura superficial en respuesta a la duplicación de la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>e. Es un parámetro fundamental para traducir las emisiones proyectadas en proyecciones del calentamiento y, por tanto, del impacto.

**Servicios del ecosistema:** procesos o funciones ecológicas que tienen valor para las personas o la sociedad, como el suministro de alimentos, la purificación del agua y las oportunidades de esparcimiento.

**Sistema de alerta temprana:** mecanismo para generar y difundir alertas oportunas y significativas que permitan a las personas físicas, comunidades y organizaciones amenazadas por un peligro prepararse y actuar adecuadamente y con tiempo suficiente como para reducir la posibilidad de sufrir daños o pérdidas.

**Sumidero de carbono:** cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorba CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Los bosques y toda otra vegetación se consideran sumideros porque absorben CO<sub>2</sub> a través del proceso de fotosíntesis.

**Suplementariedad:** el Protocolo de Kyoto declara que el comercio de emisiones y las actividades de aplicación conjunta deben ser complementarias de las políticas nacionales (por ejemplo, impuestos sobre la energía, normas sobre la eficiencia de los combustibles) adoptadas por los países desarrollados para reducir las emisiones de GEI. Según algunas definiciones propuestas de la complementariedad, los países desarrollados podrían tener que conseguir internamente una determinada proporción de sus objetivos de reducción. Este tema debe ser objeto de ulteriores negociaciones y de aclaración por las partes.

**Tasa de descuento:** tasa a la que las personas físicas o empresas procuran encontrar el balance entre el consumo o bienestar presente y futuro, normalmente expresada como porcentaje.

**Toma de decisiones sensatas:** frente a la incertidumbre, significa elegir no la medida o política que resultaría óptima en el mundo futuro más probable, sino la que sería aceptable en toda la gama de futuros posibles. El proceso entraña evaluar las opciones para minimizar el arrepentimiento en los distintos modelos, supuestos y funciones de pérdida, y no maximizar los rendimientos en un solo futuro probable.

**Transferencia de tecnología:** proceso de intercambio de habilidades, conocimientos, tecnologías y métodos de manufacturación a fin de asegurar que una gama más amplia de usuarios tenga acceso a los adelantos científicos y tecnológicos.

**Umbral:** en el contexto del cambio climático, nivel por encima del cual se producen cambios repentinos o rápidos.

**Unidades de la cantidad atribuida (UCA):** volumen total de GEI –medido en toneladas

de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente– que cada país del Anexo I puede emitir durante la primera fase del Protocolo de Kyoto.

**Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura:** conjunto de actividades, incluidas las actividades humanas de uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura, que conducen a la emisión y absorción de GEI de la atmósfera. Categoría utilizada para presentar los inventarios de GEI.

**Vulnerabilidad (también, vulnerabilidad climática):** medida en que un sistema está expuesto a los efectos del cambio climático (o no puede hacerles frente), en particular a la variabilidad climática y a los episodios extremos. La vulnerabilidad depende del carácter, magnitud y ritmo del cambio climático y de la variabilidad a que está expuesto un sistema, así como de la sensibilidad y capacidad de adaptación del mismo.



# Indicadores seleccionados

Cuadro A1 Emisiones vinculadas con la energía e intensidad de carbono

Cuadro A2 Emisiones derivadas de la tierra

Cuadro A3 Suministro total de energía primaria

Cuadro A4 Desastres naturales

Cuadro A5 Tierra, agua y agricultura

Cuadro A6 Riqueza de las naciones

Cuadro A7 Innovación, investigación y desarrollo

Fuentes y definiciones

## Indicadores seleccionados del desarrollo mundial

Introducción

Clasificación de las economías por región y nivel de ingreso, ejercicio de 2010

Cuadro 1 Indicadores clave del desarrollo

Cuadro 2 Objetivos de Desarrollo del Milenio: erradicar la pobreza y mejorar la calidad de vida

Cuadro 3 Actividad económica

Cuadro 4 Comercio, asistencia y financiamiento

Cuadro 5 Indicadores clave para otras economías

Notas técnicas

**Cuadro A1 Emisiones vinculadas con la energía e intensidad de carbono**

	Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )							Emisiones de gases distintos del CO <sub>2</sub> (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)		Intensidad de carbono			
	Total anual		Variación	Per cápita		Proporción del total mundial anual	Emisiones acumuladas desde 1850	Total anual		Energía		Ingreso	
	Toneladas (en millones)		%	Toneladas		%	Toneladas (en miles de millones)	Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente (en millones)		Toneladas de CO <sub>2</sub> por tonelada de equivalente en petróleo		Toneladas de CO <sub>2</sub> por cada US\$1.000 del PIB	
	1990	2005	1990-2005 <sup>a</sup>	1990	2005	2005	1850-2005	1990	2005	1990	2005	1990	2005
	Alemania	968	814	-15,9	12,2	9,9	3,06	117,8 <sup>c</sup>	47,8	28,9	2,72	2,36	0,49
Arabia Saudita	169	320	89,6	10,3	13,8	1,21	7,4	2,3	3,9	2,75	2,28	0,54	0,65
Argelia	68	91	33,3	2,7	2,8	0,34	2,8	9,6	15,5	2,86	2,63	0,44	0,39
Argentina	105	142	35,3	3,2	3,7	0,54	5,6	10,0	19,1	2,28	2,24	0,43	0,34
Australia	260	377	45,0	15,2	18,5	1,42	12,5	27,5	38,8	2,97	3,12	0,65	0,58
Austria	58	77	33,6	7,5	9,4	0,29	4,3	1,4	1,4	2,31	2,27	0,28	0,28
Bélgica	109	112	2,7	10,9	10,7	0,42	10,4	2,8	2,4	2,19	1,81	0,44	0,34
Bielorrusia	108	61	-43,8	10,6	6,2	0,23	4,0	2,9	3,3	2,55	2,26	1,65	0,73
Brasil	195	334	70,8	1,3	1,8	1,26	8,8	10,9	14,7	1,40	1,54	0,18	0,21
Bulgaria	75	46	-38,7	8,6	6,0	0,17	3,0	6,0	4,8	2,61	2,30	1,13	0,64
Canadá	433	552	27,5	15,6	17,1	2,08	23,8	41,0	57,8	2,07	2,02	0,58	0,49
Colombia	45	61	34,0	1,4	1,4	0,23	2,2	5,1	7,1	1,83	2,12	0,26	0,23
Corea, Rep. Dem. de	114	73	-35,5	5,6	3,1	0,28	5,9 <sup>e</sup>	26,9	27,3	3,43	3,42	..	..
Corea, Rep. de	227	449	97,6	5,3	9,3	1,69	9,0 <sup>e</sup>	6,6	7,7	2,43	2,11	0,50	0,44
Chile	32	59	81,7	2,5	3,6	0,22	1,8	2,4	3,4	2,30	1,99	0,37	0,30
China	2.211	5.060	128,9	1,9	3,9	19,06	94,3	192,9	218,7	2,56	2,94	1,77	0,95
Dinamarca	51	48	-5,9	9,9	8,8	0,18	3,4	0,9	1,6	2,84	2,43	0,39	0,26
Egipto, Rep. Árabe de	81	149	83,3	1,5	2,0	0,56	3,2	8,5	16,0	2,54	2,43	0,45	0,45
Emiratos Árabes Unidos	52	112	114,1	28,0	27,3	0,42	2,2	20,1	40,0	2,26	2,45	0,60	0,57
España	208	342	64,7	5,3	7,9	1,29	10,0	5,3	6,6	2,28	2,36	0,27	0,29
Estados Unidos	4.874	5.841	19,9	19,5	19,7	22,00	324,9	298,8	242,8	2,53	2,49	0,61	0,47
Federación Rusa	2.194	1.544	-29,6	14,8	10,8	5,81	92,5 <sup>d</sup>	406,4	206,4	2,50	2,35	1,17	0,91
Filipinas	36	77	113,1	0,6	0,9	0,29	1,9	3,6	2,6	1,38	1,76	0,24	0,31
Finlandia	55	55	0,7	11,0	10,6	0,21	2,3	1,4	1,8	1,92	1,61	0,47	0,35
Francia	355	388	9,3	6,3	6,4	1,46	31,7	16,3	13,2	1,56	1,41	0,25	0,21
Grecia	71	96	35,6	6,9	8,6	0,36	2,6	4,6	5,8	3,18	3,08	0,34	0,29
Hungría	71	58	-18,3	6,8	5,7	0,22	4,1	6,0	5,4	2,47	2,07	0,55	0,34
India	597	1.149	92,6	0,7	1,1	4,33	28,6	53,1	89,2	1,87	2,14	0,58	0,47
Indonesia	151	349	131,7	0,8	1,6	1,31	6,8	41,2	58,8	1,46	1,98	0,41	0,49
Irán, Rep. Islámica	178	431	142,3	3,3	6,2	1,62	8,6	24,4	64,9	2,58	2,73	0,52	0,67
Iraq	61	99	62,0	3,3	3,5	0,37	2,2	4,1	3,3	3,21	3,31	..	..
Irlanda	31	44	41,7	8,8	10,5	0,16	1,6	1,3	1,8	3,00	2,89	0,50	0,28
Israel	34	60	78,3	7,2	8,6	0,23	1,5	0,2	0,4	2,77	2,83	0,41	0,38
Italia	398	454	14,0	7,0	7,7	1,71	17,9	16,8	18,5	2,69	2,44	0,30	0,28
Japón	1.058	1.214	14,8	8,6	9,5	4,57	46,1	10,0	7,1	2,38	2,30	0,33	0,31
Kazajistán	233	155	-33,6	14,3	10,2	0,58	9,9 <sup>d</sup>	28,8	13,2	3,17	2,73	2,01	1,17
Kuwait	27	76	184,0	12,7	30,1	0,29	1,6	5,4	9,1	3,36	2,71	..	0,67
Libia	37	47	28,8	8,4	7,9	0,18	1,3	..	..	3,16	2,65	..	0,63
Malasia	52	138	163,9	2,9	5,4	0,52	2,7 <sup>e</sup>	..	..	2,24	2,09	0,43	0,46
Marruecos	20	41	111,2	0,8	1,4	0,16	0,9	..	..	2,72	3,08	0,29	0,39
México	293	393	33,9	3,5	3,8	1,48	12,5	47,9	86,1	2,38	2,22	0,38	0,33
Nigeria	68	97	43,0	0,7	0,7	0,36	2,3	25,8	66,2	0,95	0,92	0,49	0,39
Noruega	30	38	27,9	7,0	8,2	0,14	1,9	0,9	1,7	1,39	1,15	0,22	0,17
Países Bajos	158	183	15,6	10,6	11,2	0,69	8,3	3,3	2,6	2,36	2,22	0,41	0,32
Paquistán	61	118	94,1	0,6	0,8	0,45	2,4 <sup>e</sup>	7,5	12,5	1,40	1,55	0,34	0,35
Polonia	349	296	-15,3	9,2	7,8	1,11	22,6	23,5	20,9	3,50	3,19	1,14	0,57
Portugal	40	63	59,1	4,0	6,0	0,24	1,7	1,1	1,7	2,30	2,32	0,26	0,30
Qatar	14	44	202,1	30,8	54,6	0,16	0,9	..	..	2,21	2,71	..	0,77
Reino Unido	558	533	-4,4	9,7	8,8	2,01	68,1	36,9	27,0	2,63	2,27	0,42	0,28
República Checa	154	118	-23,3	14,9	11,5	0,44	10,7 <sup>b</sup>	10,9	7,2	3,14	2,61	0,92	0,57
República Eslovaca	57	38	-32,8	10,8	7,1	0,14	3,2 <sup>b</sup>	1,7	1,6	2,67	2,03	0,86	0,45
Rumania	167	91	-45,5	7,2	4,2	0,34	6,9	24,5	13,2	2,67	2,37	0,91	0,45
Serbia	59	50	-14,3	7,8	6,8	0,19	..	..	..	3,02	3,13	..	0,78
Singapur	29	43	49,7	9,5	10,1	0,16	1,4	0,2	0,8	2,16	1,39	0,39	0,23
Siria, Rep. Árabe	32	48	51,6	2,5	2,6	0,18	1,2	..	..	2,72	2,62	0,85	0,64
Sudáfrica	255	331	29,9	7,2	7,1	1,25	14,1	10,6	12,5	2,79	2,59	0,93	0,83
Suecia	53	51	-4,5	6,2	5,7	0,19	4,1	2,1	2,2	1,12	0,98	0,25	0,18
Suiza	41	45	9,0	6,2	6,1	0,17	2,4	0,7	0,6	1,67	1,67	0,18	0,17
Tailandia	79	214	172,6	1,4	3,4	0,81	3,9	13,0	19,2	1,79	2,13	0,35	0,48
Turquía	129	219	70,3	2,3	3,0	0,82	5,3	26,1	56,6	2,43	2,56	0,31	0,29
Turkmenistán	47	42	-11,3	12,8	8,6	0,16	2,1 <sup>d</sup>	19,7	46,4	2,38	2,51	..	..
Ucrania	681	297	-56,4	13,1	6,3	1,12	22,6 <sup>d</sup>	139,7	118,4	2,68	2,07	1,63	1,13
Uzbekistán	120	110	-8,4	5,9	4,2	0,41	6,9 <sup>d</sup>	28,1	40,3	2,59	2,34	2,93	2,10
Venezuela, R.B. de	112	150	33,4	5,7	5,6	0,56	5,3	30,5	46,3	2,56	2,48	0,59	0,57
Viet Nam	17	81	376,5	0,3	1,0	0,31	1,5 <sup>e</sup>	3,5	4,9	0,70	1,58	0,28	0,45
<b>Todo el mundo</b>	<b>20.693t</b>	<b>26.544t</b>	<b>28,3w</b>	<b>4,0w</b>	<b>4,2w</b>	<b>100,0ww</b>	<b>1.169,1s</b>	<b>1.861,0t</b>	<b>1.978,9t</b>	<b>2,39w</b>	<b>2,35w</b>	<b>0,57w</b>	<b>0,47w</b>
<b>Ingreso bajo</b>	<b>549</b>	<b>707</b>	<b>28,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>2,66</b>	<b>24,0</b>	<b>115,5</b>	<b>256,4</b>	<b>1,38</b>	<b>1,26</b>	<b>0,46</b>	<b>0,38</b>
<b>Ingreso mediano</b>	<b>9.150</b>	<b>12.631</b>	<b>38,0</b>	<b>2,6</b>	<b>3,0</b>	<b>47,59</b>	<b>395,1</b>	<b>1.168,3</b>	<b>1.279,4</b>	<b>2,41</b>	<b>2,49</b>	<b>0,80</b>	<b>0,61</b>
<b>Ingreso alto</b>	<b>10.999</b>	<b>13.207</b>	<b>20,1</b>	<b>11,8</b>	<b>12,7</b>	<b>49,75</b>	<b>750,1</b>	<b>577,2</b>	<b>557,1</b>	<b>2,44</b>	<b>2,32</b>	<b>0,47</b>	<b>0,39</b>
<b>Unión Europea 15</b>	<b>3.122</b>	<b>3.271</b>	<b>4,8</b>	<b>8,6</b>	<b>8,5</b>	<b>12,32</b>	<b>284,8</b>	<b>142,1</b>	<b>115,7</b>	<b>2,36</b>	<b>2,11</b>	<b>0,36</b>	<b>0,28</b>
<b>OCDE</b>	<b>11.121</b>	<b>12.946</b>	<b>16,4</b>	<b>10,7</b>	<b>11,1</b>	<b>48,77</b>	<b>764,7</b>	<b>644,6</b>	<b>651,4</b>	<b>2,46</b>	<b>2,33</b>	<b>0,47</b>	<b>0,37</b>

a. Indica el porcentaje de la variación de las emisiones de CO<sub>2</sub> entre 1990 y 2005. b. Las proporciones de emisiones acumuladas correspondientes a la República Checa y la República Eslovaca antes de 1992 se calcularon sobre la base de la proporción de sus emisiones combinadas durante el período 1992-2006. c. La proporción de emisiones acumuladas correspondientes a Alemania antes de 1991 se calcularon sobre la base del total para la República Democrática Alemana y la República Federal de Alemania y se combinaron con las emisiones de Alemania entre 1991 y 2006. d. La proporción de emisiones acumuladas correspondientes a Bielorrusia, Federación Rusa, Kazajistán, Turkmenistán, Ucrania y Uzbekistán antes de 1992 se calcularon sobre la base de la proporción de emisiones combinadas de los países de la ex Unión Soviética durante el período 1992-2006. e. Las emisiones correspondientes a la República Popular Democrática de Corea y la República de Corea se basan en los datos relativos a la Corea unificada antes de 1950. Las emisiones de Pakistán y Bangladesh se basan en datos correspondientes a Pakistán Oriental y Occidental antes de 1971. Las emisiones consignadas para Malasia incluyen la proporción correspondiente a ese país de las emisiones originadas por la Federación de Malasia. Las emisiones indicadas para Viet Nam incluyen las de la República Democrática de Viet Nam y la República de Viet Nam del Sur.

**Cuadro A2 Emisiones derivadas de la tierra****Cuadro A2a Emisiones de CO<sub>2</sub> provocadas por la deforestación**

	Promedio anual				
	Total de emisiones		Per cápita		Promedio de la proporción del total
	Toneladas (en millones)	Posición	Toneladas	Posición	Porcentaje
	1990-2005 <sup>a</sup>	1990-2005 <sup>a</sup>	1990-2005 <sup>a</sup>	1990-2005 <sup>a</sup>	1990-2005 <sup>a</sup>
Argentina	33	25	0,9	48	0,6
Bolivia	139	7	15,2	1	2,5
Brasil	1.830	1	9,8	5	32,4
Camboya	84	10	6,0	13	1,5
Camerún	70	12	3,9	18	1,2
Canadá	70	12	2,2	29	1,2
Congo, Rep. Dem. del	176	4	3,0	24	3,1
China	57	18	0,0	83	1,0
Ecuador	84	10	6,5	12	1,5
Federación Rusa	58	17	0,4	61	1,0
Filipinas	70	12	0,8	50	1,2
Guatemala	62	16	4,9	17	1,1
Honduras	48	20	7,0	10	0,8
Indonesia	1.459	2	6,6	11	25,9
Malasia	139	7	5,4	15	2,5
México	40	23	0,4	63	0,7
Myanmar	158	5	3,3	20	2,8
Nigeria	158	5	1,1	40	2,8
Papúa Nueva Guinea	44	21	7,2	8	0,8
Perú	70	12	2,6	27	1,2
Tanzania	51	19	1,3	35	0,9
Turquía	34	24	0,5	58	0,6
Venezuela, R.B. de	187	3	7,0	9	3,3
Zambia	106	9	9,3	6	1,9
Zimbabue	40	22	3,1	22	0,7

a. Los datos son un promedio de los valores del período 1990-2005.

**Cuadro A2b Emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> (metano [CH<sub>4</sub>], óxido nitroso [N<sub>2</sub>O]) provenientes de la agricultura**

	Total anual		Proporción del total		Per cápita		
	Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente (en millones)		%	Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente		Posición	
	1990	2005	2005	1990	2005	1990	2005
Alemania	110	84	1,4	1,4	1,0	32	37
Argentina	114	139	2,3	3,5	3,6	6	7
Australia	97	110	1,8	5,7	5,4	4	4
Bangladesh	60	80	1,3	0,5	0,5	77	70
Bolivia	22	46	0,8	3,3	5,0	7	5
Brasil	426	591	9,7	2,9	3,2	8	8
Canadá	57	73	1,2	2,1	2,3	15	10
Colombia	61	89	1,5	1,8	2,1	19	11
Congo, Rep. Dem. del	36	75	1,2	0,9	1,3	53	21
China	905	1.113	18,3	0,8	0,9	62	48
Estados Unidos	427	442	7,3	1,7	1,5	20	17
Etiopía	39	55	0,9	0,8	0,7	60	58
Federación Rusa	222	118	1,9	1,5	0,8	25	50
Francia	110	103	1,7	1,9	1,7	18	15
India	330	403	6,6	0,4	0,4	84	83
Indonesia	106	132	2,2	0,6	0,6	73	66
México	67	77	1,3	0,8	0,7	61	57
Myanmar	50	78	1,3	1,2	1,6	38	16
Nigeria	75	115	1,9	0,8	0,8	63	52
Paquistán	58	79	1,3	0,5	0,5	76	73
Reino Unido	54	48	0,8	0,9	0,8	57	54
Tailandia	79	89	1,5	1,4	1,4	27	18
Turquía	80	76	1,3	1,4	1,1	29	31
Venezuela, R.B. de	47	52	0,9	2,4	1,9	11	12
Viet Nam	48	65	1,1	0,7	0,8	67	55

Cuadro A3 Suministro total de energía primaria

	Suministro total de energía primaria (TPES)								Consumo de electricidad		Tasa de electrificación
	Proporción de combustibles fósiles en el TPES					Proporción de energías renovables en el TPES		Proporción de energía nuclear en el TPES	Per cápita		
	Total anual		Porcentaje del total			Porcentaje del total			Porcentaje del total		
	Toneladas de equivalente en petróleo (en millones)		Carbón	Gas natural	Petróleo	Hidroeléct., solar, eólica, y geotérmica	Biomasa y desechos	Kilovatios-hora		Porcentaje de variación	Porcentaje de la población
	1990	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	1990-2006 <sup>a</sup>	2000-2006 <sup>b</sup>
Albania	2,7	2,3	1,1	0,6	66,8	19,1	10,1	0,0	961	84,0	..
Alemania	355,6	348,6	23,6	22,8	35,4	1,4	4,6	12,5	7.175	8,0	100
Argelia	23,9	36,7	1,9	65,2	32,6	0,1	0,2	0,0	870	60,6	98
Angola	6,3	10,3	0,0	6,4	27,5	2,2	63,9	0,0	153	155,5	15
Antillas Neerlandesas	1,5	1,7	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	5.651	59,2	..
Arabia Saudita	61,3	146,1	0,0	36,7	63,3	0,0	0,0	0,0	7.079	77,8	97
Argentina	46,1	69,1	1,1	49,3	38,0	4,7	3,7	2,9	2.620	100,7	95
Armenia	7,9	2,6	0,0	53,1	15,2	6,1	0,0	26,6	1.612	-40,7	..
Australia	87,7	122,5	43,9	19,1	31,6	1,3	4,1	0,0	11.309	34,6	100
Austria	25,1	34,2	11,8	21,8	42,0	9,6	13,1	0,0	8.090	32,5	100
Azerbaiyán	26,1	14,1	0,0	63,5	34,4	1,5	0,0	0,0	2.514	-2,7	..
Bahrein	4,8	8,8	0,0	75,4	24,6	0,0	0,0	0,0	12.627	92,1	99
Bangladesh	12,8	25,0	1,4	46,6	17,8	0,5	33,7	0,0	146	221,2	32
Bielorrusia	42,3	28,6	0,1	60,3	31,5	0,0	4,9	0,0	3.322	-24,2	..
Bélgica	49,7	61,0	7,8	24,6	40,1	0,1	5,9	19,9	8.688	36,2	100
Benín	1,7	2,8	0,0	0,0	37,1	0,0	61,1	0,0	69	104,5	22
Bolivia	2,8	5,8	0,0	27,5	55,5	3,2	13,8	0,0	485	76,9	64
Bosnia y Herzegovina	7,0	5,4	62,4	5,9	22,3	9,3	3,4	0,0	2.295	-24,6	..
Botsuana	1,3	2,0	32,5	0,0	36,6	0,0	23,2	0,0	1.419	96,0	39
Brasil	140,0	224,1	5,7	7,8	40,2	13,4	29,6	1,6	2.060	41,5	97
Brunei Darussalam	1,8	2,8	0,0	73,1	26,9	0,0	0,0	0,0	8.173	87,7	99
Bulgaria	28,8	20,7	34,1	14,0	24,7	1,9	3,9	24,6	4.315	-9,3	..
Camboya	0,0	5,0	0,0	0,0	28,4	0,1	71,3	0,0	88	..	20
Camerún	5,0	7,1	0,0	0,0	16,3	4,5	79,2	0,0	186	-3,1	47
Canadá	209,5	269,7	10,2	29,5	35,3	11,4	4,7	9,5	16.766	3,8	100
Colombia	24,7	30,2	8,2	20,3	45,0	12,2	14,9	0,0	923	11,6	86
Congo, Rep. Dem. del	11,9	17,5	1,5	0,0	3,1	3,9	92,4	0,0	96	-19,9	6
Congo, Rep. del	0,8	1,2	0,0	1,6	35,2	2,7	57,5	0,0	155	-8,2	20
Corea, Rep. Dem. de	33,2	21,7	86,9	0,0	3,3	5,0	4,8	0,0	797	-36,1	22
Corea, Rep. de	93,4	216,5	24,3	13,3	43,2	0,2	1,1	17,9	8.063	239,8	100
Costa Rica	2,0	4,6	0,9	0,0	47,6	35,8	15,5	0,0	1.801	65,7	99
Costa de Marfil	4,4	7,3	0,0	18,8	16,9	1,8	63,8	0,0	182	21,3	..
Croacia	9,1	9,0	7,0	26,2	51,5	5,8	4,1	0,0	3.635	21,5	..
Cuba	16,8	10,6	0,2	8,3	79,5	0,1	11,9	0,0	1.231	1,6	96
Chile	14,1	29,8	13,3	21,9	38,3	9,9	15,9	0,0	3.207	157,3	99
China	863,2	1.878,7	64,2	2,5	18,3	2,2	12,0	0,8	2.040	299,1	99
Hong Kong, China	10,7	18,2	38,6	13,2	44,9	0,0	0,3	0,0	5.883	40,8	..
Chipre	1,6	2,6	1,4	0,0	96,4	1,7	0,5	0,0	5.746	78,9	..
Dinamarca	17,9	20,9	26,2	21,7	39,4	2,6	12,9	0,0	6.864	15,5	100
Ecuador	6,1	11,2	0,0	5,0	83,2	5,5	5,2	0,0	759	58,5	90
Egipto, Rep. Árabe de	32,0	62,5	1,4	44,4	50,0	1,9	2,3	0,0	1.382	100,2	98
Emiratos Árabes Unidos	23,2	46,9	0,0	72,0	28,0	0,0	0,0	0,0	14.569	66,2	92
Eslovenia	5,6	7,3	20,3	12,4	36,5	4,3	6,5	19,9	7.123	39,9	..
España	91,2	144,6	12,4	21,5	49,0	3,0	3,6	10,8	6.213	76,3	100
Estados Unidos	1.926,3	2.320,7	23,7	21,6	40,4	1,6	3,4	9,2	13.515	15,6	100
El Salvador	2,5	4,7	0,0	0,0	44,0	24,4	31,6	0,0	721	95,9	80
Eritrea	..	0,7	0,0	0,0	26,9	0,0	73,1	0,0	49	..	20
Estonia	9,6	4,9	57,0	16,5	15,1	0,2	10,7	0,0	5.890	0,0	..
Etiopía	15,0	22,3	0,0	0,0	8,8	1,3	90,0	0,0	38	91,5	15
Federación Rusa	878,9	676,2	15,7	53,0	20,6	2,3	1,1	6,1	6.122	-8,3	..
Filipinas	26,2	43,0	13,4	5,8	31,8	22,9	26,1	0,0	578	60,7	81
Finlandia	28,7	37,4	13,7	10,4	28,2	2,7	20,4	15,9	17.178	37,6	100
Francia	227,6	272,7	4,8	14,5	33,3	1,9	4,4	43,0	7.585	26,9	100
Gabón	1,2	1,8	0,0	5,8	33,4	4,5	56,4	0,0	1.083	13,9	48
Georgia	12,3	3,3	0,3	41,3	23,5	14,0	19,3	0,0	1.549	-42,1	..
Ghana	5,3	9,5	0,0	0,0	31,7	5,1	63,3	0,0	304	-1,1	49
Grecia	22,2	31,1	27,0	8,8	57,3	2,5	3,3	0,0	5.372	69,0	100
Guatemala	4,5	8,2	4,8	0,0	39,7	4,0	51,6	0,0	529	136,8	79
Haití	1,6	2,6	0,0	0,0	23,3	0,9	75,8	0,0	37	-36,2	36
Honduras	2,4	4,3	2,7	0,0	50,6	5,1	41,5	0,0	642	72,2	62
Hungría	28,6	27,6	11,1	41,5	27,6	0,4	4,3	12,8	3.883	13,2	..
India	319,9	565,8	39,4	5,5	24,1	1,9	28,3	0,9	503	82,3	56
Indonesia	102,8	179,1	15,5	18,6	33,0	3,7	29,2	0,0	530	228,3	54
Irán, Rep. Islámica de	68,8	170,9	0,7	51,5	46,3	0,9	0,5	0,0	2.290	134,9	97
Iraq	19,1	32,0	0,0	8,9	90,5	0,1	0,1	0,0	1.161	-7,6	15
Irlanda	10,3	15,5	11,0	26,0	54,8	1,3	1,4	0,0	6.500	72,1	100
Islandia	2,2	4,3	1,8	0,0	22,9	75,3	0,1	0,0	31.306	94,0	100
Israel	12,1	21,3	36,0	8,8	52,4	3,4	0,0	0,0	6.893	65,1	97
Italia	148,1	184,2	9,1	37,6	44,1	4,6	2,6	0,0	5.762	39,0	100
Jamaica	2,9	4,6	0,5	0,0	88,7	0,3	10,5	0,0	2.450	178,8	87
Japón	443,9	527,6	21,3	14,7	45,6	2,1	1,3	15,0	8.220	26,7	100
Jordania	3,5	7,2	0,0	28,0	70,0	1,4	0,0	0,0	1.904	81,2	100
Kazajistán	73,6	61,4	49,3	30,6	18,8	1,1	0,1	0,0	4.293	-27,3	..
Kenia	11,2	17,9	0,4	0,0	20,2	5,9	73,6	0,0	145	16,3	14
Kirguistán	7,6	2,8	18,3	22,9	20,8	45,5	0,1	0,0	2.015	-12,9	..

(Continúa)



Cuadro A3 Suministro total de energía primaria (Continuación)

	Suministro total de energía primaria (TPES)									Consumo de electricidad		Tasa de electrificación
	Proporción de combustibles fósiles en el TPES					Proporción de energías renovables en el TPES		Proporción de energía nuclear en el TPES	Per cápita		Porcentaje de la población	
	Total anual		Porcentaje del total			Porcentaje del total						
	Toneladas de equivalente en petróleo (en millones)				Hidroeléct., solar, eólica, y geotérmica	Biomasa y desechos	Porcentaje del total	Kilovatios-hora	Porcentaje de variación	2000-2006 <sup>b</sup>		
		1990	2006	2006							Gas natural	
Kuwait	8,0	25,3	0,0	38,3	61,7	0,0	0,0	0,0	16.314	101,2	100	
Letonia	7,9	4,6	1,8	30,5	31,9	5,1	25,9	0,0	2.876	-15,1	..	
Líbano	2,3	4,8	2,8	0,0	91,5	1,4	2,7	0,0	2.142	354,9	100	
Libia	11,5	17,8	0,0	29,4	69,7	0,0	0,9	0,0	3.688	130,1	97	
Lituania	16,2	8,5	3,1	28,7	30,3	0,4	8,8	27,0	3.232	-19,7	..	
Luxemburgo	3,5	4,7	2,3	26,2	63,3	0,4	1,3	0,0	16.402	20,1	100	
Macedonia, FYR	2,7	2,8	45,4	2,4	35,0	5,5	6,0	0,0	3.496	25,3	..	
Malasia	23,3	68,3	12,0	44,4	38,8	0,9	4,1	0,0	3.388	187,5	98	
Malta	0,8	0,9	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	4.975	79,1	..	
Marruecos	7,2	14,0	27,8	3,4	63,3	1,1	3,2	0,0	685	85,8	85	
México	123,0	177,4	4,9	27,4	56,8	4,8	4,6	1,6	1.993	50,3	..	
Moldavia	9,9	3,4	2,5	66,7	19,4	0,2	2,2	0,0	1.516	-44,4	..	
Mongolia	3,4	2,8	71,7	0,0	24,0	0,0	3,8	0,0	1.297	-19,1	65	
Mozambique	6,0	8,8	0,0	0,3	6,6	14,4	81,6	0,0	461	1.040,4	6	
Myanmar	10,7	14,3	0,8	12,4	12,7	2,0	72,1	0,0	93	104,5	11	
Namibia	..	1,5	1,9	0,0	65,4	8,8	12,7	0,0	1.545	..	34	
Nepal	5,8	9,4	2,7	0,0	8,6	2,4	86,2	0,0	80	129,2	33	
Nicaragua	2,1	3,5	0,0	0,0	39,0	8,7	52,2	0,0	426	44,7	69	
Nigeria	70,9	105,1	0,0	8,6	11,2	0,6	79,6	0,0	116	32,6	46	
Noruega	21,4	26,1	2,7	18,2	34,0	39,6	5,1	0,0	24.295	4,0	100	
Nueva Zelanda	13,8	17,5	11,9	18,7	39,4	24,0	6,0	0,0	9.746	14,5	100	
Omán	4,6	15,4	0,0	67,6	32,4	0,0	0,0	0,0	4.457	107,3	96	
Países Bajos	67,1	80,1	9,7	42,7	40,4	0,3	3,3	1,1	7.057	35,2	100	
Panamá	1,5	2,8	0,0	0,0	71,7	11,1	17,4	0,0	1.506	76,4	85	
Paquistán	43,4	79,3	5,4	31,6	23,9	3,5	34,9	0,8	480	73,6	54	
Paraguay	3,1	4,0	0,0	0,0	30,5	116,5	52,0	0,0	900	78,4	86	
Perú	10,0	13,6	5,9	12,3	50,3	14,0	17,4	0,0	899	64,1	72	
Polonia	99,9	97,7	58,5	12,7	24,1	0,2	5,5	0,0	3.586	9,3	..	
Portugal	17,2	25,4	13,0	14,3	53,8	5,1	11,9	0,0	4.799	89,0	100	
Qatar	6,5	18,1	0,0	82,2	17,8	0,0	0,0	0,0	17.188	75,7	71	
Senegal	1,8	3,0	3,4	0,3	55,7	0,7	39,6	0,0	150	52,3	33	
Serbia	19,5	17,1	51,0	11,7	27,5	5,5	4,7	0,0	4.026	13,9	..	
Siria, Rep. Árabe	11,7	18,9	0,0	27,0	71,2	1,8	0,0	0,0	1.466	117,6	90	
Singapur	13,4	30,7	0,0	20,9	79,0	0,0	0,0	0,0	8.363	72,1	100	
Sri Lanka	5,5	9,4	0,7	0,0	40,7	4,2	54,3	0,0	400	159,5	66	
Sudáfrica	91,2	129,8	71,7	2,9	12,4	0,3	10,5	2,4	4.810	8,5	70	
Sudán	10,7	17,7	0,0	0,0	21,8	0,7	77,5	0,0	95	91,5	30	
Suecia	47,6	51,3	4,7	1,7	28,5	10,5	18,4	34,0	15.230	-3,8	100	
Suiza	24,8	28,2	0,6	9,6	46,0	10,1	7,2	25,8	8.279	11,7	100	
Tanzania	9,8	20,8	0,2	1,5	6,6	0,6	91,0	0,0	59	15,0	11	
Tailandia	43,9	103,4	12,1	25,8	44,4	0,7	16,6	0,0	2.080	181,4	99	
Tayikistán	5,6	3,6	1,3	13,4	44,7	39,1	0,0	0,0	2.241	-33,0	..	
Togo	1,3	2,4	0,0	0,0	13,4	0,3	84,5	0,0	98	12,6	17	
Trinidad y Tobago	6,0	14,3	0,0	87,7	12,1	0,0	0,2	0,0	5.008	87,0	99	
Túnez	5,1	8,7	0,0	39,4	47,2	0,1	13,3	0,0	1.221	91,2	99	
Turquía	52,9	94,0	28,1	27,6	33,4	5,5	5,5	0,0	2.053	130,2	..	
Turkmenistán	19,6	17,3	0,0	71,3	29,4	0,0	0,0	0,0	2.123	-7,4	..	
Reino Unido	212,3	231,1	17,9	35,1	36,3	0,3	1,7	8,5	6.192	15,6	100	
República Checa	49,0	46,1	45,2	16,4	21,4	0,5	4,0	14,8	6.511	16,6	..	
República Dominicana	4,1	7,8	6,4	3,5	70,4	1,5	18,0	0,0	1.309	242,1	93	
República Eslovaca	21,3	18,7	23,9	28,8	18,3	2,1	2,6	25,4	5.136	-7,3	..	
Rumania	62,5	40,1	23,5	36,4	25,3	4,0	8,1	3,7	2.401	-17,9	..	
Ucrania	253,8	137,4	29,1	42,4	10,8	0,8	0,4	17,1	3.400	-29,0	..	
Uruguay	2,3	3,2	0,1	3,2	64,6	9,7	14,9	0,0	2.042	63,9	95	
Uzbequistán	46,4	48,5	2,2	85,8	10,9	1,1	0,0	0,0	1.691	-29,1	..	
Venezuela, RB de	43,9	62,2	0,1	37,6	50,6	11,0	0,9	0,0	3.175	28,9	99	
Vietnam	24,3	52,3	16,8	9,5	23,4	3,9	46,4	0,0	598	511,2	84	
Yemen, Rep. del	2,6	7,1	0,0	0,0	98,9	0,0	1,1	0,0	190	58,9	36	
Zambia	5,5	7,3	1,4	0,0	9,7	11,0	78,2	0,0	730	-3,2	19	
Zimbabue	9,4	9,6	22,2	0,0	7,1	5,0	63,3	0,0	900	4,5	34	
<b>Todo el mundo</b>	<b>8.637,3t</b>	<b>11.525,2t</b>	<b>26,6w</b>	<b>21,0w</b>	<b>35,7w</b>	<b>2,8w</b>	<b>9,8w</b>	<b>6,3w</b>	<b>2.750w</b>	<b>29,6w</b>	<b>..</b>	
<b>Ingreso bajo</b>	<b>400,2</b>	<b>575,5</b>	<b>7,3</b>	<b>19,1</b>	<b>7,8</b>	<b>3,1</b>	<b>53,8</b>	<b>0,1</b>	<b>311</b>	<b>18,7</b>	<b>..</b>	
<b>Ingreso medio</b>	<b>3.797,2</b>	<b>5.348,7</b>	<b>35,8</b>	<b>19,2</b>	<b>29,9</b>	<b>3,2</b>	<b>12,3</b>	<b>2,0</b>	<b>1.647</b>	<b>58,2</b>	<b>..</b>	
<b>Ingreso alto</b>	<b>4.479,4</b>	<b>5.659,1</b>	<b>13,9</b>	<b>22,9</b>	<b>43,7</b>	<b>2,5</b>	<b>3,4</b>	<b>11,0</b>	<b>9.675</b>	<b>27,5</b>	<b>..</b>	
<b>Unión Europea 15</b>	<b>1.324,2</b>	<b>1.542,8</b>	<b>20,5</b>	<b>24,5</b>	<b>40,9</b>	<b>2,4</b>	<b>5,0</b>	<b>15,1</b>	<b>7.058</b>	<b>25,5</b>	<b>..</b>	
<b>OCDE</b>	<b>4.521,8</b>	<b>5.537,4</b>	<b>20,5</b>	<b>21,9</b>	<b>39,7</b>	<b>2,8</b>	<b>3,8</b>	<b>11,1</b>	<b>8.413</b>	<b>24,4</b>	<b>..</b>	

a. Indica el porcentaje de variación del valor de la variable dentro del período dado. b. Los datos corresponden al año más reciente disponible.

Cuadro A4 Desastres naturales

	Mortalidad		Personas afectadas			Pérdidas económicas			Población que habita en zonas costeras de poca elevación	Superficie de las zonas costeras de poca elevación	
	Sequías	Inundaciones y tormentas	Sequías	Inundaciones y tormentas	Proporción de la población	Sequías	Inundaciones y tormentas	Pérdida mayor por aconteci.			Costa
									Cantidad de personas	Cantidad de personas (en miles)	
	1971-2008 <sup>a</sup>	1971-2008 <sup>a</sup>	1971-2008 <sup>a</sup>	1971-2008 <sup>a</sup>	1971-2008 <sup>a</sup>	1971-2008 <sup>a</sup>	1971-2008 <sup>a</sup>	1961-2008 <sup>b</sup>	2008	2000	2000
Angola	2	7	69	18	2,2	0	263	..	1.600	5,3	0,3
Argentina	0	13	0	355	1,1	3.158	229.348	0,8	4.989	10,9	1,9
Australia	0	10	186	108	4,8	262.447	390.461	3,2	25.760	12,1	1,6
Bahamas	0	1	0	1	0,2	0	67.116	9,8	3.542	87,6	93,2
Bangladesh	0	5.673	658	8.751	9,1	0	445.576	9,8	580	45,6	40,0
Belice	0	2	0	8	3,6	0	14.862	200,2	386	40,3	15,6
Benin	0	3	58	56	5,3	17	214	..	121	21,0	1,6
Bolivia	0	22	92	62	2,4	25.411	43.050	18,7	0	0,0	0,0
Brasil	1	102	993	384	1,4	124.289	157.849	1,2	7.491	6,7	1,4
Camboya	0	30	172	251	5,8	3.632	8.634	9,2	443	23,9	7,4
Corea, Rep. Dem. de	0	49	0	314	1,4	0	622.156	..	2.495	10,2	3,8
Corea, Rep. de	0	116	0	76	0,2	0	391.754	1,2	2.413	6,2	5,0
Costa Rica	0	5	0	39	1,0	632	19.668	2,4	1.290	2,4	3,5
Cuba	0	6	22	331	3,1	4.819	287.436	..	3.735	13,3	21,1
Chad	0	8	62	18	6,0	2.184	30	..	0	0,0	0,0
China	93	1.304	9.642	53.460	5,2	522.350	4.791.624	2,9	14.500	11,4	2,0
Djibouti	0	6	26	18	8,5	0	151	..	314	40,6	1,9
Dominica	0	1	0	3	3,5	0	7.412	100,8	148	6,7	4,5
Ecuador	0	21	1	43	0,5	0	40.972	3,3	2.237	14,0	3,2
España	0	22	158	21	2,5	280.526	245.471	2,4	4.964	7,7	1,3
Estados Unidos	0	272	0	672	0,1	187.763	12.104.146	1,0	19.924	8,1	2,6
Etiopía	10.536	51	1.361	59	6,6	2.411	424	..	0	0,0	0,0
Federación Rusa	0 <sup>c</sup>	32 <sup>c</sup>	26 <sup>c</sup>	58 <sup>c</sup>	0,1 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	147.461 <sup>c</sup>	6,9	37.653	2,4	1,7
Fidji	0	8	8	26	4,8	789	18.078	17,1	1.129	17,6	10,6
Filipinas	0	743	172	2.743	4,5	1.696	164.362	11,0	36.289	17,7	7,7
Georgia	0	3	18	1	0,8	5.263	15.259	26,8	310	6,2	2,2
Ghana	0	7	329	94	8,1	3	882	4,5	539	3,7	1,0
Granada	0	1	0	2	1,6	0	23.803	205,1	121	6,4	6,5
Guatemala	1	73	5	24	0,2	632	48.434	3,9	400	1,4	2,1
Guyana	0	1	16	12	5,7	763	16.692	56,3	459	54,6	3,7
Haití	0	225	55	131	2,8	0	21.707	62,6	1.771	9,2	5,1
Honduras	0	621	19	109	2,9	447	130.421	72,9	820	4,6	5,6
India	8	2.489	25.294	22.314	7,2	61.608	1.055.375	2,5	7.000	6,3	2,5
Indonesia	35	182	121	206	0,3	4.216	62.572	9,3	54.716	19,6	9,3
Irán, Rep. Islámica de	0	102	974	101	4,8	86.842	202.133	3,5	2.440	2,1	1,6
Italia	0	8	0	2	0,1	21.053	597.289	2,7	7.600	9,3	6,3
Jamaica	0	7	0	56	2,4	158	68.304	26,1	1.022	7,9	6,9
Jordania	0	1	9	0	0,2	0	26	7,5	26	0,0	0,0
Kenia	5	23	960	56	9,7	39	588	..	536	0,9	0,4
Laos-PDR	0	5	112	123	6,3	26	8.657	22,8	0	0,0	0,0
Líbano	0	1	0	3	0,1	0	4.342	2,8	225	13,7	1,6
Madagascar	5	54	74	231	3,6	0	55.337	14,8	4.828	5,5	2,7
Malawi	13	16	518	50	12,3	0	837	..	0	0,0	0,0
Malasia	0	12	0	15	0,1	0	28.039	0,9	4.675	23,5	6,2
Mauritius	0	1	0	26	2,9	4.605	16.352	21,3	177	9,4	6,1
Mongolia	0	5	12	53	3,7	0	2.376	145,3	0	0,0	0,0
Mozambique	2.633	65	455	328	13,8	1.316	22.846	9,9	2.470	11,8	3,2
Nepal	0	137	121	87	2,0	263	25.804	24,6	0	0,0	0,0
Nicaragua	0	105	15	53	1,4	474	46.256	27,7	910	2,1	6,2
Níger	0	3	335	10	13,2	0	295	..	0	0,0	0,0
Paquistán	4	273	58	1.163	1,3	6.500	120.942	10,5	1.046	2,9	2,8
Perú	0	55	87	75	0,7	7.526	1.916	5,2	2.414	1,8	0,5
Puerto Rico	0	15	0	5	0,1	53	82.789	3,2	501	18,4	10,8
República Dominicana	0	75	0	111	1,6	0	71.240	36,4	1.288	3,3	4,7
Samoa	0	1	0	7	4,6	0	13.858	248,4	403	23,6	8,4
Santa Lucía	0	2	0	2	1,9	0	29.731	365,0	158	4,3	4,1
Senegal	0	6	199	18	11,3	9.863	1.168	13,6	531	31,5	7,5
Sri Lanka	0	45	165	282	3,1	0	12.049	3,7	1.340	11,8	8,3
Suazilandia	13	1	43	24	18,3	46	1.426	10,7	0	0,0	0,0
Sudáfrica	0	34	460	22	1,1	26.316	50.502	0,7	2.798	1,0	0,1
Sudán	3.947	19	611	155	6,0	0	14.505	1,1	853	0,6	0,1
Tailandia	0	95	618	929	2,2	11.166	132.709	..	3.219	26,3	6,9
Tanzania	0	15	210	22	2,0	0	179	..	1.424	2,3	0,3
Tayikistán	0 <sup>c</sup>	39 <sup>c</sup>	100 <sup>c</sup>	19 <sup>c</sup>	2,9 <sup>c</sup>	1.500 <sup>c</sup>	12.037 <sup>c</sup>	15,7	0	0,0	0,0
Túnez	0	8	1	7	0,1	0	8.889	7,8	1.148	14,8	3,3
Vanuatu	0	3	0	6	4,4	0	5.395	139,9	2.528	4,5	7,4
Venezuela, R.B. de	0	801	0	20	0,1	0	84.697	3,3	2.800	6,8	3,6
Viet Nam	0	393	161	1.749	3,0	17.082	157.603	..	3.444	55,1	20,2
Zimbabue	0	4	365	9	10,7	67.105	7.308	29,3	0	0,0	0,0

a. Indica los valores anuales promedio para las variables durante el período 1971-2008. b. Indica la pérdida más grande por acontecimiento para el período 1961-2008. c. Los datos anteriores a 1990 se basan en información detallada sobre los desastres, suministrada por EM-DAT correspondientes a Yugoslavia, Checoslovaquia y la Unión Soviética.

Cuadro A5 Tierra, agua y agricultura

	Tierra cultivable	Proporción de tierras de regadío	Producción acuícola	Impactos físicos previstos para 2050				Impactos agrícolas previstos				
				Hectáreas (en millones)	Porcentaje de tierras cultivables	US\$ (en millones)	Cambio en la temperatura	Cambio en la duración de la ola de calor	Precipitaciones	Intensidad de las precipitaciones	Producto agrícola	Rendimiento agrícola
							°C	Cantidad de días	Porcentaje de variación		Porcentaje de variación	
							2000-2050	2000-2050	2000-2050 <sup>a</sup>	2000-2050 <sup>a</sup>	2000-2080 <sup>a</sup>	2000-2050 <sup>a</sup>
Alemania	11,9	4,0	191,1	1,5	14,8	2,4	5,0	-2,9	9,5			
Arabia Saudita	3,5	42,7	186,4	1,8	13,9	-10,5	1,8	-21,9	-28,3			
Argelia	7,5	6,9	0,9	1,9	22,2	-4,9	7,2	-36,0	-6,7			
Argentina	28,5	..	16,7	1,2	5,9	0,7	3,5	-11,1	-13,8			
Australia	49,4	5,0	478,8	1,5	10,9	-1,4	2,1	-26,6	-16,4			
Bangladesh	8,0	56,1	1.522,6	1,4	8,7	1,4	5,4	-21,7	8,9			
Bielorrusia	5,5	2,0	1,8	1,7	28,8	2,7	4,9	..	29,6			
Bolivia	3,1	4,1	2,0	1,6	16,4	-0,9	2,5	..	-13,7			
Brasil	59,0	4,4	598,0	1,5	13,5	-2,0	3,0	-16,9	-16,1			
Bulgaria	3,2	16,6	18,2	1,7	27,2	-4,3	3,0	..	-7,0			
Burkina Faso	4,8	0,5	0,9	1,4	5,7	0,3	0,0	-24,3	-4,4			
Camboya	3,7	7,0	7,6	1,2	4,0	3,3	1,7	-27,1	-19,3			
Camerún	6,0	0,4	0,8	1,3	2,0	0,9	3,0	-20,0	-6,6			
Canadá	45,7	1,5	788,2	2,1	28,2	8,5	4,9	-2,2	19,5			
Colombia	2,0	24,0	277,2	1,4	4,0	1,2	2,4	-23,2	-3,3			
Congo, Rep. Dem. del	6,7	0,1	7,4	1,4	2,0	0,8	3,1	-14,7	-7,0			
Corea, Rep. Dem. de	2,8	50,3	32,6	1,7	10,0	6,0	7,0	-7,3	-0,7			
Costa de Marfil	3,5	1,1	2,2	1,3	1,9	-0,3	-0,2	-14,3	-12,9			
Cuba	3,7	19,5	35,0	1,1	2,0	-12,0	-0,9	-39,3	-18,1			
Chile	2,0	81,0	5.314,5	1,2	4,9	-3,5	1,2	-24,4	47,7			
China	143,3	35,6	44.935,2	1,7	16,1	4,5	5,4	-7,2	8,4			
Dinamarca	2,2	9,0	11,4	1,4	11,0	5,0	5,8	..	16,1			
Egipto, Rep. Árabe de	3,0	100,0	1.192,6	1,6	14,7	-7,0	-1,6	11,3	-27,9			
España	13,7	20,3	384,2	1,6	15,2	-11,9	0,9	-8,9	-1,3			
Estados Unidos	174,4	12,5	944,6	1,8	24,4	2,7	4,0	-5,9	-1,7			
Étiopía	13,1	2,5	..	1,4	3,1	2,4	5,0	-31,3	0,5			
Federación Rusa	121,8	3,7	326,1	2,2	29,5	8,8	5,5	-7,7	11,0			
Filipinas	5,7	14,5	1.371,4	1,2	1,3	2,1	1,7	-23,4	-14,3			
Finlandia	2,2	2,9	63,8	2,1	29,6	5,6	4,4	..	15,7			
Francia	18,5	13,3	757,2	1,5	12,3	-3,5	3,2	-6,7	-2,6			
Ghana	4,2	0,5	2,5	1,3	1,3	-1,0	0,8	-14,0	-10,1			
Grecia	2,6	37,9	533,3	1,7	16,0	-10,9	1,8	-7,8	-3,5			
Hungría	4,6	3,1	4,6	1,9	25,0	-1,3	6,5	..	-10,8			
India	159,7	32,9	4.383,5	1,6	10,8	1,9	2,7	-38,1	-12,2			
Indonesia	23,0	12,4	2.854,9	1,2	0,4	1,8	2,5	-17,9	-17,7			
Irán, Rep. Islámica	16,5	47,0	451,1	1,8	19,9	-15,6	4,2	-28,9	-7,3			
Iraq	5,8	58,6	35,8	1,8	22,3	-13,3	6,1	-41,4	-18,5			
Italia	7,7	25,8	757,4	1,5	12,3	-7,0	4,6	-7,4	-2,7			
Japón	4,4	35,1	4.279,9	1,4	4,0	0,5	3,8	-5,7	0,6			
Kazajistán	22,4	15,7	0,9	1,8	28,5	5,6	5,0	11,4	7,7			
Kenia	5,3	1,8	6,3	1,2	2,5	7,5	8,0	-5,5	6,1			
Madagascar	3,0	30,6	47,5	1,2	2,1	-4,1	1,1	-26,2	-0,5			
Malawi	2,6	2,2	3,6	1,4	7,5	-0,1	2,4	-31,3	-3,0			
Malí	4,8	4,9	0,6	1,7	16,1	8,4	3,8	-35,6	-9,6			
México	25,0	22,8	535,5	1,6	16,8	-7,2	1,6	-35,4	-0,5			
Marruecos	8,5	15,4	6,9	2,1	21,1	-16,8	5,3	-39,0	-25,2			
Mozambique	4,4	2,6	4,6	1,3	5,9	-2,7	1,4	-21,7	-10,4			
Myanmar	10,1	17,0	1.862,4	1,3	8,6	1,9	3,7	-39,3	-15,4			
Nepal	2,4	47,1	43,7	1,7	21,8	3,6	4,9	-17,3	-10,6			
Níger	14,5	0,5	0,9	1,6	16,1	5,6	2,5	-34,1	-1,7			
Nigeria	32,0	0,8	24,8	1,3	4,1	0,6	1,1	-18,5	-9,9			
Paquistán	21,3	82,0	214,2	1,8	19,8	-3,0	3,5	-30,4	-32,9			
Perú	3,7	27,8	271,8	1,5	5,0	1,2	3,3	-30,6	0,6			
Polonia	12,1	..	15,0	1,7	21,6	1,8	4,4	-4,7	16,7			
Reino Unido	5,7	3,0	927,9	1,1	5,1	2,5	3,7	-3,9	3,2			
República Checa	3,0	0,7	49,5	1,7	20,3	0,3	4,6	..	14,3			
Rumania	9,3	5,8	22,5	1,7	28,9	-4,2	5,3	-6,6	-8,1			
Senegal	2,6	4,8	0,2	1,6	6,0	-1,9	3,1	-51,9	-19,3			
Siria Rep. Árabe	4,9	24,3	24,8	1,7	23,4	-13,6	3,7	-27,0	-4,5			
Sudáfrica	14,8	9,5	33,3	1,5	9,5	-4,5	1,4	-33,4	-5,2			
Sudán	19,4	10,2	3,8	1,6	9,5	-0,6	-0,1	-56,1	-7,0			
Suecia	2,7	4,3	21,4	1,8	22,0	5,1	5,3	..	19,8			
Tailandia	14,2	28,2	2.432,8	1,2	8,1	2,7	2,2	-26,2	-15,9			
Tanzania	9,2	1,8	0,1	1,3	2,3	4,4	6,0	-24,2	-2,0			
Togo	2,5	0,3	12,0	1,3	1,5	-2,0	-0,5	..	-14,0			
Turquía	23,8	20,0	64,6	1,7	24,3	-10,2	1,0	-16,2	-1,0			
Ucrania	32,5	6,6	76,9	1,7	28,5	-0,7	4,0	-5,2	-7,4			
Uganda	5,4	0,1	115,7	1,3	1,7	3,4	6,6	-16,8	-5,0			
Uzbekistán	4,7	84,9	2,4	1,7	21,5	-0,1	3,4	-12,1	-2,8			
Venezuela, R.B. de	2,7	16,9	65,8	1,6	10,3	-6,4	1,1	-31,9	-9,8			
Viet Nam	6,6	33,7	4.544,8	1,2	7,3	3,6	1,7	-15,1	-11,4			
Zambia	5,3	2,9	8,7	1,5	8,1	0,6	3,9	-39,6	1,3			
Zimbabue	3,2	5,2	5,1	1,5	12,3	-3,7	4,8	-37,9	-10,6			

a. Indica el porcentaje de variación del valor de la variable dentro el período dado.

Cuadro A6 Riqueza de las naciones

	Riqueza total	Capital producido y tierra urbana	Capital intangible	Capital natural	Tierras de pastoreo	Tierras cultivables	Zonas protegidas	Recursos forestales no madereros	Recursos madereros	Activos del subsuelo
	US\$ per cápita	US\$ per cápita	US\$ per cápita	US\$ per cápita	US\$ per cápita	US\$ per cápita	US\$ per cápita	US\$ per cápita	US\$ per cápita	US\$ per cápita
	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Alemania	496.447	68.678	423.323	4.445	1.586	1.176	1.113	39	263	269
Argelia	18.491	8.709	-3.418	13.200	426	859	161	16	68	11.670
Argentina	139.232	19.111	109.809	10.312	2.754	3.632	350	219	105	3.253
Australia	371.031	58.179	288.686	24.167	5.590	4.365	1.421	551	748	11.491
Austria	493.080	73.118	412.789	7.174	2.008	1.298	2.410	144	829	485
Bangladesh	6.000	817	4.221	961	52	810	9	2	4	83
Bélgica	451.714	60.561	388.123	3.030	2.161	575	0	20	254	20
Bolivia	18.141	2.110	11.248	4.783	541	1.550	232	1.426	100	934
Brasil	86.922	9.643	70.528	6.752	1.311	1.998	402	724	609	1.708
Bulgaria	25.256	5.303	16.505	3.448	1.108	1.650	217	102	126	244
Burkina Faso	5.087	821	3.047	1.219	191	547	100	142	239	0
Camerún	10.753	1.749	4.271	4.733	179	2.748	187	357	348	914
Canadá	324.979	54.226	235.982	34.771	1.631	2.829	5.756	1.264	4.724	18.566
Colombia	44.660	4.872	33.241	6.547	978	1.911	253	266	134	3.006
Corea, Rep. de	141.282	31.399	107.864	2.020	275	1.241	441	30	0	33
Costa de Marfil	14.243	997	10.125	3.121	72	2.568	11	102	367	2
Chad	4.458	289	2.307	1.861	316	787	80	366	311	0
Chile	77.726	10.688	56.094	10.944	1.001	2.443	1.095	231	986	5.188
China	9.387	2.956	4.208	2.223	146	1.404	27	29	106	511
Ecuador	33.745	2.841	17.788	13.117	1.065	5.263	1.057	193	335	5.205
Egipto, Rep. Árabe de	21.879	3.897	14.734	3.249	0	1.705	0	0	0	1.544
Etiopía	1.965	177	992	796	197	353	167	16	63	0
España	261.205	39.531	217.300	4.374	971	2.806	360	105	81	50
Estados Unidos	512.612	79.851	418.009	14.752	1.665	2.752	1.651	238	1.341	7.106
Federación Rusa	38.709	15.593	5.900	17.217	1.342	1.262	1.317	1.228	292	11.777
Filipinas	19.351	2.673	15.129	1.549	45	1.308	59	17	90	30
Francia	468.024	57.814	403.874	6.335	2.091	2.747	1.026	77	307	87
Ghana	10.365	686	8.343	1.336	43	855	7	76	290	65
Grecia	236.972	28.973	203.445	4.554	573	3.424	57	101	82	318
Guatemala	30.480	3.098	24.411	2.971	218	1.697	181	57	517	301
Haití	8.235	601	6.840	793	112	668	3	3	8	0
Hungría	77.072	15.480	56.645	4.947	1.131	2.721	366	42	152	536
India	6.820	1.154	3.738	1.928	192	1.340	122	14	59	201
Indonesia	13.869	2.382	8.015	3.472	50	1.245	167	115	346	1.549
Irán, Rep. Islámica de	24.023	3.336	6.581	14.105	611	1.989	109	26	0	11.370
Italia	372.666	51.943	316.045	4.678	1.083	2.639	543	51	0	361
Japón	493.241	150.258	341.470	1.513	316	710	364	56	38	28
Kenia	6.609	868	4.374	1.368	529	361	113	129	235	1
Madagascar	5.020	395	2.944	1.681	345	955	36	171	174	0
Malasia	46.687	13.065	24.520	9.103	24	1.369	161	188	438	6.922
Malawi	5.200	542	3.873	785	45	474	26	56	184	0
Mali	5.241	621	2.463	2.157	295	1.420	44	276	121	0
Marruecos	22.965	3.435	17.926	1.604	453	993	7	24	22	106
México	61.872	18.959	34.420	8.493	721	1.195	176	128	199	6.075
Mozambique	4.232	478	2.695	1.059	57	261	9	392	340	0
Nepal	3.802	609	1.964	1.229	111	767	81	38	233	0
Países Bajos	421.389	62.428	352.222	6.739	3.090	1.035	527	7	27	2.053
Niger	3.695	286	1.434	1.975	187	1.598	152	28	9	1
Nigeria	2.748	667	-1.959	4.040	78	1.022	6	24	270	2.639
Paquistán	7.871	975	5.529	1.368	448	549	94	4	7	265
Perú	39.046	5.562	29.908	3.575	341	1.480	98	570	153	934
Portugal	207.477	31.011	172.837	3.629	934	1.724	385	107	438	41
Reino Unido	408.753	55.239	346.347	7.167	1.291	583	495	14	44	4.739
República Dominicana	33.410	5.723	24.511	3.176	386	1.980	461	37	27	286
Ruanda	5.670	549	3.055	2.066	98	1.849	27	9	81	2
Rumania	29.113	8.495	16.110	4.508	1.154	1.602	175	65	290	1.222
Senegal	10.167	975	7.920	1.272	196	608	78	147	238	4
Sudáfrica	59.629	7.270	48.959	3.400	637	1.238	51	46	310	1.118
Sri Lanka	14.731	2.710	11.204	817	84	485	166	24	58	0
Suecia	513.424	58.331	447.143	7.950	1.676	1.120	1.549	908	2.434	263
Siría, Rep. Árabe	10.419	3.292	-1.598	8.725	730	1.255	0	6	0	6.734
Tailandia	35.854	7.624	24.294	3.936	96	2.370	855	55	92	469
Túnez	36.537	6.270	26.328	3.939	736	1.546	8	12	27	1.610
Turquía	47.859	8.580	35.774	3.504	861	2.270	86	34	64	190
Venezuela, R.B. de	45.196	13.627	4.342	27.227	581	1.086	1.793	464	0	23.302
Zambia	6.564	694	4.091	1.779	98	477	78	716	276	134
Zimbabue	9.612	1.377	6.704	1.531	258	350	70	341	211	301
<b>Todo el mundo</b>	<b>95.860</b>	<b>16.850</b>	<b>74.998</b>	<b>4.011</b>	<b>536</b>	<b>1.496</b>	<b>322</b>	<b>104</b>	<b>252</b>	<b>1.302</b>
<b>Ingreso bajo</b>	<b>7.532</b>	<b>1.174</b>	<b>4.434</b>	<b>1.925</b>	<b>189</b>	<b>1.143</b>	<b>111</b>	<b>48</b>	<b>109</b>	<b>325</b>
<b>Ingreso medio</b>	<b>27.616</b>	<b>5.347</b>	<b>18.773</b>	<b>3.426</b>	<b>407</b>	<b>1.583</b>	<b>129</b>	<b>120</b>	<b>169</b>	<b>1.089</b>
<b>Ingreso alto (OCDE)</b>	<b>439.063</b>	<b>76.193</b>	<b>353.339</b>	<b>9.531</b>	<b>1.552</b>	<b>2.008</b>	<b>1.215</b>	<b>183</b>	<b>747</b>	<b>3.825</b>

Cuadro A7 Innovación, investigación y desarrollo

	Gastos en investigación y desarrollo	Investigadores dedicados a I+D	Familias de patentes triádicas	Índice de la economía basada en el conocimiento	Disponibilidad de las tecnologías más avanzadas	Absorción tecnológica en las empresas
	Porcentaje del PIB	Por cada millón de personas	Por cada millón de personas	Índice	Índice	Índice
	2005-2006 <sup>a</sup>	2005-2006 <sup>a</sup>	2005	2008	2008-2009 <sup>a</sup>	2007-2009 <sup>a</sup>
Alemania	2,5	3.359	76,4	8,9	6,2	6,0
Austria	2,4	3.473	39,7	8,9	6,2	6,2
Bélgica	1,9	3.188	34,4	8,7	6,1	5,5
Canadá	2,0	..	24,0	9,2	6,2	5,6
Corea, Rep. de	3,0	3.756	58,4	7,7	5,8	5,8
China	1,3	..	0,3	4,4	4,2	5,1
Dinamarca	2,5	5.202	42,2	9,6	6,5	6,2
Estados Unidos	2,6	4.651	53,1	9,1	6,5	6,3
Estonia	0,9	2.478	..	8,3	5,8	5,5
Federación Rusa	1,1	3.227	0,4	5,4	3,9	4,1
Finlandia	3,5	7.545	53,0	9,4	6,6	6,1
Francia	2,1	3.353	39,4	8,5	6,2	5,6
Grecia	0,5	1.744	..	7,4	4,7	4,4
Hungría	0,9	1.574	4,1	7,9	4,7	4,7
Islandia	2,8	7.287	..	8,9	6,7	6,6
India	..	..	0,1	3,1	5,2	5,5
Irlanda	1,3	2.797	15,0	8,9	5,5	5,5
Israel	4,5	..	60,3	8,2	6,1	6,0
Italia	1,1	1.407	12,3	7,9	4,7	4,6
Japón	3,3	5.512	117,2	8,6	6,2	6,3
Kuwait	..	74	..	6,0	5,4	5,5
Lituania	0,8	2.230	..	7,7	5,0	5,0
Luxemburgo	1,6	4.877	50,5	8,7	5,7	5,5
Macedonia, FYR	0,2	547	..	5,3	3,6	3,4
Nueva Zelanda	1,2	4.207	15,3	8,9	..	5,5
Noruega	1,5	4.668	25,6	9,3	6,4	6,1
Países Bajos	1,7	2.477	66,9	9,3	6,2	5,5
Polonia	0,1	1.627	..	7,4	4,4	4,7
Portugal	..	2.007	..	7,5	5,7	5,4
Singapur	2,4	5.497	24,3	8,2	6,2	6,0
Reino Unido	1,8	2.995	27,4	9,1	6,2	5,6
República Checa	1,4	2.371	..	7,8	5,1	5,4
República Eslovaca	0,5	2.027	..	7,3	5,1	5,4
Eslovenia	1,5	2.627	..	8,3	5,1	4,9
Sudáfrica	0,9	361	0,6	5,6	5,4	5,5
España	1,1	2.528	4,5	8,2	5,2	5,0
Suecia	3,9	6.095	81,0	9,5	6,6	6,2
Suiza	..	..	107,6	9,2	6,4	6,2
Túnez	1,0	1.450	..	4,7	5,4	5,4
Ucrania	1,0	..	..	5,8	4,2	4,5

Nota: los 40 países incluidos en el cuadro fueron elegidos en función de la disponibilidad de datos sobre al menos cuatro de las seis variables.

a. Los datos corresponden al año más reciente disponible.

## Definiciones y notas

**Cuadro A1 Emisiones vinculadas con la energía**

Columna	Indicador	Notas
Emisiones de dióxido de carbono		
1, 2	Total anual (en millones de toneladas)	Total de emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes del sector de la energía, incluida la producción de electricidad y calor, las manufacturas y la construcción, la quema de gas, el transporte y otras industrias, extraídas del Instituto de Recursos Mundiales (IRM, 2008). No se incluyen las emisiones derivadas de procesos industriales (principalmente, producción de cemento), que representan cerca del 4% del total de las emisiones mundiales vinculadas con la energía. Las emisiones anuales de CO <sub>2</sub> correspondientes a 2005 se utilizaron como parámetro para reducir el cuadro a las 65 economías que representan el 96% del total anual de emisiones de CO <sub>2</sub> de todo el mundo provenientes del sector energético. Los totales se basan en la lista completa de 210 países.
2, 3	Variación (en porcentaje)	Porcentaje de variación de las emisiones de CO <sub>2</sub> vinculadas con la energía entre 1990 (año tomado como base) y 2005.
4, 5	Per cápita (toneladas)	Emisiones anuales divididas por la cantidad de población a mediados de año (Banco Mundial, 2009), expresadas en toneladas de CO <sub>2</sub> por persona.
6	Proporción del total mundial (en porcentaje)	Proporción del total de las emisiones mundiales de CO <sub>2</sub> vinculadas con la energía atribuidas a un determinado país, grupo de ingreso o región.
7	Acumuladas desde 1850 (en miles de millones de toneladas)	Emisiones de CO <sub>2</sub> acumuladas entre 1850 y 2005, datos extraídos del Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE, 2009). Las fuentes de emisión incluye la combustión de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, así como la producción de cemento y la quema de gas. A los efectos de lograr coherencia histórica, se utilizaron datos sobre la producción de combustibles y no sobre su consumo. En las emisiones de CO <sub>2</sub> no se incluyen las provenientes de los desechos, la agricultura, el cambio en el uso de la tierra ni los combustibles para buques que se utilizan en el transporte internacional. Las emisiones acumuladas se basan en la disponibilidad de datos (para la mayoría de los 25 principales países emisores, se dispone de datos a partir de 1850, y para los países más pequeños y las naciones insulares, a partir de entre 1900 y 1950).
8, 9	Total anual de emisiones de gases distintos del CO <sub>2</sub> (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	Total de emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) y óxido nitroso (N <sub>2</sub> O), calculadas en CO <sub>2</sub> equivalente, derivadas del sector energético; los datos se basan en IRM (2008). Este indicador incluye las emisiones provenientes de la combustión de biomasa, los sistemas de petróleo y gas natural, la extracción de carbón y otras fuentes estacionarias y móviles. El CO <sub>2</sub> equivalente expresa la cantidad de una mezcla de gases de efecto invernadero en términos de la cantidad de CO <sub>2</sub> que produciría el mismo grado de calentamiento que esa mezcla de gases (véase el glosario).
10, 11	Intensidad de carbono de la energía (toneladas de CO <sub>2</sub> por tonelada de equivalente en petróleo)	Relación entre emisiones de dióxido de carbono y producción de energía. Esta relación mide el grado de ecología de la producción energética y se expresa en toneladas de CO <sub>2</sub> (IRM, 2008) por tonelada de equivalente en petróleo (Agencia Internacional de la Energía [AIE], 2008a y 2008b).
12, 13	Intensidad de carbono del ingreso (toneladas de CO <sub>2</sub> por cada US\$1.000 del PIB ajustados según la PPA)	Relación entre emisiones de dióxido de carbono y producto interno bruto. Esta medida es un indicador del grado de ecología de la economía y se expresa en toneladas de CO <sub>2</sub> por cada US\$1.000 del PIB ajustados según la PPA. Las emisiones fueron extraídas del IRM (2008) y los datos sobre el PIB, de Banco Mundial (2009).

**Cuadro A2 Emisiones terrestres**

Cuadro A2.a Emisiones de CO<sub>2</sub> de la deforestación

Columna	Indicador	Notas
1, 2	Promedio anual de emisiones de CO <sub>2</sub> (en millones de toneladas) y posición del país	Las estimaciones sobre emisiones provocadas por la deforestación se basan en Houghton (2009) y derivan de las estimaciones sobre los cambios en la cubierta del bosque tropical incluidas en la evaluación de los recursos forestales que llevaron a cabo las Naciones Unidas en 2005 (FAO, 2005). Las estimaciones de las emisiones de CO <sub>2</sub> provocadas por la deforestación varían a lo largo del tiempo y sufren modificaciones a causa de la falta de certeza respecto de los datos: se observan variaciones en las estimaciones de la tasa de deforestación y las referidas a las reservas de carbono presentes en los bosques convertidos para otros usos. A fin de tomar en cuenta las tendencias observadas de un año a otro y la incertidumbre en las mediciones, los números consignados aquí se basan en el promedio anual de emisiones entre 1990 y 2005. Los 25 países que más contribuyeron a las emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes de la deforestación en 2005, que se incluyen en el cuadro, representan aproximadamente el 95% del total mundial. Según las estimaciones, la deforestación neta de los países de ingreso alto es cercana al cero o ligeramente negativa. La posición de los países se establece a partir del promedio anual de emisión para el período 1990-2005.
3, 4	Emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita (en toneladas) y posición del país	Promedio anual de emisiones provocadas por la deforestación dividida por la cantidad de población a mediados de año y expresada en toneladas de CO <sub>2</sub> por persona. Los números correspondientes a cantidad de población se obtuvieron del Banco Mundial (2009). La posición de los países en lo que respecta a las emisiones per cápita se basa en un total de 186 países (véase el capítulo 1, gráfico 1.1).
5	Promedio de la proporción del total mundial	Proporción de las emisiones de CO <sub>2</sub> sobre la base del promedio anual de emisiones entre 1990 y 2005, expresada como porcentaje de las emisiones mundiales provocadas por la deforestación.

Cuadro A2.b Emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> provenientes de la agricultura

Columna	Indicador	Notas
1, 2	Emisiones anuales (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	Total de emisiones de metano y óxido nitroso provenientes del sector agrícola medidas en equivalente de CO <sub>2</sub> , extraído de IRM (2008). El CO <sub>2</sub> equivalente expresa la cantidad de una mezcla de gases de efecto invernadero en términos de la cantidad de CO <sub>2</sub> que produciría el mismo grado de calentamiento que esa mezcla de gases (véase el glosario). Las emisiones del sector agrícola son principalmente producto del cultivo de arroz, los suelos agrícolas, el manejo del estiércol y la fermentación entérica (eructos) del ganado. En consonancia con las categorías establecidas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPPC) para las fuentes y reservas de carbono, el CO <sub>2</sub> asociado al uso de combustibles en la agricultura se incluye en el sector de la energía, no en el agrícola. Los 25 países que más contribuyen a las emisiones provenientes de la agricultura y que se han incluido en el cuadro representan aproximadamente el 70% del total mundial.
3	Proporción del total mundial (en porcentaje)	La proporción que representa el sector agrícola de determinado país o región en el total mundial de emisiones.
4-7	Emisiones per cápita (en millones de toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente) y posición del país	Emisiones anuales provenientes del sector agrícola divididas por la cantidad de población a mediados de año en 1990 y 2005 (Banco Mundial, 2009), expresadas en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente por persona. La clasificación de países en función de sus emisiones per cápita se basa en el conjunto completo de más de 200 países.

Cuadro A3 Suministro total de energía primaria

Columna	Indicador	Notas
1, 2	Suministro total de energía primaria (en millones de toneladas de equivalente en petróleo)	El suministro total de energía primaria (TPES) es una medida del consumo de energía comercial. Es la suma de la producción autóctona, las importaciones y las variaciones en las reservas, menos las exportaciones y los combustibles del transporte marítimo internacional. Una proporción menor de combustibles fósiles y una proporción mayor de energías renovables en el TPES es un indicador de que los países se encaminan hacia una economía ecológica. Los datos correspondientes a los miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) se extrajeron de AIE, 2008a, mientras que los de los países ajenos a esa organización se tomaron de AIE 2008b. Se incluyen datos para 135 países en total.
3-5	Proporción de combustibles fósiles en el TPES (en porcentaje)	Proporción de energía derivada de combustibles fósiles –entre los que se incluyen carbón, petróleo y gas natural– en el suministro total de energía primaria. En la proporción correspondiente al carbón se incluyen el carbón y sus productos derivados (AIE 2008a y 2008b). En la proporción de petróleo se incluye el crudo, el gas natural licuado, materias primas y productos petrolíferos. En la proporción de gas natural se incluye tan solo ese gas.
6, 7	Proporción de energías renovables en el TPES (en porcentaje)	Proporción de la energía hidroeléctrica, solar, eólica, geotérmica, de biomasa y proveniente de desechos en el total de energía primaria (AIE 2008a y 2008b). La biomasa, también denominada combustible tradicional, está compuesta por materiales animales y vegetales (madera, desechos vegetales, etanol, materiales o desechos animales y leñas sulfúricas). Entre los desechos se incluyen desechos municipales (desperdicios producidos por los sectores residencial, comercial y de servicios públicos, recolectados por las autoridades locales y trasladados a un sitio central donde se los utiliza para producir calor o electricidad) e industriales.
8	Proporción de energía nuclear en el TPES (en porcentaje)	Proporción de energía nuclear en el total del suministro (AIE 2008a y 2008b).
9, 10	Consumo de electricidad per cápita (kilovatios-hora)	El consumo eléctrico per cápita mide el promedio de kilovatios-hora (kWh) de electricidad que se genera por persona en un determinado país o región. Los datos fueron extraídos de los trabajos de la AIE (2008c y 2008d). Incluye las centrales eléctricas públicas y privadas y centrales de generación combinada de calor y electricidad, así como la producción de plantas nucleares, hidroeléctricas (con exclusión de la producción por bombeo), geotérmicas, eólicas, solares y de otras fuentes renovables. No se incluye aquí la electricidad producida a partir del calor generado en procesos químicos. El consumo eléctrico equivale a la suma de la producción y las importaciones menos las exportaciones y las pérdidas en la distribución.
11	Tasa de electrificación (en porcentaje)	Proporción de la población que contaba con acceso al servicio eléctrico entre 2000 y 2006, extraída de los trabajos de la AIE (2002 y 2006).

**Cuadro A4 Desastres naturales**

Columna	Indicador	Notas
1, 2	Mortalidad (cantidad de personas)	Cantidad de personas (cifras oficiales, cuando se dispone de ellas) cuya muerte fue confirmada y de personas desaparecidas que se presumen muertas durante un desastre (se incluyen sequías, inundaciones y tormentas), sobre la base del Centro para la Investigación de la Epidemiología de los Desastres (CRED, 2009). Los números consignados son promedios anuales para el período comprendido entre 1971 y 2008.
3-5	Personas afectadas (en miles)	Heridos, personas que quedaron sin techo y requieren asistencia inmediata durante un desastre (se incluyen sequías, inundaciones y tormentas); puede incluir también a las personas desplazadas o evacuadas. Los datos se basan en CRED (2009). Los números consignados son promedios anuales para el período comprendido entre 1971 y 2008.
6, 7	Pérdidas económicas (en miles de US\$)	Estimaciones de los daños provocados por el desastre, expresadas en US\$; datos basados en CRED (2009). Los números consignados son el promedio anual de los daños para el período comprendido entre 1971 y 2008.
8	Pérdida mayor por acontecimiento (en porcentaje del PIB)	Estimaciones del total de daños correspondiente a la pérdida más grande provocada por un acontecimiento de inicio lento o rápido entre 1961 y 2008 (Mechler y otros, 2009). En el cuadro se enumeran las economías que durante este período tuvieron al menos una pérdida por acontecimiento que excedió el 0,8% del PIB. Los tipos de acontecimientos contemplados incluyen sequías, inundaciones, tormentas, olas de frío e incendios forestales. La pérdida mayor por acontecimiento se define como la pérdida total derivada de un acontecimiento meteorológico expresada en US\$ (CRED, 2009), dividida por el PIB total (Banco Mundial, 2009).
9	Costa (en kilómetros)	Longitud total del límite entre el área terrestre (incluidas las islas) y el mar, extraída de Agencia Central de Inteligencia (CIA, 2009).
10	Población que habita en zonas costeras de poca elevación (en porcentaje)	Proporción de la población que habita en zonas costeras de poca elevación (definidas como las zonas terrestres contiguas a la costa y con una elevación de 10 metros o menos), extraída de Centro para una Red Internacional de Información Científica (CIESIN, 2006).
11	Superficie de las zonas costeras de poca elevación (en porcentaje)	Proporción de la superficie total de las zonas costeras de poca elevación (definidas como las zonas terrestres contiguas a la costa y con una elevación de 10 metros o menos), extraída de CIESIN (2006).

**Cuadro A5 La tierra, el agua y los impactos proyectados del cambio climático**

Columna	Indicador	Notas
1	Tierras cultivables (en millones de hectáreas)	La tierra cultivable es la tierra adecuada para plantar cultivos que se vuelven a sembrar luego de cada cosecha, como el trigo, el maíz y el arroz. Datos extraídos de Banco Mundial, 2009.
2	Proporción de tierras de regadío (en porcentaje de la tierra cultivable)	Proporción de las tierras cultivables sometidas a riego, extraída de Banco Mundial, 2009.
3	Producción acuícola (en millones de US\$)	La producción acuícola incluye el cultivo de organismos acuáticos, tales como peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas en aguas salobres, agua dulce o ambientes marinos, tanto en aguas interiores como en zonas marítimas. La producción acuícola se refiere específicamente al producto de las actividades de ese sector, que se destina a cosecha final para consumo. Los datos fueron obtenidos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009).
4-7	Impactos físicos previstos	Impactos físicos del cambio climático que se prevén para mediados del siglo XXI. Los indicadores seleccionados incluyen la variación en la temperatura media anual, en las precipitaciones y en su intensidad y en la duración de la ola de calor. Estas proyecciones estimadas representan una mediana grupal de 19 modelos de circulación general utilizados en la cuarta evaluación del IPCC (IPCC, 2007). Los cambios estimados corresponden al período 2030-2049 en relación con el de 1980-1999. Los indicadores son promedios de cada país ponderados en función de la geografía.
8, 9	Impactos agrícolas previstos	El porcentaje de variación en el producto agrícola (definido como los ingresos por hectárea) entre 2000 y 2080 sobre la base de "estimaciones preferidas" extraídas de Cline (2007). Los impactos en el rendimiento agrícola se definen como el porcentaje promedio de variación en el rendimiento de las cosechas entre 2000 y 2050 para trigo, arroz, maíz, mijo, guisante, remolacha, batata, poroto de soja, maní, girasol y colza, sobre la base de Muller y otros (2009).



**Cuadro A6 Riqueza de las naciones**

Columna	Indicador	Notas
1	Riqueza total (US\$ per cápita)	Riqueza agregada que las naciones han producido en el pasado, en la que se refleja el valor de todos los bienes, recursos y servicios, incluidos los naturales, los elaborados y el capital intangible. Entre las subcategorías del capital natural figuran los recursos forestales, agrícolas y del suelo, que indican el grado en que el país depende de los recursos naturales y su vulnerabilidad al cambio climático. Todos los indicadores se expresan en su valor en US\$ per cápita, que se obtiene luego de dividir el valor total por la cantidad de población a mediados de año (Banco Mundial, 2005).
2	Capital producido (US\$ per cápita)	El capital producido incluye maquinarias, equipos, estructuras y tierras urbanas.
3	Capital intangible (US\$ per cápita)	El capital intangible comprende mano de obra, capital humano, capital social y demás factores, como calidad de las instituciones. Se calcula como un residuo, la diferencia entre la riqueza total y la suma de los productos y el capital natural.
4	Capital natural (US\$ per cápita)	El capital natural incluye los recursos energéticos (petróleo, gas natural, carbón sólido y lignito), recursos minerales (bauxita, cobre, oro, hierro, plomo, níquel, fosfato, plata, estaño y cinc), recursos madereros, recursos forestales no madereros, tierras cultivables, tierras de pastoreo y zonas protegidas.
5	Tierras de pastoreo (US\$ per cápita)	El capital natural asociado con las tierras de pastoreo refleja el valor anual de estas tierras para la producción de bienes. Se da por supuesto que las utilidades derivadas de las tierras de pastoreo alcanzan un 45% del valor del producto, que se basa en la producción de carne bovina, ovina, leche y lanas valuadas a precios internacionales.
6	Tierras cultivables (US\$ per cápita)	El capital natural asociado con las tierras cultivables refleja el valor anual de la producción agrícola basada en la tierra disponible. Las utilidades derivadas de las tierras cultivadas se calculan como la diferencia entre el valor de mercado de las cosechas y los costos de producción específicos de cada cultivo.
7	Zonas protegidas (US\$ per cápita)	El capital natural asociado con las zonas protegidas refleja el valor anual de los beneficios que brindan las zonas protegidas, entre los que figuran el valor recreativo, el turismo y otros valores de la existencia.
8	Recursos forestales no madereros (US\$ per cápita)	Los beneficios forestales no madereros comprenden productos forestales menores, caza, recreación y protección de las cuencas hidrográficas. Los beneficios anuales se calcularon a partir del supuesto de que una décima parte de la zonas forestales en cada país resulta accesible, con beneficios que oscilan entre US\$190 por hectárea en los países desarrollados y los US\$145 por hectárea en las naciones en desarrollo.
9	Recursos madereros (US\$ per cápita)	Los recursos madereros se basan en la producción de rollizos (madera en bruto) de coníferas y otras especies. Dado que se utilizan los valores de mercado para estimar el valor de los árboles en pie, se distingue entre bosques disponibles y bosques no disponibles para el suministro de madera. La zonas de bosques disponibles para la provisión de madera se definen como las que están ubicadas a menos de 5 kilómetros de obras de infraestructura.
10	Activos del subsuelo (US\$ per cápita)	Los activos del subsuelo son las reservas comprobadas de depósitos minerales ubicadas sobre la superficie de la Tierra o debajo de ella y que son económicamente explotables, dados los precios relativos y las tecnologías actuales.

**Cuadro A7 Innovación, investigación y desarrollo**

Columna	Indicador	Notas
1	Gastos en IyD (en porcentaje del PIB)	Los gastos destinados a IyD son los gastos corrientes y de capital (tanto públicos como privados) que se asignan a la labor creativa encarada sistemáticamente para incrementar el conocimiento, incluido el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad, y el uso de ese conocimiento para aplicaciones nuevas. La IyD abarca investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental. La proporción de los gastos en IyD es el total de dichos gastos dividido por el PIB de un año determinado. Los datos fueron extraídos del Banco Mundial.
2	Investigadores dedicados a IyD (por cada millón de personas)	La cantidad de investigadores dedicados a IyD se expresa en un número por cada millón de personas.
3	Familias de patentes triádicas (por cada millón de personas)	Definidas como un conjunto de patentes, para un único invento, otorgado por la Oficina de Patentes Europeas, la Oficina de Patentes de Japón y la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos. Es un buen indicador del número de patentes registradas y del número de patentes per cápita (OCDE, 2008).
4	Índice de la economía basada en el conocimiento	El índice de la economía basada en el conocimiento (KEI, Banco Mundial, 2008) es un índice compuesto que se apoya en la metodología de evaluación del conocimiento de 2008 del Banco Mundial (KAM) y refleja el grado de preparación general de un país o región para la economía basada en el conocimiento. El KEI se construye como un promedio simple de cuatro subíndices, que representan los siguientes cuatro pilares de la economía basada en el conocimiento: 1) régimen institucional y de incentivos económicos, 2) educación y capacitación, 3) innovación y adopción de tecnologías y 4) infraestructura de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
5	Disponibilidad de las tecnologías más avanzadas	Índice que define la disponibilidad en el país de las tecnologías más avanzadas. Oscila entre 1 (no hay amplia disponibilidad ni uso de las tecnologías) a 7 (las tecnologías están disponibles y se usan ampliamente). Para obtener la lista completa de países, véase Foro Económico Mundial (FEM, 2009).
6	Absorción tecnológica en las empresas	Índice que define la capacidad del país para absorber nuevas tecnologías. Va de 1 (el país no puede absorber tecnología) a 7 (el país absorbe tecnología muy activamente). Para obtener la lista completa de países, véase Foro Económico Mundial (2009).

## Símbolos y agregados

- .. Indica que no hay datos disponibles o que no se pueden calcular los agregados debido a que faltan datos para los años indicados.
- 0 o 0,0 indica cero o menos de la mitad de la unidad indicada.

Las medidas agregadas correspondientes a las regiones y los grupos de ingreso se calculan por suma simple cuando se expresan en niveles. Las tasas y los coeficientes agregados se computan como promedios ponderados.

Los indicadores sintéticos son o bien totales (indicados con una **t** si los agregados incluyen estimaciones de los datos que faltan y los países sobre los que no se dispone informes, o con una **s** cuando se trata de la simple suma de datos disponibles), promedios ponderados (**p**) o medianas (**m**) calculados para grupos de economías. Los datos correspondientes a países excluidos de los cuadros principales se tuvieron en cuenta en el cálculo de los indicadores sintéticos.

## Referencias

- AIE (Agencia Internacional de la Energía). 2002. *World Energy Outlook 2002*. París: AIE.
- . 2006. *World Energy Outlook 2006*. París: AIE.
- . 2008a. *Energy Balances of Non-OECD Countries-2008 Edition*. París: AIE.
- . 2008b. *Energy Balances of OECD Countries-2008 Edition*. París: AIE.
- . 2008c. *Energy Statistics of Non-OECD Countries-2008 Edition*. París: AIE.
- . 2008d. *Energy Statistics of OECD Countries-2008 Edition*. París: AIE.
- Banco Mundial. 2009. *¿Dónde está la riqueza de las naciones? Medir el capital para el siglo XXI*. Bogotá: Banco Mundial y Mayol Ediciones.
- . 2008. “Knowledge Assessment Methodology – Knowledge Economy Index (KEI)”. Washington, DC: Banco Mundial. [http://info.worldbank.org/etools/kam2/KAM\\_page5.asp](http://info.worldbank.org/etools/kam2/KAM_page5.asp) (consultado en agosto de 2009).
- . 2009. *World Development Indicators 2009*. Washington, DC: Banco Mundial.
- CIA (Agencia Central de Inteligencia). 2009. “The World Factbook 2009”. Washington, DC: Agencia Central de Inteligencia. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html> (consultado en julio de 2009).
- CIESIN (Centro para una red internacional de información científica). 2006. “Low Elevation Coastal Zone (LECZ) Urban-Rural Estimates, Global Rural-Urban Mapping Project (GRUMP), Alpha Version”. Palisades, NY: Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), Columbia University. <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/lec2> (consultado en julio de 2009).
- Cline, W. R. 2007. *Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country*. Washington, DC: Centro para el Desarrollo Mundial e Instituto Peterson para la Economía Internacional.
- CRED (Centro para la Investigación de la Epidemiología de los Desastres). 2008. “EM-DAT: The OFDA/CRED International Emergency Disaster Database”. Lovaina: Centro para la Investigación de la Epidemiología de los Desastres, Université Catholique de Louvain, Ecole de Santé Publique.
- DOE (Departamento de Energía). 2009. “Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC)”. Oak Ridge, TN: DOE.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2009. “Global Aquaculture Production 1950–2007”. Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en> (consultado en julio de 2009).
- FEM (Foro Económico Mundial). 2009. *Global Information Technology Report 2008–2009*. Ginebra: FEM.
- Houghton, R. A. 2009. “Emissions of Carbon from Land Management”. Nota de antecedentes para el IDM 2010.
- IRM (Instituto de Recursos Mundiales). 2008. “Climate Analysis Indicators Tool (CAIT)”. Washington, DC: Instituto de Recursos Mundiales.
- Mechler, R., S. Hochrainer, G. Pflug, K. Williges y A. Lotsch. 2009. “Assessing the Financial Vulnerability to Climate-Related Natural Hazards”. Nota de antecedentes para el IDM 2010.
- Müller, C., A. Bondeau, A. Popp, K. Waha y M. Fader. 2009. “Climate Change Impacts on Agricultural Yields”. Nota de antecedentes para el IDM 2010.
- OCDE. 2008. *Compendium of Patent Statistics 2008*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- . 2009. “OECD Science and Technology Database – Main Science and Technology Indicators”. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. <http://www.sourceoecd.org> (consultado en julio de 2009).

# Indicadores seleccionados del desarrollo mundial 2010

**E**n la edición de este año, la información sobre el desarrollo se presenta en seis cuadros en los que se incluyen datos socioeconómicos comparativos de más de 130 economías correspondientes al año más reciente para el que se dispone de datos y, en el caso de algunos indicadores, para un año anterior. En otro cuadro se presentan indicadores básicos de 78 economías acerca de las cuales se dispone de escasos datos o cuya población es inferior a los 3 millones de habitantes.

Los indicadores que aquí figuran han sido seleccionados de entre más de 800 incluidos en *Indicadores del desarrollo mundial 2009*. Esta publicación anual refleja una visión integral del proceso de desarrollo. En las seis secciones de dicho documento se muestra el aporte de una amplia gama de factores: avances en pos de los objetivos de desarrollo del milenio y desarrollo del capital humano, sostenibilidad ambiental, desempeño macroeconómico, desarrollo del sector privado y clima para la inversión, y los vínculos internacionales que influyen en el ambiente externo para el desarrollo. Nótese que este año el cuadro sobre pobreza (cuadro 2) incluye estimaciones calculadas a partir de las líneas internacionales de pobreza de US\$1,25 al día y US\$2 al día, que se basan en las nuevas estimaciones de la paridad de poder adquisitivo (PPA) para la que se establece como parámetro el año 2005.

Los *Indicadores del desarrollo mundial* se complementan con una base de datos que se publica por separado, a través de la cual se puede acceder a más de 800 indicadores en series cronológicas correspondientes a 227 economías y regiones. Se puede obtener esta base de datos mediante una suscripción electrónica (WDI Online) o en forma de CD-ROM.

## Fuentes y métodos para la recopilación de los datos

Los datos socioeconómicos y ambientales que aquí se presentan fueron extraídos de diversas fuentes: datos primarios recogidos por el Banco Mundial, publicaciones estadísticas de los países miembros, institutos de investigación, y organizaciones internacionales tales como las Naciones Unidas y sus organismos especializados, el Fondo Monetario Internacional (FMI) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (para consultar la lista completa, véase la sección “Fuentes de los datos” ubicada a continuación de las “Notas técnicas”). Si bien en la mayoría de las estadísticas que declaran los países e instituciones internacionales se aplican normas

internacionales sobre cobertura, definición y clasificación de los datos, inevitablemente existen diferencias en cuanto a la puntualidad y la confiabilidad, que surgen de los diversos grados de capacidad y la diferencia de recursos dedicados a la tarea de recoger y recopilar datos. En algunos temas, el personal del Banco debe examinar fuentes contrapuestas para garantizar que se presenten la información más confiable de que se disponga. No se consignan datos en los casos en los que se estima que las cifras disponibles son insuficientes para brindar valores confiables sobre los niveles y las tendencias, o en los que éstas no se ajustan adecuadamente a las normas internacionales.

En general, los datos presentados se corresponden con los que aparecen en *Indicadores del desarrollo mundial 2009*, pero en los casos en que se dispuso de nueva información, éstos fueron examinados y actualizados. Las diferencias también pueden reflejar rectificaciones de las series históricas y cambios en la metodología. En consecuencia, en las distintas ediciones de las publicaciones del Banco Mundial pueden figurar datos recopilados en distintas épocas. Se recomienda a los lectores no compilar series de datos de distintas publicaciones ni de diferentes ediciones de una misma publicación. En el CD-ROM de *Indicadores del desarrollo mundial 2009* y en la versión en línea se pueden consultar series cronológicas de datos que sí son concordantes.

Todas las cantidades en dólares se expresan en dólares corrientes de Estados Unidos, salvo indicación en contrario. En las “Notas técnicas” se describen los diversos métodos empleados para convertir las cifras expresadas en monedas nacionales.

Dado que la actividad principal del Banco Mundial es brindar financiamiento y asesoría a los países miembros de ingreso bajo y mediano, los temas incluidos en estos cuadros se centran fundamentalmente en dichas economías. En los casos en que se dispone de ellos, se incluyen también datos sobre economías de ingreso alto a los fines de la comparación. Para obtener más información sobre estos países, pueden consultarse las publicaciones estadísticas nacionales y los trabajos de la OCDE y la Unión Europea.

## Clasificación de las economías e indicadores sintéticos

Los indicadores sintéticos que figuran en la parte inferior de la mayoría de los cuadros se refieren a economías clasificadas según su ingreso per cápita y la región a la que pertenecen. Se toma como parámetro el ingreso nacional bruto (INB) per

cápita para establecer las siguientes categorías: ingreso bajo, US\$975 o menos en 2008; ingreso mediano, entre US\$976 y US\$11.905, e ingreso alto, US\$11.906 o más. Asimismo, se ha establecido una subdivisión, en el nivel de US\$3.855 del INB per cápita, para distinguir entre las economías de ingreso mediano bajo y las de ingreso mediano alto. La clasificación de las economías según su ingreso per cápita se realiza anualmente, de modo que la composición de los grupos de ingreso puede variar de un año a otro. Cuando estos cambios en la clasificación se realizan a partir de las estimaciones más recientes, los agregados que se basan en las nuevas clasificaciones de ingreso se vuelven a calcular para todos los períodos anteriores, de modo de mantener series cronológicas concordantes. La lista de todas las economías de cada grupo de ingreso (incluidas las de menos de 3 millones de habitantes) puede verse en el cuadro de la clasificación de las economías, al final del informe.

Los indicadores sintéticos son, o bien totales (indicados con una **t** si los agregados incluyen estimaciones de los datos que faltan y los países sobre los que no se dispone de informes, o con una **s** cuando se trata de la simple suma de datos disponibles), promedios ponderados (**p**) o medianas (**m**), calculados para grupos de economías. Los datos correspondientes a los países excluidos de los cuadros principales (los que figuran en el cuadro 6) fueron contemplados en los indicadores sintéticos, ya sea con sus propios datos, cuando se disponía de ellos, o aplicando el supuesto de que siguen la tendencia de los países cuya información estaba disponible. Esta estandarización de la cobertura geográfica en cada período indicado permite obtener datos agregados más coherentes. No obstante, en los casos en que la información faltante representaba un tercio o más de la estimación general, se indica que no hay datos disponibles para la medida grupal. En la sección titulada “Métodos estadísticos” de las “Notas técnicas” se brinda más información sobre los métodos de agregación. Las ponderaciones utilizadas para construir los agregados se indican en la nota técnica correspondiente a cada cuadro.

### Terminología y cobertura geográfica

El término *país* no da por sentada la independencia política, sino que puede referirse a cualquier territorio para el cual las autoridades respectivas notifiquen estadísticas sociales o económicas por separado. Los datos corresponden a las economías según estaban constituidas en 2008, y los datos históricos fueron rectificadas para reflejar la disposición política actual. En los cuadros se incluyen notas en las que se aclaran las excepciones. Salvo indicación en contrario, los datos sobre China no incluyen información correspondiente a Hong Kong (China), Macao (China) ni Taiwán (China). Los datos consignados para Indonesia abarcan los de Timor-Leste hasta 1999, salvo indicación en contrario. Montenegro declaró su independencia de Serbia y Montenegro el 3 de junio de 2006. Cuando resulta posible, los datos para cada uno de estos países se muestran por separado. Sin embargo, algunos indicadores correspondientes a Serbia siguen abarcando datos de Montenegro hasta 2005; para éstos, se incluye una nota en los cuadros. Asimismo, los datos de la mayoría de los indicadores de Serbia desde 1999 en

adelante excluyen los de Kosovo, que en 1999 se convirtió en un territorio bajo administración internacional, según lo dispuesto en la Resolución 1.244 (1999) del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas; en caso de excepciones, se consigna la aclaración pertinente.

### Notas técnicas

Dado que la calidad de los datos suele ser problemática, al igual que las comparaciones entre países, se recomienda a los lectores consultar las “Notas técnicas”, el cuadro de clasificación de países según la región a la que pertenecen y su nivel de ingreso, y las notas al pie de los cuadros. Para obtener una documentación más completa, véase *Indicadores del desarrollo mundial 2009*.

### Símbolos

- .. indica que no hay datos disponibles o que no se pueden calcular los agregados debido a que faltan datos para los años indicados.
- 0 o 0,0 significa cero o un valor tan bajo que el número se redondearía en cero dada la cantidad de dígitos decimales que se consignan.
- / en las fechas, como en 2003/04, significa que el período, usualmente de 12 meses, comienza en un año calendario y termina en otro, y se refiere a un año agrícola, el año de una encuesta o el ejercicio económico.
- US\$ significa dólares corrientes de Estados Unidos, salvo que se indique lo contrario.
- > significa “más que”.
- < significa “menos que”.

### Convenciones sobre la presentación de datos

- Un espacio en blanco significa que no se aplica o, en el caso de un agregado, no resulta significativo desde el punto de vista analítico.
- Un billón es un millón de millones.
- Las cifras en cursiva se refieren a años o períodos distintos de los especificados o a tasas de crecimiento calculadas para un período menos extenso que el indicado.
- Cuando los datos disponibles correspondan a más de tres años antes que el rango consignado, se incluye una nota aclaratoria al pie.
- Los interesados pueden obtener más información sobre los *Indicadores del desarrollo mundial 2009* o solicitar la publicación por Internet, teléfono o fax, como se indica a continuación:

Para obtener más información y hacer pedidos por Internet: <http://www.worldbank.org/data/wdi2009/index.htm>.

Para hacer pedidos por teléfono: 1-800-645-7247 o 703-661-1580; o por fax: 703-661-1501

Para hacer pedidos por correo postal:  
The World Bank,  
P.O. Box 960, Herndon, VA 20172-0960,  
EE.UU.

## Clasificación de las economías por región y nivel de ingreso, ejercicio de 2010

Asia oriental y el Pacífico		América Latina y el Caribe		Asia meridional		Ingreso alto OCDE	
Camboya	PlnB	Argentina	PIMA	Afganistán	PlnB	Alemania	
Corea, Rep. Dem.	PlnB	Belice	PIMB	Bangladesh	PlnB	Australia	
China	PIMB	Bolivia	PIMB	Bután	PIMB	Austria	
Fidji	PIMA	Brasil	PIMA	India	PIMB	Bélgica	
Filipinas	PIMB	Colombia	PIMA	Maldivas	PIMB	Canadá	
Indonesia	PIMB	Costa Rica	PIMA	Nepal	PlnB	Corea, Rep. de	
Islas Marshall	PIMB	Cuba	PIMA	Paquistán	PIMB	Dinamarca	
Islas Salomón	PIMB	Chile	PIMA	Sri Lanka	PIMB	España	
Kiribati	PIMB	Dominica	PIMA			Estados Unidos	
Malasia	PIMA	Ecuador	PIMB	<b>África subsahariana</b>		Finlandia	
Micronesia, Est. Fed.	PIMB	El Salvador	PIMB	Ángola	PIMB	Francia	
Mongolia	PlnB	Granada	PIMA	Benín	PlnB	Grecia	
Myanmar	PIMA	Guatemala	PIMB	Botsuana	PIMA	Hungría	
Palau	PIMB	Guyana	PIMB	Burkina Faso	PlnB	Irlanda	
Papúa Nueva Guinea	PIMB	Haití	PlnB	Burundi	PlnB	Italia	
RDP de Laos	PlnB	Honduras	PIMB	Camerún	PIMB	Islandia	
Samoa estadounidense	PIMA	Jamaica	PIMA	Cabo Verde	PIMB	Japón	
Samoa	PIMB	México	PIMA	Comoros	PlnB	Luxemburgo	
Tailandia	PIMB	Nicaragua	PIMB	Congo, Rep. Dem. del	PIMB	Noruega	
Timor-Leste	PIMB	Panamá	PIMA	Congo, Rep. del	PIMB	Nueva Zelanda	
Tonga	PIMB	Panamá	PIMA	Costa de Marfil	PlnB	Países Bajos	
Vanuatu	PlnB	Paraguay	PIMB	Chad	PlnB	Portugal	
Viet Nam		Perú	PIMA	Eritrea	PlnB	Reino Unido	
		República Dominicana	PIMA	Etiopía	PIMA	República Checa	
		Saint Kitts y Nevis	PIMA	Gabón	IMA	República Eslovaca	
		Santa Lucía	PIMA	Gambia	PlnB	Suecia	
		San Vicente y las Granadinas	PIMA	Ghana	PlnB	Suiza	
		Surinam	PIMA	Guinea	PlnB		
		Uruguay	PIMA	Guinea-Bissau	PlnB		
		Venezuela, R.B. de	PIMA	Kenia	PlnB	<b>Otros países de ingreso alto</b>	
				Lesoto	PlnB	Andorra	
				Liberia	PIMB	Antigua y Barbuda	
				Madagascar	PlnB	Antillas Neerlandesas	
				Malawi	PlnB	Arabia Saudita	
				Malí	PlnB	Aruba	
				Mauritania	PlnB	Bahrein	
				Mauricio	PIMA	Barbados	
				Mayotte	PIMA	Bermuda	
				Mozambique	PlnB	Brunei Darussalam	
				Namibia	PIMA	Croacia	
				Níger	PlnB	Chipre	
				Nigeria	PIMB	Eslovenia	
				República del África Central	PlnB	Emiratos Árabes Unidos	
				Ruanda	PlnB	Estonia	
				Santo Tomás y Príncipe	PIMB	Guinea Ecuatorial	
				Senegal	PlnB	Groenlandia	
				Sierra Leona	PlnB	Guam	
				Sychelles	PIMB	Hong Kong, China	
				Somalia	PlnB	Isla de Man	
				Suazilandia	PIMB	Islas Anglonormandas	
				Sudáfrica	PIMB	Islas Bahamas	
				Sudán	PIMB	Islas Caimán	
				Tanzania	PlnB	Islas Feroe	
				Togo	PlnB	Islas Marianas del Norte	
				Uganda	PlnB	Islas Vírgenes (EE.UU.)	
				Zambia	PlnB	Israel	
				Zimbabue	PlnB	Kuwait	
						Liechtenstein	
						Macao, China	
						Malta	
						Mónaco	
						Nueva Caledonia	
						Omán	
						Polinesia Francesa	
						Puerto Rico	
						Qatar	
						San Marino	
						Singapur	
						Taiwán, China	
						Trinidad y Tobago	

En este cuadro se clasifican todas las economías miembros del Banco Mundial y todas las demás economías cuya población supere los 30.000 habitantes. Se dividen por grupos de ingreso según el INB per cápita de 2008, que se calculó utilizando el método del *Atlas* del Banco Mundial. Los grupos son los siguientes: ingreso bajo (PlnB), US\$975 o menos; ingreso mediano bajo (PIMB), entre US\$976 y US\$3.855; ingreso mediano alto (PIMA), entre US\$3.856 y US\$11.905, e ingreso alto, US\$11.906 o más.

Fuente: datos del Banco Mundial.

Cuadro 1 Indicadores clave del desarrollo

	Población		Composición de la población por edades, % de niños de 0 a 14 años 2008	Ingreso nacional bruto (INB) <sup>a</sup>		Ingreso nacional bruto (INB) ajustado según la PPA <sup>b</sup>		Producto interno bruto per cápita, % de crecimiento 2007-08	Esperanza de vida al nacer		Tasa de alfabetismo en adultos, % de las personas de 15 años o más 2007	
	Tasa media de crecimiento anual (%)	Densidad, habitantes por km <sup>2</sup>		Miles de millones de US\$	US\$ per cápita	Miles de millones de US\$	US\$ per cápita		Varones Años 2007	Mujeres Años 2007		
	Millones 2008	2000-08		2008	2008	2008	2008		2007	2007		
Afganistán	..	..	..	..	9,8	.. <sup>c</sup>	30,6 <sup>d</sup>	..	..	..	..	
Albania	3	0,3	115	24	12,1	3.840	25,0	7.950	5,6	73	80	99
Alemania	82	0,0	236	14	3.485,7	42.440	2.952,4	35.940	1,5	77	82	..
Angola	18	2,9	14	45	62,1	3.450	90,5	5.020	11,8	45	49	..
Arabia Saudita	25	2,2	11	33	374,3	15.500	554,4	22.950	2,1	71	75	85
Argelia	34	1,5	14	28	146,4	4.260	272,8 <sup>d</sup>	7.940 <sup>d</sup>	1,5	71	74	75
Argentina	40	1,0	15	25	287,2	7.200	559,2	14.020	6,0	72	79	98
Armenia	3	0,0	109	21	10,3	3.350	19,4	6.310	6,6	70	77	99
Australia	21	1,4	3	19	862,5	40.350	727,5	34.040	1,9	79	84	..
Austria	8	0,5	101	15	386,0	46.260	314,5	37.680	1,5	77	83	..
Azerbaiyán	9	0,9	105	25	33,2	3.830	67,4	7.770	9,6	64	71	100
Bangladesh	160	1,6	1.229	32	82,6	520	230,6	1.440	4,7	65	67	53
Bielorrusia	10	-0,4	47	15	52,1	5.380	117,6	12.150	10,2	65	76	100
Bélgica	11	0,5	354	17	474,5	44.330	372,1	34.760	0,4	77	83	..
Benín	9	3,3	78	43	6,0	690	12,7	1.460	1,8	60	62	41
Bolivia	10	1,9	9	37	14,1	1.460	40,1	4.140	4,3	63	68	91
Bosnia y Herzegovina	4	0,3	74	16	17,0	4.510	32,5	8.620	6,2	72	78	..
Brasil	192	1,2	23	26	1.411,2	7.350	1.932,9	10.070	4,1	69	76	90
Bulgaria	8	-0,7	70	13	41,8	5.490	91,1	11.950	6,5	69	76	98
Burkina Faso	15	3,1	56	46	7,3	480	17,6	1.160	1,5	51	54	29
Burundi	8	2,8	314	39	1,1	140	3,1	380	1,4	49	52	..
Camboya	15	1,7	83	34	8,9	600	26,8	1.820	3,4	57	62	76
Camerún	19	2,2	41	41	21,8	1.150	41,3	2.180	1,9	50	51	..
Canadá	33	1,0	4	17	1.390,0	41.730	1.206,5	36.220	-0,6	78	83	..
Colombia	45	1,4	40	30	207,4	4.660	379,1	8.510	1,3	69	77	93
Congo, Rep. Dem. del	64	3,0	28	47	9,8	150	18,4	290	3,2	45	48	..
Congo, Rep. del	4	2,2	11	41	7,1	1.970	11,2	3.090	3,7	53	55	..
Corea, Rep. de	49	0,4	492	17	1.046,3	21.530	1.366,9	28.120	1,9	76	82	..
Costa Rica	5	1,8	89	26	27,5	6.060	49,6 <sup>d</sup>	10.950 <sup>d</sup>	1,5	76	81	96
Costa de Marfil	21	2,2	65	41	20,3	980	32,6	1.580	-0,1	56	59	..
Croacia	4	0,0	79	15	60,2	13.570	81,7	18.420	2,4	72	79	99
Chad	11	3,4	9	46	5,9	530	12,9	1.160	-3,1	49	52	32
Chile	17	1,0	22	23	157,5	9.400	222,4	13.270	2,2	75	82	97
China	1.326	0,6	142	21	3.899,3	2.940	7.984,0	6.020	8,4	71	75	93
Hong Kong, China	7	0,6	6.696	13	219,3	31.420	306,8	43.960	1,6	79	85	..
Dinamarca	5	0,4	130	18	325,1	59.130	205,0	37.280	-1,8	76	81	..
Ecuador	13	1,1	49	31	49,1	3.640	104,7	7.760	5,4	72	78	84
Egipto, Rep. Árabe de	82	1,9	82	32	146,9	1.800	445,4	5.460	5,1	68	72	66
El Salvador	6	0,4	296	33	21,4	3.480	40,9 <sup>d</sup>	6.670 <sup>d</sup>	2,1	67	76	82
Emiratos Árabes Unidos	4	4,0	54	19	..	..	..	..	5,7	77	81	90
Eritrea	5	3,8	49	42	1,5	300	3,1 <sup>d</sup>	630 <sup>d</sup>	-1,2	56	60	..
España	46	1,5	91	15	1.456,5	31.960	1.418,7	31.130	-0,3	78	84	98
Estados Unidos	304	0,9	33	20	14.466,1	47.580	14.282,7	46.970	0,2	75	81	..
Etiopía	81	2,6	81	44	22,7	280	70,2	870	8,5	54	56	..
Federación Rusa	142	-0,4	9	15	1.364,5	9.620	2.216,3	15.630	7,5	62	74	100
Finlandia	5	0,3	17	17	255,7	48.120	189,5	35.660	0,4	76	83	..
Filipinas	90	1,9	303	34	170,4	1.890	352,4	3.900	2,0	70	74	93
Francia	62	0,7	113	18	2.702,2 <sup>p</sup>	42.250 <sup>p</sup>	2.134,4	34.400	-0,2	78	85	..
Georgia	4	-1,0	63	17	10,8	2.470	21,2	4.850	2,8	67	75	..
Ghana	23	2,2	103	39	15,7	670	33,4	1.430	4,0	56	57	65
Grecia	11	0,4	87	14	322,0	28.650	320,0	28.470	2,5	77	82	97
Guatemala	14	2,5	126	42	36,6	2.680	64,2 <sup>d</sup>	4.690 <sup>d</sup>	1,5	67	74	73
Guinea	10	2,0	40	43	3,7	390	11,7	1.190	6,0	56	60	..
Haití	10	1,6	355	37	6,5	660	11,5 <sup>d</sup>	1.180 <sup>d</sup>	-0,5	59	63	..
Honduras	7	1,9	65	38	13,0	1.800	28,0 <sup>d</sup>	3.870 <sup>d</sup>	2,2	67	74	84
Hungría	10	-0,2	112	15	128,6	12.810	178,6	17.790	0,8	69	77	99
India	1.140	1,4	383	32	1.215,5	1.070	3.374,9	2.960	5,7	63	66	66
Indonesia	228	1,3	126	27	458,2	2.010	875,1	3.830	4,9	69	73	92
Irán, Rep. Islámica de	72	1,5	44	24	251,5	3.540	769,7	10.840	4,2	69	73	82
Iraq	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Irlanda	4	2,0	65	21	221,2	49.590	166,6	37.350	-4,4	77	82	..
Israel	7	1,9	338	28	180,5	24.700	200,6	27.450	2,3	79	83	..
Italia	60	0,6	204	14	2.109,1	35.240	1.810,6	30.250	-1,8	79	84	99
Japón	128	0,1	350	13	4.879,2	38.210	4.497,7	35.220	-0,7	79	86	..
Jordania	6	2,6	67	35	19,5	3.310	32,7	5.530	2,3	71	74	91
Kazajistán	16	0,6	6	24	96,2	6.140	152,0	9.690	1,9	61	72	100
Kenia	39	2,6	68	43	29,5	770	60,9	1.580	0,9	53	55	..
Kirguistán	5	1,0	28	30	3,9	740	11,3	2.130	6,2	64	72	99
Laos-PDR	6	1,7	27	38	4,7	750	12,8	2.060	5,6	63	66	73
Libano	4	1,2	405	26	26,3	6.350	45,0	10.880	6,9	70	74	90
Liberia	4	3,7	39	43	0,6	170	1,1	300	2,4	57	59	56
Libia	6	2,0	4	30	72,7	11.590	98,1 <sup>d</sup>	15.630 <sup>d</sup>	5,0	72	77	87
Lituania	3	-0,5	54	15	39,9	11.870	61,1	18.210	3,6	65	77	100
Madagascar	19	2,8	33	43	7,8	410	19,9	1.040	4,1	59	62	..
Malawi	14	2,6	152	46	4,1	290	11,9	830	7,0	48	48	72
Malasia	27	1,9	82	30	188,1	6.970	370,8	13.740	2,9	72	77	92
Mali	13	3,0	10	44	7,4	580	13,9	1.090	1,9	52	57	26

(Continúa)

Cuadro 1 Indicadores clave del desarrollo (Continuación)

	Población		Composición de la población por edades, % de niños de 0 a 14 años	Ingreso nacional bruto (INB) <sup>a</sup>		Ingreso nacional bruto (INB) ajustado según la PPA <sup>b</sup>		Producto interno bruto per cápita, % de crecimiento 2007-08	Esperanza de vida al nacer		Tasa de alfabetismo en adultos, % de las personas de 15 años o más	
	Tasa media de crecimiento anual (%)	Densidad, habitantes por km <sup>2</sup>		Miles de millones de US\$	US\$ per cápita 2008	Miles de millones de US\$	US\$ per cápita 2008		Varones Años 2007	Mujeres Años 2007		
	Millones 2008	2000-08		2008	2008	2008	2008		2007	2007		
Marruecos	31	1,2	70	29	80,5	2.580	135,3	4.330	4,6	69	73	56
Mauritania	3	2,8	3	40	2,6	840	6,3	2.000	-0,6	62	66	56
México	106	1,0	55	29	1.061,4	9.980	1.517,2	14.270	0,8	73	77	93
Moldavia	4	-1,5	111	17	5,3 <sup>a</sup>	1.470 <sup>a</sup>	11,7	3.210	8,2	65	72	99
Mozambique	22	2,2	28	44	8,1	370	16,7	770	4,5	42	42	44
Myanmar	49	0,9	75	27	..	.. <sup>c</sup>	63,1 <sup>d</sup>	1.290 <sup>d</sup>	11,7	59	65	..
Nepal	29	2,0	200	37	11,5	400	32,1	1.120	3,6	63	64	57
Nicaragua	6	1,3	47	36	6,1	1.080	14,9 <sup>d</sup>	2.620 <sup>d</sup>	2,2	70	76	78
Niger	15	3,5	12	50	4,8	330	10,0	680	6,0	58	56	29
Nigeria	151	2,4	166	43	175,6	1.160	293,1	1.940	3,0	46	47	72
Noruega	5	0,8	16	19	415,3	87.070	279,0	58.500	0,7	78	83	..
Nueva Zelanda	4	1,3	16	21	119,3	27.940	107,1	25.090	-2,5	78	82	..
Países Bajos	16	0,4	485	18	824,6	50.150	685,1	41.670	1,7	78	82	..
Paquistán	166	2,3	215	37	162,9	980	448,8	2.700	3,7	65	66	54
Panamá	3	1,8	46	30	21,0	6.180	39,5 <sup>d</sup>	11.650	7,5	73	78	93
Papúa Nueva Guinea	6	2,3	14	40	6,5	1.010	12,9 <sup>d</sup>	2.000	3,7	55	60	58
Paraguay	6	1,9	16	34	13,6	2.180	30,0	4.820	4,0	70	74	95
Perú	29	1,3	23	31	115,0	3.990	230,0	7.980	8,6	71	76	90
Polonia	38	-0,1	124	15	453,0	11.880	659,7	17.310	4,8	71	80	99
Portugal	11	0,5	116	15	218,4	20.560	234,6	22.080	-0,2	75	82	95
Reino Unido	61	0,5	254	18	2.787,2	45.390	2.218,2	36.130	0,1	77	82	..
República Checa	10	0,2	135	14	173,2	16.600	237,6	22.790	2,3	74	80	..
República del África Central	4	1,7	7	41	1,8	410	3,2	730	0,9	43	46	..
República Dominicana	10	1,5	203	32	43,2	4.390	77,6 <sup>d</sup>	7.890 <sup>d</sup>	4,1	69	75	89
República Eslovaca	5	0,0	112	16	78,6	14.540	115,2	21.300	6,2	71	78	..
Ribera Occidental y Gaza	4	3,4	638	45	..	..	..	..	..	72	75	94
Ruanda	10	2,5	394	42	4,0	410	9,9	1.010	8,2	48	52	..
Rumania	22	-0,5	94	15	170,6	7.930	290,3	13.500	9,4	69	76	98
Senegal	12	2,6	63	44	11,8	970	21,5	1.760	-0,2	54	57	42
Serbia	7	-0,3	83	18	41,9	5.710	81,9	11.150	6,1	71	76	..
Sierra Leona	6	3,4	78	43	1,8	320	4,2	750	2,4	46	49	38
Singapur	5	2,3	7.024	17	168,2	34.760	232,0	47.940	-4,1	78	83	94
Somalia	9	3,0	14	45	..	.. <sup>c</sup>	..	..	..	47	49	..
Sudáfrica	49	1,3	40	31	283,3	5.820	476,2	9.780	1,3	49	52	88
Sri Lanka	20	0,9	310	24	35,9	1.790	89,9	4.480	5,8	69	76	91
Sudán	41	2,1	17	40	46,5	1.130	79,8	1.930	5,9	56	60	..
Suecia	9	0,5	22	17	469,7	50.940	352,0	38.180	-1,0	79	83	..
Suiza	8	0,8	191	16	498,5	65.330	354,5	46.460	0,5	79	84	..
Siría, Rep. Árabe de	21	3,1	116	35	44,4	2.090	92,4	4.350	1,6	72	76	83
Tayikistán	7	1,3	49	38	4,1	600	12,7	1.860	6,2	64	69	100
Tailandia	67	1,0	132	22	191,7	2.840	403,4	5.990	2,0	66	72	94
Tanzania	42	2,7	48	45	18,4 <sup>h</sup>	440 <sup>h</sup>	52,1	1.230	4,4	55	56	72
Togo	6	2,6	119	40	2,6	400	5,3	820	-1,4	61	64	..
Túnez	10	1,0	66	24	34,0	3.290	73,0	7.070	4,1	72	76	78
Turquía	74	1,3	96	27	690,7	9.340	1.017,6	13.770	2,5	69	74	89
Turkmenistán	5	1,4	11	30	14,3	2.840	31,2 <sup>d</sup>	6.210 <sup>d</sup>	8,4	59	68	100
Ucrania	46	-0,8	80	14	148,6	3.210	333,5	7.210	2,7	63	74	100
Uganda	32	3,2	161	49	13,3	420	36,1	1.140	6,0	52	53	74
Uruguay	3	0,1	19	23	27,5	8.260	41,8	12.540	8,6	72	80	98
Uzbekistán	27	1,3	64	30	24,7	910	72,6 <sup>d</sup>	2.660 <sup>d</sup>	7,2	64	70	..
Venezuela, R.B. de	28	1,7	32	30	257,8	9.230	358,6	12.830	3,1	71	77	95
Viet Nam	86	1,3	278	27	77,0	890	232,9	2.700	4,7	72	76	..
Yemen, Rep. de	23	3,0	44	44	21,9	950	50,9	2.210	0,9	61	64	59
Zambia	13	2,3	17	46	12,0	950	15,5	1.230	3,4	45	46	71
Zimbabue	12	0,0	32	40	..	..	..	..	..	43	44	91
<b>Todo el mundo</b>	<b>6.692s</b>	<b>1,2w</b>	<b>52w</b>	<b>27w</b>	<b>57.637,5t</b>	<b>8.613w</b>	<b>69.309,0t</b>	<b>10.357w</b>	<b>0,8w</b>	<b>67w</b>	<b>71w</b>	<b>84w</b>
<b>Ingreso bajo</b>	<b>973</b>	<b>2,1</b>	<b>52</b>	<b>38</b>	<b>509,6</b>	<b>524</b>	<b>1.368,8</b>	<b>1.407</b>	<b>4,1</b>	<b>57</b>	<b>60</b>	<b>64</b>
<b>Ingreso mediano</b>	<b>4.651</b>	<b>1,1</b>	<b>60</b>	<b>27</b>	<b>15.159,6</b>	<b>3.260</b>	<b>28.619,5</b>	<b>6.154</b>	<b>5,0</b>	<b>67</b>	<b>71</b>	<b>83</b>
Ingreso mediano bajo	3.702	1,2	119	28	7.691,9	2.078	17.001,7	4.592	6,3	66	70	81
Ingreso mediano alto	948	0,8	21	25	7.471,9	7.878	11.663,5	12.297	3,8	68	75	93
<b>Ingreso bajo y mediano</b>	<b>5.624</b>	<b>1,3</b>	<b>59</b>	<b>29</b>	<b>15.683,1</b>	<b>2.789</b>	<b>29.971,3</b>	<b>5.330</b>	<b>4,9</b>	<b>65</b>	<b>69</b>	<b>81</b>
Asia oriental y el Pacífico	1.931	0,8	122	23	5.080,5	2.631	10.425,9	5.398	7,2	70	74	93
Europa y Asia central	441	0,1	19	19	3.274,0	7.418	5.393,2	12.219	5,2	65	74	98
América Latina y el Caribe	565	1,2	28	29	3.833,0	6.780	5.827,4	10.309	3,2	70	76	91
Medio Oriente y África septentrional	325	1,9	38	31	1.052,9	3.242	2.330,6	7.308	3,9	68	72	73
Asia meridional	1.543	1,6	323	33	1.521,6	986	4.217,6	2.734	5,3	63	66	63
África subsahariana	818	2,5	35	43	885,3	1.082	1.628,3	1.991	2,5	51	53	62
<b>Ingreso alto</b>	<b>1.069</b>	<b>0,7</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>42.041,4</b>	<b>39.345</b>	<b>39.686,3</b>	<b>37.141</b>	<b>0,0</b>	<b>77</b>	<b>82</b>	<b>99</b>

a. Calculados utilizando el método del Atlas del Banco Mundial. b. PPA significa paridad del poder adquisitivo; véanse las "Notas técnicas". c. Se estima que se sitúa en el nivel de ingreso bajo (US\$975 o menos). d. Estimación obtenida según el método de regresión; otros datos se han extrapolado de las estimaciones de referencia más recientes del Programa de Comparación Internacional. e. Las estimaciones del INB y el INB per cápita incluyen los departamentos de ultramar de Guyana Francesa, Guadalupe, Martinica y Reunión. f. Se estima que se sitúa en el nivel de ingreso mediano bajo (entre US\$976 y US\$3.855). g. No incluye los datos de Transnistria. h. Los datos se refieren únicamente al territorio continental del país. i. Se estima que se sitúa en el nivel de ingreso alto (US\$11.906 o más).

Cuadro 2 Pobreza

	Línea nacional de pobreza				Línea de pobreza internacional							
	Población por debajo de la línea nacional de pobreza				Año de la encuesta	Población que vive con menos de US\$1,25 al día %	Brecha de pobreza según un umbral de US\$1,25 al día %	Población que vive con menos de US\$2 al día %	Año de la encuesta	Población que vive con menos de US\$1,25 al día %	Brecha de pobreza según un umbral de US\$1,25 al día %	Población que vive con menos de US\$2 al día %
	Año de la encuesta	Nacional %	Año de la encuesta	Nacional %								
Afganistán	2007	42,0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Albania	2002	25,4	2005	18,5	2002 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	8,7	2005 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	7,8
Alemania	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Angola	..	..	..	..	..	..	..	..	2000 <sup>a</sup>	54,3	29,9	70,2
Arabia Saudita	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Argelia	1988	12,2	1995	22,6	1988 <sup>a</sup>	6,6	1,8	23,8	1995 <sup>a</sup>	6,8	1,4	23,6
Argentina	1998	28,8 <sup>b</sup>	2002	53,0 <sup>b</sup>	2002 <sup>b,c</sup>	9,9	2,9	19,7	2005 <sup>b,c</sup>	4,5	1,0	11,3
Armenia	1998-99	55,1	2001	50,9	2002 <sup>a</sup>	15,0	3,1	46,7	2003 <sup>a</sup>	10,6	1,9	43,4
Australia	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Austria	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Azerbaiyán	1995	68,1	2001	49,6	2001 <sup>a</sup>	6,3	1,1	27,1	2005 <sup>a</sup>	<2	<0,5	<2,0
Bangladesh	2000	48,9	2005	40,0	2000 <sup>a</sup>	57,8 <sup>d</sup>	17,3 <sup>d</sup>	85,4 <sup>d</sup>	2005 <sup>a</sup>	49,6 <sup>d</sup>	13,1 <sup>d</sup>	81,3 <sup>d</sup>
Bélgica	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Benin	1999	29,0	2003	39,0	..	..	..	..	2003 <sup>a</sup>	47,3	15,7	75,3
Bielorrusia	2002	30,5	2004	17,4	2002 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0	2005 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0
Bolivia	1999	62,0	2002	64,6	2002 <sup>c</sup>	22,8	12,4	34,2	2005 <sup>a</sup>	19,6	9,7	30,3
Bosnia y Herzegovina	2001-02	19,5	..	..	2001 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0	2004 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0
Brasil	1998	22,0	2002-03	21,5	2005 <sup>c</sup>	7,8	1,6	18,3	2007 <sup>c</sup>	5,2	1,3	12,7
Bulgaria	1997	36,0	2001	12,8	2001 <sup>a</sup>	2,6	<0,5	7,8	2003 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0
Burkina Faso	1998	54,6	2003	46,4	1998 <sup>a</sup>	70,0	30,2	87,6	2003 <sup>a</sup>	56,5	20,3	81,2
Burundi	1998	68,0	..	..	1998 <sup>a</sup>	86,4	47,3	95,4	2006 <sup>a</sup>	81,3	36,4	93,4
Cambodia	1994	47,0	2004	35,0	1993-94 <sup>a,b</sup>	48,6	13,8	77,8	2004 <sup>a</sup>	40,2	11,3	68,2
Camerún	1996	53,3	2001	40,2	1996 <sup>a</sup>	51,5	18,9	74,4	2001 <sup>a</sup>	32,8	10,2	57,7
Canadá	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Colombia	1995	60,0	1999	64,0	2003 <sup>c</sup>	15,4	6,1	26,3	2006 <sup>c</sup>	16,0	5,7	27,9
Congo, Rep. del	2005	42,3	..	..	..	..	..	..	2005 <sup>a</sup>	54,1	22,8	74,4
Congo, Rep. Dem. del	2004-05	71,3	..	..	..	..	..	..	2005-06 <sup>a</sup>	59,2	25,3	79,5
Corea, Rep. de	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Costa de Marfil	..	..	..	..	1998 <sup>a</sup>	24,1	6,7	49,1	2002 <sup>a</sup>	23,3	6,8	46,8
Costa Rica	1989	31,7	2004	23,9	2003 <sup>c</sup>	5,6	2,4	11,5	2005 <sup>c</sup>	2,4	<0,5	8,6
Croacia	2002	11,2	2004	11,1	2001 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0	2005 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0
Chad	1995-96	43,4	..	..	..	..	..	..	2002-03 <sup>a</sup>	61,9	25,6	83,3
Chile	1996	19,9	1998	17,0	2003 <sup>c</sup>	<2,0	<0,5	5,3	2006 <sup>c</sup>	<2,0	<0,5	2,4
China	1998	4,6	2004	2,8	2002 <sup>a</sup>	28,4 <sup>i</sup>	8,7 <sup>i</sup>	51,1 <sup>i</sup>	2005 <sup>a</sup>	15,9 <sup>i</sup>	4,0 <sup>i</sup>	36,3 <sup>i</sup>
Hong Kong, China	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Dinamarca	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Ecuador	1998	46,0	2001	45,2	2005 <sup>c</sup>	9,8	3,2	20,4	2007 <sup>c</sup>	4,7	1,2	12,8
Egipto, Rep. Árabe de	1995-96	22,9	1999-2000	16,7	1999-2000 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	19,3	2004-05 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	18,4
El Salvador	1995	50,6	2002	37,2	2003 <sup>c</sup>	14,3	6,7	25,3	2005 <sup>c</sup>	11,0	4,8	20,5
Emiratos Árabes Unidos	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Eritrea	1993-94	53,0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
España	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Estados Unidos	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Etiopía	1995-96	45,5	1999-2000	44,2	1999-2000 <sup>a</sup>	55,6	16,2	86,4	2005 <sup>a</sup>	39,0	9,6	77,5
Federación Rusa	1998	31,4	2002	19,6	2002 <sup>c</sup>	<2,0	<0,5	3,7	2005 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0
Filipinas	1994	32,1	1997	25,1	2003 <sup>a</sup>	22,0	5,5	43,8	2006 <sup>a</sup>	22,6	5,5	45,0
Finlandia	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Francia	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Georgia	2002	52,1	2003	54,5	2002 <sup>a</sup>	15,1	4,7	34,2	2005 <sup>a</sup>	13,4	4,4	30,4
Ghana	1998-99	39,5	2005-06	28,5	1998-99 <sup>a</sup>	39,1	14,4	63,3	2006 <sup>a</sup>	30,0	10,5	53,6
Grecia	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Guatemala	1989	57,9	2000	56,2	2002 <sup>c</sup>	16,9	6,5	29,8	2006 <sup>c</sup>	11,7	3,5	24,3
Guinea	1994	40,0	..	..	1994 <sup>a</sup>	36,8	11,5	63,8	2002-03 <sup>a</sup>	70,1	32,2	87,2
Haití	1987	65,0	1995	66,0 <sup>a</sup>	..	..	..	..	2001 <sup>c</sup>	54,9	28,2	72,1
Honduras	1998-99	52,5	2004	50,7	2005 <sup>c</sup>	22,2	10,2	34,8	2006 <sup>c</sup>	18,2	8,2	29,7
Hungría	1993	14,5	1997	17,3	2002 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0	2004 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0
India	1993-94	36,0	1999-2000	28,6	1993-94 <sup>a</sup>	49,4 <sup>i</sup>	14,4 <sup>i</sup>	81,7 <sup>i</sup>	2004-05 <sup>a</sup>	41,6 <sup>i</sup>	10,8 <sup>i</sup>	75,6 <sup>i</sup>
Indonesia	1996	17,6	2005	16,0	..	..	..	..	..	..	..	..
Irán, Rep. Islámica de	..	..	..	..	1998 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	8,3	2005 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	8,0
Iraq	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Irlanda	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Israel	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Italia	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Japón	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Jordania	1997	21,3	2002	14,2	2002-03 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	11,0	2006 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	3,5
Kazajistán	2001	17,6	2002	15,4	2002 <sup>a</sup>	5,2	0,9	21,5	2003 <sup>a</sup>	3,1	<0,5	17,2
Kenia	1994	40,0	1997	52,0	1997 <sup>a</sup>	19,6	4,6	42,7	2005-06 <sup>a</sup>	19,7	6,1	39,9
Kirguistán	2003	49,9	2005	43,1	2002 <sup>a</sup>	34,0	8,8	66,6	2004 <sup>a</sup>	21,8	4,4	51,9
Laos-PDR	1997-98	38,6	2002-03	33,0	1997-98 <sup>a</sup>	49,3 <sup>d</sup>	14,9 <sup>d</sup>	79,9 <sup>d</sup>	2002-03 <sup>a</sup>	44,0 <sup>d</sup>	12,1 <sup>d</sup>	76,8 <sup>d</sup>
Líbano	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Liberia	..	..	..	..	..	..	..	..	2007 <sup>a</sup>	83,7	40,8	94,8
Libia	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Lituania	..	..	..	..	2002 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0	2004 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0
Madagascar	1997	73,3	1999	71,3	2001 <sup>a</sup>	76,3	41,4	88,7	2005 <sup>a</sup>	67,8	26,5	89,6
Malasia	1989	15,5	..	..	1997 <sup>c</sup>	<2,0	<0,5	6,8	2004-05 <sup>c</sup>	<2,0	<0,5	7,8
Malawi	1990-91	54,0	1997-98	65,3	1997-98 <sup>a</sup>	83,1	46,0	93,5	2004-05 <sup>a,h</sup>	73,9	32,3	90,4
Malí	1998	63,8	..	..	2001 <sup>a</sup>	61,2	25,8	82,0	2006 <sup>a</sup>	51,4	18,8	77,1
Marruecos	1990-91	13,1	1998-99	19,0	2000 <sup>a</sup>	6,3	0,9	24,3	2007 <sup>a</sup>	2,5	0,5	14,0
Mauritania	1996	50,0	2000	46,3	1995-96 <sup>a</sup>	23,4	7,1	48,3	2000 <sup>a</sup>	21,2	5,7	44,1
México	2002	20,3	2004	17,6	2004 <sup>a</sup>	2,8	1,4	7,0	2006 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	4,8

(Continúa)



Cuadro 2 Pobreza (Continuación)

	Línea nacional de pobreza				Línea de pobreza internacional							
	Población por debajo de la línea nacional de pobreza				Año de la encuesta	Población que vive con menos de US\$1,25 al día %	Brecha de pobreza según un umbral de US\$1,25 al día %	Población que vive con menos de US\$2 al día %	Año de la encuesta	Población que vive con menos de US\$1,25 al día %	Brecha de pobreza según un umbral de US\$1,25 al día %	Población que vive con menos de US\$2 al día %
	Año de la encuesta	Nacional %	Año de la encuesta	Nacional %								
Moldavia	2001	62,4	2002	48,5	2002 <sup>a</sup>	17,1	4,0	40,3	2004 <sup>a</sup>	8,1	1,7	28,9
Mozambique	1996-97	69,4	2002-03	54,1	1996-97 <sup>a</sup>	81,3	42,0	92,9	2002-03 <sup>a</sup>	74,7	35,4	90,0
Myanmar		..		..		..	..	..		..	..	..
Nepal	1995-96	41,8	2003-04	30,9	1995-96 <sup>a</sup>	68,4	26,7	88,1	2003-04 <sup>a</sup>	55,1	19,7	77,6
Nicaragua	1998	47,9	2001	45,8	2001 <sup>c</sup>	19,4	6,7	37,5	2005 <sup>c</sup>	15,8	5,2	31,8
Níger	1989-93	63,0		..	1994 <sup>a</sup>	78,2	38,6	91,5	2005 <sup>a</sup>	65,9	28,1	85,6
Nigeria	1985	43,0	1992-93	34,1	1996-97 <sup>a</sup>	68,5	32,1	86,4	2003-04 <sup>a</sup>	64,4	29,6	83,9
Noruega		..		..		..	..	..		..	..	..
Nueva Zelanda		..		..		..	..	..		..	..	..
Países Bajos		..		..		..	..	..		..	..	..
Panamá	1997	37,3		..	2004 <sup>c</sup>	9,2	2,7	18,0	2006 <sup>c</sup>	9,5	3,1	17,8
Papúa Nueva Guinea	1996	37,5		..		..	..	..	1996 <sup>b</sup>	35,8	12,3	57,4
Paquistán	1993	28,6	1998-99	32,6	2001-02 <sup>d</sup>	35,9	7,9	73,9	2004-05 <sup>a</sup>	22,6	4,4	60,3
Paraguay	1990	20,5 <sup>f</sup>		..	2005 <sup>c</sup>	9,3	3,4	18,4	2007 <sup>f</sup>	6,5	2,7	14,2
Perú	2001	54,3	2004	53,1	2005 <sup>c</sup>	8,2	2,0	19,4	2006 <sup>c</sup>	7,9	1,9	18,5
Polonia	1996	14,6	2001	14,8	2002 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0	2005 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0
Portugal		..		..		..	..	..		..	..	..
Reino Unido		..		..		..	..	..		..	..	..
República		..		..		..	..	..		..	..	..
Centrosurfricana		..		..	1993 <sup>a</sup>	82,8	57,0	90,7	2003 <sup>a</sup>	62,4	28,3	81,9
República Checa		..		..	1993 <sup>c</sup>	<2,0	<0,5	<2,0	1996 <sup>c</sup>	<2,0	<0,5	<2,0
República Dominicana	2000	27,7	2004	42,2	2003 <sup>c</sup>	6,1	1,5	16,3	2005 <sup>c</sup>	5,0	0,9	15,1
República Eslovaca	2004	16,8		..	1992 <sup>c</sup>	<2,0	<0,5	<2,0	1996 <sup>c</sup>	<2,0	<0,5	<2,0
Ribera Occidental y Gaza		..		..		..	..	..		..	..	..
Ruanda	1993	51,2	1999-2000	60,3	1984-85 <sup>d</sup>	63,3	19,7	88,4	2000 <sup>a</sup>	76,6	38,2	90,3
Rumania	1995	25,4	2002	28,9	2002 <sup>a</sup>	2,9	0,8	13,0	2005 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	3,4
Senegal	1992	33,4		..	2001 <sup>a</sup>	44,2	14,3	71,3	2005 <sup>a</sup>	33,5	10,8	60,3
Serbia		..		..		..	..	..		..	..	..
Sierra Leona	1989	82,8	2003-04	70,2	1989-90 <sup>d</sup>	62,8	44,8	75,0	2002-03 <sup>a</sup>	53,4	20,3	76,1
Singapur		..		..		..	..	..		..	..	..
Siria, Rep. Árabe de		..		..		..	..	..		..	..	..
Somalia		..		..		..	..	..		..	..	..
Sri Lanka	1995-96	25,0	2002	22,7	1995-96 <sup>a</sup>	16,3	3,0	46,7	2002 <sup>a</sup>	14,0	2,6	39,7
Sudáfrica		..		..	1995 <sup>a</sup>	21,4	5,2	39,9	2000 <sup>a</sup>	26,2	8,2	42,9
Sudán		..		..		..	..	..		..	..	..
Suecia		..		..		..	..	..		..	..	..
Suiza		..		..		..	..	..		..	..	..
Tailandia	1994	9,8	1998	13,6	2002 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	15,1	2004 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	11,5
Tanzania	1991	38,6	2000-01	35,7	1991-92 <sup>d</sup>	72,6	29,7	91,3	2000-01 <sup>a</sup>	88,5	46,8	96,6
Tayikistán	1999	74,9	2003	44,4	2003 <sup>a</sup>	36,3	10,3	68,8	2004 <sup>a</sup>	21,5	5,1	50,8
Togo	1987-89	32,3		..		..	..	..	2006 <sup>a</sup>	38,7	11,4	69,3
Túnez	1990	7,4	1995	7,6	1995 <sup>a</sup>	6,5	1,3	20,4	2000 <sup>a</sup>	2,6	<0,5	12,8
Turkmenistán		..		..	1993 <sup>c</sup>	63,5	25,8	85,7	1998 <sup>a</sup>	24,8	7,0	49,6
Turquía	1994	28,3	2002	27,0	2002 <sup>a</sup>	2,0	<0,5	9,6	2005 <sup>a</sup>	2,7	0,9	9,0
Ucrania	2000	31,5	2003	19,5	2002 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	3,4	2005 <sup>a</sup>	<2,0	<0,5	<2,0
Uganda	1999-2000	33,8	2002-03	37,7	2002 <sup>a</sup>	57,4	22,7	79,8	2005 <sup>a</sup>	51,5	19,1	75,6
Uruguay	1994	20,2 <sup>b</sup>	1998	24,7 <sup>b</sup>	2005 <sup>b,c</sup>	<2,0	<0,5	4,5	2006 <sup>b,c</sup>	<2,0	<0,5	4,2
Uzbekistán	2000-01	31,5	2003	27,2	2002 <sup>a</sup>	42,3	12,4	75,6	2003 <sup>a</sup>	46,3	15,0	76,7
Venezuela, R.B. de	1989	31,3	1997-99	52,0	2003 <sup>c</sup>	18,4	8,8	31,7	2006 <sup>c</sup>	3,5	1,2	10,2
Viet Nam	1998	37,4	2002	28,9	2004 <sup>a</sup>	24,2	5,1	52,5	2006 <sup>a</sup>	21,5	4,6	48,4
Yemen, Rep. de	1998	41,8		..	1998 <sup>a</sup>	12,9	3,0	36,3	2005 <sup>a</sup>	17,5	4,2	46,6
Zambia	1998	72,9	2004	68,0	2002-03 <sup>a</sup>	64,6	27,1	85,1	2004-05 <sup>a</sup>	64,3	32,8	81,5
Zimbabue	1990-91	25,8	1995-96	34,9		..	..	..		..	..	..

a. Base de gastos. b. Abarca únicamente las zonas urbanas. c. Base de ingresos. d. Ajustados según la información geográfica sobre el índice de precios al consumidor. e. Por razones de seguridad, la encuesta abarcó sólo el 56% de las aldeas rurales y el 65% de la población rural. f. Promedio ponderado de estimaciones urbanas y rurales. g. Abarca únicamente las zonas rurales. h. Debido a una modificación en el diseño de la encuesta, la encuesta más reciente no es estrictamente comparable con la anterior. i. La encuesta abarca la zona metropolitana de Asunción.

Cuadro 3 Objetivos de Desarrollo del Milenio: erradicar la pobreza y mejorar la calidad de vida

	Erradicar la pobreza extrema y el hambre			Lograr la educación primaria universal	Promover la igualdad de géneros	Reducir la mortalidad infantil	Mejorar la salud materna	Luchar contra el VIH/sida y otras enfermedades	Garantizar la sostenibilidad ambiental		Formar una asociación internacional en favor del desarrollo		
	Participación del quintil más pobre en el consumo o ingreso nacional % 1990-2007 <sup>b</sup>	Empleo precario como % del total de empleo 2007	Prevalencia de la malnutrición infantil, % de niños menores de 5 años 2000-07 <sup>b</sup>	Tasa de terminación de la escuela primaria % 2007	Razón entre cantidad de niñas y niños matriculados en la escuela primaria y secundaria % 2007		Tasa de mortalidad de niños menores de 5 años cada 1.000 nacidos vivos 2005	Tasa de mortalidad por cada 100.000 personas vivas 2005	Prevalencia del VIH, % de la población de 15 a 49 años 2007	Incidencia de la tuberculosis cada 100.000 personas 2007	Emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita, en toneladas 2005	Acceso a mejores instalaciones de saneamiento, % de la población total 2006	Usuarios de Internet por cada 100 personas <sup>a</sup> 2008
Afganistán	..	..	32,9	38	58	257	1.800	..	168	..	30	1,9	
Albania	7,8 <sup>c</sup>	..	17,0	96	97	15	92	..	17	1,1	97	15,1	
Alemania	8,5 <sup>e</sup>	..	..	103	99	4	4	0,1	6	9,5	100	76,1	
Angola	2,0 <sup>c</sup>	..	27,5	..	..	158	1.400	2,1	287	0,5	50	3,1	
Arabia Saudita	..	..	..	93	94	25	18	..	46	16,5	99	29,2	
Argelia	6,9 <sup>c</sup>	..	10,2	95	99	37	180	0,1	57	4,2	94	10,3	
Argentina	3,4 <sup>d,e</sup>	20 <sup>f</sup>	2,3	99	104	16	77	0,5	31	3,9	91	28,1	
Armenia	8,6 <sup>c</sup>	..	4,2	98	104	24	76	0,1	72	1,4	91	5,6	
Australia	5,9 <sup>e</sup>	9	..	..	97	6	4	0,2	6	18,1	100	55,7	
Austria	8,6 <sup>e</sup>	9	..	102	97	4	4	0,2	12	8,9	100	59,3	
Azerbaiyán	13,3 <sup>c</sup>	53	14,0	113	97	39	82	0,2	77	4,4	80	10,8	
Banca Occidental y Franja de Gaza	..	36	..	83	104	27	..	..	20	..	80	9,6	
Bangladesh	9,4 <sup>c</sup>	85	39,2	56	107	61	570	..	223	0,3	36	0,3	
Bélgica	8,5 <sup>e</sup>	10	..	86	98	5	8	0,2	12	9,8	..	65,9	
Benin	6,9 <sup>c</sup>	..	21,5	64	73	123	840	1,2	91	0,3	30	1,8	
Bielorrusia	8,8 <sup>c</sup>	..	1,3	92	101	13	18	0,2	61	6,5	93	29,0	
Bolivia	1,8 <sup>c</sup>	..	5,9	98	99	57	290	0,2	155	1,0	43	10,5	
Bosnia y Herzegovina	6,9 <sup>c</sup>	..	1,6	..	99	14	3	<0,1	51	6,9	95	34,7	
Brasil	3,0 <sup>e</sup>	27	2,2	106	103	22	110	0,6	48	1,7	77	35,5	
Bulgaria	8,7 <sup>c</sup>	8	1,6	98	97	12	11	..	39	5,7	99	30,9	
Burkina Faso	7,0 <sup>c</sup>	..	35,2	37 <sup>g</sup>	84 <sup>g</sup>	191	700	1,6	226	0,1	13	0,9	
Burundi	9,0 <sup>c</sup>	..	38,9	39	90	180	1.100	2,0	367	0,0	41	0,8	
Camboya	7,1 <sup>c</sup>	..	28,4	85	90	91	540	0,8	495	0,0	28	0,5	
Camerún	5,6 <sup>c</sup>	..	15,1	55	85	148	1.000	5,1	192	0,2	51	3,0	
Canadá	7,2 <sup>e</sup>	10 <sup>f</sup>	..	96	99	6	7	0,4	5	16,6	100	72,8	
Colombia	2,3 <sup>e</sup>	41	5,1	107	104	20	130	0,6	35	1,4	78	38,4	
Congo, Rep. del	5,0 <sup>c</sup>	..	11,8	72	97	125	740	3,5	403	0,6	20	4,3	
Congo, Rep. Dem. del	5,5 <sup>c</sup>	..	33,6	51	73	161	1.100	..	392	0,0	31	0,5	
Corea, Rep. de	7,9 <sup>e</sup>	25	..	102	96	5	14	<0,1	90	9,4	..	77,1	
Costa de Marfil	5,0 <sup>c</sup>	..	16,7	45	..	127	810	3,9	420	0,5	24	3,2	
Costa Rica	4,2 <sup>e</sup>	20	..	91	102	11	30	0,4	11	1,7	96	33,6	
Croacia	8,7 <sup>c</sup>	16	..	101	102	6	7	<0,1	40	5,2	99	50,6	
Chad	6,3 <sup>c</sup>	..	33,9	30	64	209	1.500	3,5	299	0,0	9	1,2	
Chile	4,1 <sup>e</sup>	25	0,6	95	99	9	16	0,3	12	4,1	94	32,6	
China	5,7 <sup>c</sup>	..	6,8	101	100	22	45	0,1 <sup>h</sup>	98	4,3	65	22,5	
Hong Kong, China	5,3 <sup>e</sup>	7	..	102	98	..	..	..	62	5,7	..	59,1	
Dinamarca	8,3 <sup>e</sup>	..	..	101	102	4	3	0,2	8	8,5	100	84,2	
Ecuador	3,4 <sup>e</sup>	34 <sup>f</sup>	6,2	106	100	22	210	0,3	101	2,2	84	9,7	
Egipto, Rep. Árabe de	9,0 <sup>c</sup>	25	5,4	98	95	36	130	..	21	2,2	66	15,4	
El Salvador	3,3 <sup>e</sup>	36	6,1	91	101	24	170	0,8	40	1,1	86	12,5	
Emiratos Árabes Unidos	..	..	..	105	101	8	37	..	16	30,1	97	86,1	
Eritrea	..	..	34,5	46	78	70	450	1,3	95	0,2	5	3,0	
España	7,0 <sup>e</sup>	12	..	99	103	4	4	0,5	30	7,9	100	57,4	
Estados Unidos	5,4 <sup>e</sup>	..	1,3	96	100	8	11	0,6	4	19,5	100	72,4	
Etiopía	9,3 <sup>c</sup>	52 <sup>f</sup>	34,6	46	83	119	720	2,1	378	0,1	11	0,4	
Federación Rusa	6,4 <sup>c</sup>	6	..	93	98	15	28	1,1	110	10,5	87	21,1	
Filipinas	5,6 <sup>c</sup>	45	20,7	94	102	28	230	..	290	0,9	78	6,0	
Finlandia	9,6 <sup>e</sup>	..	..	98	102	4	7	0,1	6	10,1	100	78,8	
Francia	7,2 <sup>e</sup>	6	..	..	100	4	8	0,4	14	6,2	..	51,2	
Georgia	5,4 <sup>c</sup>	62	..	92	98	30	66	0,1	84	1,1	93	8,2	
Ghana	5,2 <sup>c</sup>	..	13,91	78 <sup>g</sup>	95 <sup>g</sup>	115	560	1,9	203	0,3	10	4,3	
Grecia	6,7 <sup>e</sup>	28	..	101	97	4	3	0,2	18	8,6	98	32,3	
Guatemala	3,4 <sup>e</sup>	..	17,7	77	93	39	290	0,8	63	0,9	84	10,1	
Guinea	5,8 <sup>c</sup>	..	22,5	64	76	150	910	1,6	287	0,1	19	0,9	
Haití	2,5 <sup>e</sup>	..	18,9	..	..	76	670	2,2	306	0,2	19	10,4	
Honduras	2,5 <sup>e</sup>	..	8,6	89	106	24	280	0,7	59	1,1	66	9,1	
Hungría	8,6 <sup>c</sup>	7	..	92	99	7	6	0,1	17	5,6	100	54,8	
India	8,1 <sup>c</sup>	..	43,5	86	97	72	450	0,3	168	1,3	28	7,2	
Indonesia	7,1 <sup>c</sup>	63	24,4	105	98	31	420	0,2	228	1,9	52	11,1	
Irán, Rep. Islámica de	6,4 <sup>c</sup>	43	..	105	105	33	140	0,2	22	6,5	..	32,0	
Iraq	..	..	7,1	75	78	44	300	..	56	..	76	0,9	
Irlanda	7,4 <sup>e</sup>	11	..	97	103	4	1	0,2	13	10,2	..	63,5	
Israel	5,7 <sup>e</sup>	7	..	102	101	5	4	0,1	8	9,2	..	27,9	
Italia	6,5 <sup>e</sup>	22	..	102	99	4	3	0,4	7	7,7	..	48,6	
Japón	10,6 <sup>e</sup>	11	..	..	100	4	6	..	21	9,6	100	69,0	
Jordania	7,2 <sup>c</sup>	..	3,6	102	102	24	62	..	7	3,8	85	25,4	
Kazajistán	7,4 <sup>c</sup>	..	4,9	104 <sup>g</sup>	99 <sup>g</sup>	32	140	0,1	129	11,9	97	12,3	
Kenia	4,7 <sup>c</sup>	..	16,5	93	95	121	560	..	353	0,3	42	8,7	
Kirguistán	8,1 <sup>c</sup>	47	2,7	95	100	38	150	0,1	121	1,1	93	14,3	
Laos-PDR	8,5 <sup>c</sup>	..	36,4	77	86	70	660	0,2	151	0,2	48	1,6	
Líbano	..	..	..	83 <sup>g</sup>	103 <sup>g</sup>	29	150	0,1	19	4,2	..	38,3	
Liberia	6,4 <sup>c</sup>	..	20,4	55 <sup>g</sup>	..	133	1.200	1,7	277	0,1	32	0,6	
Libia	..	..	..	..	105	18	97	..	17	9,5	97	4,7	
Lituania	6,8 <sup>c</sup>	..	..	95	100	8	11	0,1	68	4,1	..	52,9	
Madagascar	6,2 <sup>c</sup>	86	36,8	62	96	112	510	0,1	251	0,2	12	1,7	
Malawi	7,0 <sup>c</sup>	..	18,4	55	100	111	1.100	11,9	346	0,1	60	2,2	
Malasia	6,4 <sup>e</sup>	22	..	96	104	11	62	0,5	103	9,3	94	62,6	
Malí	6,5 <sup>c</sup>	..	27,9	52	76	196	970	1,5	319	0,0	45	1,0	
Marruecos	6,5 <sup>c</sup>	52	9,9	83	88	34	240	0,1	92	1,6	72	33,0	
Mauritania	6,2 <sup>c</sup>	..	30,4	59	103	119	820	0,8	318	0,6	24	1,4	

(Continúa)

**Cuadro 3 Objetivos de Desarrollo del Milenio: erradicar la pobreza y mejorar la calidad de vida (Continuación)**

	Erradicar la pobreza extrema y el hambre		Lograr la educación primaria universal	Promover la igualdad de géneros	Reducir la mortalidad infantil	Mejorar la salud materna	Luchar contra el VIH/sida y otras enfermedades		Garantizar la sostenibilidad ambiental		Formar una asociación internacional en favor del desarrollo	
	Participación del quintil más pobre en el consumo nacional % 1990-2007 <sup>b</sup>	Empleo precario como % del total de empleo 2007	Prevalencia de la malnutrición infantil, % de niños menores de 5 años 2000-07 <sup>b</sup>	Tasa de terminación de la escuela primaria % 2007	Razón entre cantidad de niñas y niños matriculados en la escuela primaria y secundaria % 2007	Tasa de mortalidad de niños menores de 5 años cada 1.000 2007	Tasa de mortalidad materna por cada 100.000 nacidos vivos 2005	Prevalencia del VIH, % de la población de 15 a 49 años 2007	Incidencia de la tuberculosis cada 100.000 personas 2007	Emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita, en toneladas 2005	Acceso a mejores instalaciones de saneamiento, % de la población total 2006	Usuarios de Internet por cada 100 personas <sup>a</sup> 2008
México	4,6 <sup>c</sup>	29	3,4	105	99	35	60	0,3	20	4,1	81	21,9
Moldavia	7,3 <sup>c</sup>	32	3,2	93	102	18	22	0,4	141	2,1	79	19,7
Mozambique	5,4 <sup>c</sup>	..	21,2	46	85	168	520	12,5	431	0,1	31	1,6
Myanmar	..	..	29,6	..	..	103	380	0,7	171	0,2	82	0,1
Nepal	6,1 <sup>c</sup>	..	38,8	78 <sup>g</sup>	98 <sup>g</sup>	55	830	0,5	173	0,1	27	1,4
Nicaragua	3,8 <sup>o</sup>	45	7,8	74	103	35	170	0,2	49	0,7	48	2,8
Niger	5,9 <sup>c</sup>	..	39,9	40	71	176	1.800	0,8	174	0,1	7	0,5
Nigeria	5,1 <sup>c</sup>	..	27,2	72	84	189	1.100	3,1	311	0,8	30	7,3
Noruega	9,6 <sup>o</sup>	6	..	97	99	4	7	0,1	6	11,4	..	84,8
Nueva Zelanda	6,4 <sup>o</sup>	12	..	..	102	6	9	0,1	7	7,2	..	69,2
Países Bajos	7,6 <sup>o</sup>	..	..	..	98	5	6	0,2	8	7,7	100	86,8
Pakistán	9,1 <sup>c</sup>	62	31,3	63	80	90	320	0,1	181	0,9	58	11,1
Panamá	2,5 <sup>o</sup>	28	..	99	101	23	130	1,0	47	1,8	74	22,9
Papúa Nueva Guinea	4,5 <sup>c</sup>	..	..	..	..	65	470	1,5	250	0,7	45	1,8
Paraguay	3,4 <sup>o</sup>	47	..	95	99	29	150	0,6	58	0,7	70	8,7
Perú	3,9 <sup>o</sup>	40 <sup>f</sup>	5,2	104	102	20	240	0,5	126	1,3	72	24,7
Polonia	7,3 <sup>c</sup>	19	..	96	99	7	8	0,1	25	7,9	..	44,0
Portugal	5,8 <sup>o</sup>	18	..	104	101	4	11	0,5	30	5,9	99	41,9
Reino Unido	6,1 <sup>o</sup>	..	..	..	102	6	8	0,2	15	9,1	..	79,4
República												
Centroafricana	5,2 <sup>c</sup>	..	21,8	30 <sup>g</sup>	..	172	980	6,3	345	0,1	31	0,4
República Checa	10,2 <sup>o</sup>	12	2,1	93	101	4	4	..	9	11,7	99	48,3
República Dominicana	4,0 <sup>o</sup>	43	4,2	91 <sup>g</sup>	103 <sup>g</sup>	38	150	1,1	69	2,0	79	26,0
República Eslovaca	8,8 <sup>o</sup>	10	..	94	100	8	6	<0,1	17	6,8	100	51,3
Ruanda	5,3 <sup>c</sup>	..	18,0	35	100	181	1.300	2,8	397	0,1	23	3,1
Rumania	8,2 <sup>c</sup>	32	3,5	120	99	15	24	0,1	115	4,1	72	23,9
Senegal	6,2 <sup>c</sup>	..	14,5	50	94	114	980	1,0	272	0,4	28	8,4
Serbia	8,3 <sup>c,j</sup>	23	1,8	..	102	8	..	0,1	32	6,5 <sup>f</sup>	92	32,1
Sierra Leona	6,1 <sup>c</sup>	..	28,3	81	86	262	2.100	1,7	574	0,2	11	0,3
Singapur	5,0 <sup>o</sup>	10	3,3	..	..	3	14	0,2	27	13,2	100	67,7
Siria, Rep. Árabe de	..	..	..	114	96	17	130	..	24	3,6	92	16,8
Somalia	..	..	32,8	..	..	142	1.400	0,5	249	0,1	23	1,1
Sri Lanka	6,8 <sup>c</sup>	41 <sup>f</sup>	22,8	104	..	21	58	..	60	0,6	86	5,7
Sudáfrica	3,1 <sup>c</sup>	3	..	84	100	59	400	18,1	948	8,7	59	8,6
Sudán	..	..	38,4	50	88	109	450	1,4	243	0,3	35	9,2
Suecia	9,1 <sup>o</sup>	..	..	95	99	3	3	0,1	6	5,4	100	79,7
Suiza	7,6 <sup>o</sup>	10	..	88	97	5	5	0,6	6	5,5	100	75,2
Tailandia	6,1 <sup>c</sup>	53	7,0	101	104 <sup>g</sup>	7	110	1,4	142	4,1	96	20,0
Tanzania	7,3 <sup>c</sup>	88 <sup>f</sup>	16,7	112 <sup>g</sup>	..	116	950	6,2	297	0,1	33	1,2
Tayikistán	7,7 <sup>c</sup>	..	14,9	95	89	67	170	0,3	231	0,8	92	7,2
Togo	7,6 <sup>c</sup>	..	..	57	75	100	510	3,3	429	0,2	12	5,4
Túnez	5,9 <sup>c</sup>	..	..	100	104	21	100	0,1	26	2,2	85	27,1
Turkmenistán	6,0 <sup>c</sup>	..	..	..	..	50	130	<0,1	68	8,6	..	1,4
Turquía	5,2 <sup>c</sup>	36	3,5	97	90	23	44	..	30	3,5	88	33,1
Ucrania	9,0 <sup>c</sup>	..	4,1	101	100	24	18	1,6	102	6,9	93	22,4
Uganda	6,1	..	19,0	54	98	130	550	5,4	330	0,1	33	7,9
Uruguay	4,5 <sup>o</sup>	25	6,0	104	98	14	20	0,6	22	1,7	100	40,2
Uzbekistán	7,1 <sup>c</sup>	..	4,4	97	98	41	24	0,1	113	4,3	96	8,8
Venezuela, RB de	4,9 <sup>o</sup>	30	..	95 <sup>g</sup>	102 <sup>g</sup>	19	57	..	34	5,6	..	25,6
Viet Nam	7,1 <sup>c</sup>	..	20,2	..	..	15	150	0,5	171	1,2	65	21,0
Yemen, Rep. de	7,2 <sup>c</sup>	..	..	60	66	73	430	..	76	1,0	46	1,4
Zambia	3,6 <sup>c</sup>	..	23,3	88	96	170	830	15,2	506	0,2	52	5,5
Zimbabue	4,6 <sup>c</sup>	..	14,0	..	97	90	880	15,3	782	0,9	46	11,4
<b>Todo el mundo</b>	..	..w	23,1w	87w	95w	68w	400w	0,8w	139w	4,5w, k	60w	21,3w
<b>Ingreso bajo</b>	..	..	27,8	65	91	120	790	2,3	275	0,5	38	3,7
<b>Ingreso mediano</b>	..	..	22,7	91	96	58	320	0,6	138	3,1	58	14,7
Ingreso mediano bajo	..	..	25,8	90	94	65	370	0,4	147	2,6	52	11,7
Ingreso mediano alto	24	..	..	98	100	25	110	1,5	105	5,1	82	26,6
<b>Ingreso bajo y mediano</b>	..	..	24,0	86	95	74	440	0,9	162	2,7	55	12,8
Asia oriental y Pacífico	..	..	12,6	100	100	27	150	0,2	136	3,6	66	23,3
Europa y Asia Central	19	..	..	98	97	23	45	0,6	84	7,0	89	23,4
América Latina y el Caribe	31	..	4,5	97	101	26	130	0,5	50	2,5	78	26,6
Medio Oriente y África septentrional	37	..	..	91	93	38	200	0,1	41	3,6	74	24,2
Asia meridional	..	..	40,9	79	90	78	500	0,3	174	1,1	33	6,6
África subsahariana	..	..	26,5	63	88	146	900	5,0	369	0,9	31	4,5
<b>Ingreso alto</b>	..	..	..	98	99	7	10	0,3	16	12,6	100	67,1

a. Los datos fueron extraídos de la base de datos del Informe sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones elaborado por la Unión Internacional de Comunicaciones (UIT). Si estos datos han de ser utilizados por terceros, se ruega citar a la UIT. b. Los datos corresponden al año más reciente disponible. c. Se refiere a la participación en los gastos de los distintos percentiles de población, clasificados por gasto per cápita. d. Datos de zonas urbanas. e. Se refiere a la participación en los ingresos de los distintos percentiles de población, clasificados por ingreso per cápita. f. Cobertura limitada. g. Los datos corresponden a 2008. h. Incluye Hong Kong (China). i. Incluye Montenegro. j. Incluye Kosovo y Montenegro. k. Incluye emisiones no asignadas a países específicos.

Cuadro 4 Actividad económica

	Producto interno bruto		Productividad agrícola valor agrícola agregado por trabajador, US\$ de 2000		Valor agregado como % del PIB			Gastos de consumo final de los hogares como % del PIB 2008	Gastos generales de consumo final del gobierno como % del PIB 2008	Formación bruta de capital como % del PIB 2008	Saldo externo de bienes y servicios como % del PIB 2008	Deflactor implícito del PIB, tasa media de crecimiento anual (%) 2000-08
	Millones de US\$ 2008	Tasa media de crecimiento anual (%) 2000-08			Agricultura 2008	Industria 2008	Servicios 2008					
			1990-92	2003-05								
Afganistán	10.170	..	..	..	37	25	38	98	11	31	-39	7,1
Albania	12.295	5,4	778	1.449	21	20	59	85	10	32	-27	3,5
Alemania	3.652.824	1,2	13.724	25.657	1	30	69	57	18	18	7	1,1
Angola	83.383	13,7	165	174	10	86	4	37	.. <sup>a</sup>	12	50	48,1
Arabia Saudita	467.601	4,1	7.875	15.780	2	70	27	26	20	19	35	8,9
Argelia	173.882	4,3	1.911	2.225	9	69	23	22	7	37	35	9,4
Argentina	328.385	5,3	6.767	10.072	9	34	57	59	13	24	4	12,8
Armenia	11.917	12,4	1.476 <sup>b</sup>	3.692	18	45	37	75	12	38	-25	4,6
Australia	1.015.217	3,3	20.839	29.908	..	..	..	55	18	29	-2	3,8
Austria	416.380	2,1	12.048	21.920	2	31	67	54	18	21	7	1,8
Azerbaiyán	46.259	18,1	1.084 <sup>b</sup>	1.143	6	71	23	25	10	23	42	10,9
Bangladesh	78.992	5,9	254	338	19	29	52	79	5	24	-8	4,8
Bielorrusia	60.302	8,6	1.977 <sup>b</sup>	3.153	9	39	53	54	16	35	-6	25,5
Bélgica	497.586	2,0	..	39.243	1	24	75	52	22	22	3	2,0
Benin	6.680	3,9	326	519	..	..	..	..	..	..	..	3,3
Bolivia	16.674	4,1	670	773	14	42	44	61	12	16	12	7,0
Bosnia y Herzegovina	18.452	5,5	..	8.270	..	..	..	85	22	23	-30	3,8
Brasil	1.612.539	3,6	1.507	3.119	7	28	65	61	20	19	0	8,1
Bulgaria	49.900	5,8	2.500	7.159	7	31	61	70	16	37	-23	5,6
Burkina Faso	7.948	5,6	110	173	33	22	44	75	22	18	-15	2,4
Burundi	1.163	2,9	108	70	..	..	..	91	29	16	-36	9,6
Camboya	9.574	9,7	..	314	32	27	41	83	3	21	-8	4,7
Camerún	23.396	3,5	389	648	20	33	48	68	13	19	1	2,2
Canadá	1.400.091	2,5	28.243	44.133	..	..	..	56	19	23	3	2,0
Colombia	242.268	4,9	3.080	2.749	9	34	57	64	13	24	-1	6,9
Congo, Rep. Dem. del	11.588	5,5	184	149	41	27	31	82	11	17	-10	28,3
Congo, Rep. del	10.699	4,0	..	..	5	60	35	29	14	27	30	7,0
Corea, Rep. de	929.121	4,5	..	11.451	3	37	60	55	15	31	-1	2,2
Costa Rica	29.834	5,5	3.143	4.506	7	29	64	69	13	27	-10	10,2
Costa de Marfil	23.414	0,6	598	795	24	25	51	77	8	10	5	3,4
Croacia	69.333	4,6	5.425 <sup>b</sup>	11.354	6	28	65	59	19	31	-8	3,8
Chad	8.361	10,4	173	215	23	42	35	69	6	15	10	8,3
Chile	169.458	4,4	3.573	5.309	4	47	49	55	10	21	14	6,6
China	4.326.187	10,4	258	407	11	49	40	37	14	43	7	4,3
Hong Kong, China	215.355	5,2	..	..	0	8	92	60	8	20	11	-1,7
Dinamarca	342.672	1,7	15.190	38.441	1	26	73	50	26	23	1	2,3
Ecuador	52.572	5,0	1.686	1.676	7	36	57	67	12	24	-3	9,5
Egipto, Rep. Árabe de	162.818	4,7	1.528	2.072	14	36	50	72	11	24	-7	7,8
El Salvador	22.115	2,9	1.633	1.638	13	28	58	98	9	15	-22	3,7
Emiratos Árabes Unidos	163.296	7,7	10.454	25.841	2	59	39	45	10	21	24	7,7
Eritrea	1.654	1,3	..	71	24	19	56	86	31	11	-28	18,0
España	1.604.174	3,3	9.511	18.619	3	30	67	57	18	31	-7	3,9
Estados Unidos	14.204.322	2,5	20.793	42.744	1	22	77	70	16	20	-6	2,6
Etiopía	26.487	8,2	..	158	43	13	45	85	11	21	-17	8,7
Federación Rusa	1.607.816	6,8	1.825 <sup>b</sup>	2.519	5	38	57	45	19	25	11	16,5
Filipinas	166.909	5,1	905	1.075	15	32	53	77	10	15	-2	5,2
Finlandia	271.282	3,0	18.818	31.276	3	32	65	52	21	22	5	1,1
Francia	2.853.062	1,7	22.234	44.080	2	21	77	57	23	22	-2	2,1
Georgia	12.793	8,1	2.443 <sup>b</sup>	1.791	10	24	66	76	21	31	-28	7,3
Ghana	16.123	5,6	293	320	32	26	42	81	14	32	-26	18,7
Grecia	356.796	4,2	7.536	8.818	4	23	73	71	17	26	-13	3,3
Guatemala	38.977	3,9	2.120	2.623	11	28	62	90	4	24	-18	5,2
Guinea	4.266	3,1	142	190	8	35	58	85	5	13	-2	20,2
Haití	6.953	0,5	..	..	..	..	..	98	.. <sup>a</sup>	26	-23	16,7
Honduras	14.077	5,3	1.193	1.483	13	27	61	83	14	30	-28	6,5
Hungría	154.668	3,6	4.122	6.922	4	29	66	67	9	22	1	5,0
India	1.217.490	7,9	324	392	18	29	53	56	11	39	-6	4,6
Indonesia	514.389	5,2	484	583	14	48	37	63	8	28	1	10,9
Irán, Rep. Islámica de	385.143	6,0	1.954	2.561	10	45	45	45	14	31	10	17,9
Iraq	..	..	..	1.756	..	..	..	..	..	..	..	..
Irlanda	281.776	5,0	..	17.107	2	35	63	46	16	27	11	2,9
Israel	199.498	3,5	..	..	..	..	..	58	25	19	-2	1,1
Italia	2.293.008	0,9	11.528	23.967	2	27	71	59	20	21	0	2,6
Japón	4.909.272	1,6	20.445	35.668	1	30	68	57	18	24	1	-1,2
Jordania	20.013	6,7	1.892	1.360	4	32	64	108	18	19	-45	4,2
Kazajistán	132.229	9,5	1.795 <sup>b</sup>	1.557	6	42	52	35	10	35	20	15,1
Kenia	34.507	4,6	334	333	21	13	65	79	11	25	-14	6,5
Kirguistán	4.420	4,4	675 <sup>b</sup>	979	34	19	48	101	18	26	-45	6,8
Laos-PDR	5.431	6,9	360	459	40	31	29	69	8	38	-15	9,4
Líbano	28.660	4,0	..	29.950	5	22	73	91	14	20	-25	2,2
Liberia	870	-1,1	..	..	54	19	27	116	15	20	-51	10,5
Libia	99.926	4,1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	22,2
Lituania	47.341	7,7	..	3.790	4	33	63	66	18	27	-11	4,0
Madagascar	8.970	3,8	186	174	25	17	57	85	5	36	-25	11,5
Malasia	194.927	5,5	386	525	10	48	42	46	12	22	20	4,4

(Continúa)

Cuadro 4 Actividad económica (Continuación)

	Producto interno bruto		Productividad agrícola valor agrícola agregado por trabajador, US\$ de 2000		Valor agregado como % del PIB			Gastos de consumo final de los hogares como % del PIB 2008	Gastos generales de consumo final del gobierno como % del PIB 2008	Formación bruta de capital como % del PIB 2008	Saldo externo de bienes y servicios como % del PIB 2008	Deflactor implícito del PIB, tasa media de crecimiento anual (%) 2000-08
	Millones de US\$ 2008	Tasa media de crecimiento anual (%) 2000-08	1990-92	2003-05	Agricultura	Industria	Servicios					
					2008	2008	2008					
Malawi	4.269	4,2	72	116	34	21	45	85	11	32	-28	19,3
Mali	8.740	5,2	208	241	37	24	39	76	11	23	-10	4,2
Marruecos	86.329	5,0	1.430	1.746	16	20	64	61	16	33	-9	1,6
Mauritania	2.858	5,1	574	356	13	47	41	61	20	26	-7	11,3
México	1.085.951	2,7	2.256	2.793	4	37	59	66	10	26	-2	8,2
Moldavia	6.048	6,3	1.286 <sup>b</sup>	816	11	15	74	97	19	37	-53	11,6
Mozambique	9.735	8,0	107	148	28	26	46	75	12	23	-10	8,1
Myanmar	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Nepal	12.615	3,5	191	207	34	17	50	79	10	32	-21	6,2
Nicaragua	6.592	3,5	..	2.071	19	30	51	90	12	32	-34	8,5
Niger	5.354	4,4	152	157 <sup>b</sup>	..	..	..	..	..	..	..	2,6
Nigeria	212.080	6,6	..	..	31	41	28	..	..	..	13	17,0
Noruega	449.996	2,5	19.500	37.039	1	43	56	42	20	23	16	4,7
Nueva Zelanda	130.693	3,0	19.155	27.189	..	..	..	60	19	23	-1	3,0
Países Bajos	860.336	1,8	24.914	42.049	2	24	74	47	25	20	8	2,2
Panamá	23.088	6,6	2.363	3.904	6	17	76	65	11	23	1	2,2
Papúa Nueva Guinea	8.168	2,8	500	595	33	48	19	44	10	19	27	7,3
Paquistán	168.276	5,8	594	696	20	27	53	80	9	22	-10	7,3
Paraguay	15.977	3,7	1.596	2.052	23	20	57	69	9	20	3	10,5
Perú	127.434	6,0	930	1.481	7	38	55	61	9	27	2	3,5
Polonia	526.966	4,4	1.502 <sup>b</sup>	2.122	4	30	65	66	15	23	-3	2,6
Portugal	242.689	0,9	4.642	6.280	3	24	73	65	20	22	-7	2,9
Reino Unido	2.645.593	2,5	22.664	26.942	1	23	76	63	22	19	-4	2,7
República Centroafricana	1.970	0,6	287	381	53	14	32	95	3	10	-9	2,2
República Checa	216.485	4,6	..	5.521	2	38	60	48	20	27	5	2,2
República Dominicana	45.790	5,4	1.924	3.305	11	28	61	81	6	20	-7	15,0
República Eslovaca	94.957	6,3	..	5.026	4	41	55	54	16	28	1	3,7
Ribera Occidental y Gaza	..	-0,9	..	..	..	..	..	..	..	..	..	3,4
Ruanda	4.457	6,7	167	182	35	12	53	90	9	21	-19	10,0
Rumania	200.071	6,3	2.196	4.646	8	34	58	73	11	26	-10	17,0
Senegal	13.209	4,4	225	215	15	23	62	82	10	30	-22	2,9
Serbia	50.061	5,7	..	..	13	28	59	84	17	23	-24	17,2
Sierra Leona	1.953	10,3	..	..	43	24	33	80	13	20	-12	9,3
Singapur	181.948	5,8	22.695	40.419	0	28	72	39	11	31	19	1,5
Siria, Rep. Árabe de	55.204	4,4	2.344	3.261	20	35	45	75	12	14	0	8,4
Somalia	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Sri Lanka	40.714	5,5	679	702	13	29	57	70	16	27	-13	10,6
Sudáfrica	276.764	4,3	1.786	2.495	3	31	66	61	20	22	-4	7,1
Sudán	58.443	7,4	414	667	26	34	40	59	16	24	1	9,9
Suecia	480.021	2,8	22.533	35.378	2	29	70	47	26	20	8	1,7
Suiza	488.470	1,9	19.884	23.588	1	28	71	59	11	22	8	1,0
Tailandia	260.693	5,2	497	624	12	46	43	51	13	28	8	2,4
Tanzania <sup>c</sup>	20.490	6,8	238	295	45	17	37	73	17	17	-6	9,4
Tayikistán	5.134	8,6	346 <sup>b</sup>	409	18	23	59	114	8	20	-42	21,0
Togo	2.823	2,5	312	347	..	..	..	..	16	..	-27	1,1
Túnez	40.180	4,9	2.422	2.700	10	28	62	65	14	25	-3	2,9
Turkmenistán	18.269	14,5	1.222 <sup>b</sup>	..	..	..	..	..	..	..	11	12,2
Turquía	794.228	5,9	1.770	1.846	10	28	62	71	13	22	-5	16,9
Ucrania	180.355	7,2	1.195 <sup>b</sup>	1.702	8	37	55	64	17	25	-6	15,7
Uganda	14.529	7,5	155	175	23	26	52	82	12	24	-18	5,1
Uruguay	32.186	3,8	6.304	8.797	11	27	63	69	12	23	-4	8,2
Uzbekistán	27.918	6,6	1.272 <sup>b</sup>	1.800	23	33	43	55	16	19	10	25,5
Venezuela, R.B. de	313.799	5,2	4.483	6.331	..	..	..	53	10	23	14	26,3
Viet Nam	90.705	7,7	214	305	20	42	38	66	6	42	-13	7,8
Yemen, Rep. de	26.576	3,9	271	328 <sup>b</sup>	..	..	..	..	..	..	..	13,6
Zambia	14.314	5,3	159	204	21	46	33	66	9	22	3	17,1
Zimbabue	..	-5,7	240	222	..	..	..	..	..	..	..	232,0
<b>Todo el mundo</b>	<b>60.587.016t</b>	<b>3,2w</b>	<b>731w</b>	<b>908w</b>	<b>3w</b>	<b>28w</b>	<b>69w</b>	<b>61w</b>	<b>17w</b>	<b>22w</b>	<b>0w</b>	
<b>Ingreso bajo</b>	<b>568.504</b>	<b>5,8</b>	<b>222</b>	<b>268</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>46</b>	<b>75</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>-11</b>	
<b>Ingreso mediano</b>	<b>16.826.866</b>	<b>6,4</b>	<b>470</b>	<b>650</b>	<b>10</b>	<b>37</b>	<b>53</b>	<b>56</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	
Ingreso mediano bajo	8.377.130	8,3	359	499	14	41	45	50	13	36	1	
Ingreso mediano alto	8.445.380	4,6	1.998	2.721	6	33	61	61	15	23	1	
<b>Ingreso bajo y mediano</b>	<b>17.408.313</b>	<b>6,4</b>	<b>432</b>	<b>577</b>	<b>11</b>	<b>37</b>	<b>53</b>	<b>57</b>	<b>14</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	
Asia oriental y el Pacífico	5.658.322	9,1	295	438	12	48	41	42	13	39	6	
Europa y Asia central	3.860.600	6,3	1.749	2.076	7	34	60	60	15	24	0	
América Latina y el Caribe	4.247.077	3,9	2.125	3.044	6	32	62	63	14	23	0	
Medio Oriente y África septentrional	1.117.198	4,7	1.583	2.204	12	41	48	57	12	28	3	
Asia meridional	1.531.499	7,4	335	406	18	29	53	61	11	36	-7	
África subsahariana	987.120	5,2	263	279	14	32	54	67	16	23	-3	
<b>Ingreso alto</b>	<b>43.189.942</b>	<b>2,3</b>	<b>15.906</b>	<b>25.500</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>73</b>	<b>62</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>-1</b>	

a. Los datos sobre gastos generales de consumo final del gobierno no están disponibles por separado, sino que se incluyen en el gasto de consumo final de los hogares. b. No se dispone de datos para los tres años. c. Los datos se refieren únicamente al territorio continental del país.

Cuadro 5 Comercio, asistencia y financiamiento

	Comercio de mercancías												
	Exportaciones		Importaciones		Exportaciones de manufacturas como % del total de exportaciones de mercancías	Exportaciones de productos de alta tecnología como % del total de exportaciones de manufacturas	Saldo en cuenta corriente, millones de US\$	Inversión extranjera directa, entradas netas, millones de US\$	Asistencia oficial para el desarrollo neta <sup>a</sup> , US\$ per cápita	Deuda externa		Crédito interno ofrecido por el sector bancario como % del PIB	Migración neta, miles
	Millones de US\$ 2008	Millones de US\$ 2008	2007	2007						Total, millones de US\$ 2007	Valor actualizado como % del INB 2007		
Afganistán	680	3.350	..	..	..	288	..	2.041	18 <sup>d</sup>	0	..		
Albania	1.353	5.230	70	12	-1.924	477	97	2.776	22	68	-100		
Alemania	1.465.215	1.206.213	83	14	243.289	51.543	..	..	..	126	930		
Angola	66.300	21.100	..	..	9.402	-893	14	12.738	32	10	175		
Arabia Saudita	328.930	111.870	9	1	95.080	-8.069	-5	..	..	10	285		
Argelia	78.233	39.156	1	2	..	1.665	12	5.541	4	-12	-140		
Argentina	70.588	57.413	31	7	7.588	6.462	2	127.758	63	24	-100		
Armenia	1.069	4.412	56	2	-1.356	699	114	2.888	38	17	-100		
Australia	187.428	200.272	19	14	-44.040	39.596	..	..	..	151	641		
Austria	182.158	184.247	82	11	14.269	30.717	..	..	..	129	220		
Azerbaiyán	31.500	7.200	6	4	16.454	-4.749	26	3.021	14	17	-100		
Bangladesh	15.369	23.860	91	..	857	653	10	22.033	22	60	-700		
Bélgica	476.953	469.889	78	7 <sup>c</sup>	-12.015	72.195	..	..	..	115	196		
Benin	1.050	1.990	9	0	-217	48	56	857	12 <sup>d</sup>	15	99		
Bielorrusia	32.902	39.483	53	3	-5.050	1.785	9	9.470	25	31	20		
Bolivia	6.370	4.987	7	5	1.800	204	50	4.947	24 <sup>d</sup>	48	-100		
Bosnia y Herzegovina	5.064	12.282	61	3	-2.765	2.111	117	6.479	42	59	62		
Brasil	197.942	182.810	47	12	-28.191	34.585	2	237.472	25	102	-229		
Bulgaria	23.124	38.256	55	6	-12.577	8.974	..	32.968	100	67	-41		
Burkina Faso	620	1.800	..	..	..	600	63	1.461	14 <sup>d</sup>	16	100		
Burundi	56	403	21	4	-116	1	59	1.456	97 <sup>d</sup>	35	192		
Camboya	4.290	6.510	..	..	-1.060	867	46	3.761	46	16	10		
Camerún	4.350	4.360	3	3	-947	433	104	3.162	5 <sup>d</sup>	6	-12		
Canadá	456.420	418.336	53	14	27.281	111.772	..	..	..	191	1.089		
Colombia	37.626	39.669	39	3	-6.761	9.040	17	44.976	28	43	-120		
Congo, Rep. del	9.050	2.850	..	..	-2.181	4.289	36	5.156	93 <sup>d</sup>	-19	4		
Congo, Rep. Dem. del	3.950	4.100	..	..	..	720	20	12.283	111 <sup>d</sup>	5	-237		
Corea, Rep. de	422.007	435.275	89	33	-6.350	1.579	..	..	..	113	-65		
Costa de Marfil	10.100	7.150	18	32	-146	427	8	13.938	67 <sup>d</sup>	20	-339		
Costa Rica	9.675	15.374	63	45	-1.578	1.896	12	7.846	35	54	84		
Croacia	14.112	30.728	68	9	-6.397	4.916	37	48.584	109	75	-13		
Chad	4.800	1.700	..	..	..	603	33	1.797	19 <sup>d</sup>	-3	219		
Chile	67.788	61.901	10	7	-3.440	14.457	7	58.649	45	83	30		
China	1.428.488	1.133.040	93	30	426.107	138.413	1	373.635	13	126	-2.058		
Hong Kong, China	370.242 <sup>e</sup>	392.962	68 <sup>e</sup>	19	30.637	54.365	..	..	..	125	113		
Dinamarca	117.174	112.296	66	17	6.938	11.858	..	..	..	210	46		
Ecuador	18.511	18.686	8	7	1.598	183	16	17.525	50	18	-400		
Egipto, Rep. Árabe de	25.483	48.382	19	0	412	11.578	14	30.444	25	78	-291		
El Salvador	4.549	9.755	55	4	-1.119	1.526	14	8.809	50	45	-340		
Emiratos Árabes Unidos	231.550	158.900	3	1	..	..	..	..	..	67	577		
Eritrea	20	530	..	..	..	-3	32	875	41 <sup>d</sup>	125	229		
España	268.108	402.302	75	5	-154.184	60.122	..	..	..	213	2.504		
Estados Unidos	1.300.532	2.165.982	77	28	-673.261	237.541	..	..	..	220	5.676		
Etiopía	1.500	7.600	13	3	-828	223	31	2.634	8 <sup>d</sup>	47	-340		
Federación Rusa	471.763	291.971	17	7	102.331	55.073	..	370.172	39	27	964		
Filipinas	49.025	59.170	51	54	4.227	2.928	7	65.845	51	46	-900		
Finlandia	96.714	91.045	81	21	10.121	11.568	..	..	..	88	33		
Francia	608.684	707.720	79	19	-52.911	159.463	..	..	..	126	761		
Georgia	1.498	6.058	45	7	-2.851	1.728	87	2.292	20	33	-309		
Ghana	5.650	10.400	11	1	-2.151	970	50	4.479	22 <sup>d</sup>	33	12		
Grecia	25.311	77.970	52	8	-51.313	1.959	..	..	..	109	154		
Guatemala	7.765	14.545	50	3	-1.697	724	34	6.260	21	37	-300		
Guinea	1.300	1.600	..	..	-456	111	23	3.268	64 <sup>d</sup>	..	-425		
Haití	490	2.148	..	..	-80	75	73	1.598	20 <sup>d</sup>	23	-140		
Honduras	6.130	9.990	29	1	-1.225	816	65	3.260	21 <sup>d</sup>	50	-150		
Hungría	107.904	107.864	81	25	-12.980	37.231	..	..	..	81	70		
India	179.073	291.598	64	5	-9.415	22.950	1	220.956	20	70	-1.540		
Indonesia	139.281	126.177	42	11	606	6.928	4	140.783	43	37	-1.000		
Irán, Rep. Islámica de	116.350	57.230	10	6	..	755	1	20.577	8	51	-993		
Iraq	59.800	31.200	0	0	2.681	383	..	..	..	..	..		
Irlanda	124.158	82.774	84	28	-12.686	26.085	..	..	..	194	230		
Israel	60.825	67.410	76	8	1.596	9.664	..	..	..	81	115		
Italia	539.727	556.311	84	7	-78.029	40.040	..	..	..	133	1.750		
Japón	782.337	761.984	90	19	156.634	22.180	..	..	..	293	82		
Jordania	7.790	16.888	76	1	-2.776	1.835	88	8.368	54	122	104		
Kazajistán	71.184	37.889	13	23	6.978	10.189	13	96.133	131	34	-200		
Kenia	4.972	11.074	37	5	-1.102	728	34	7.355	26	35	25		
Kirguistán	1.642	4.058	35	2	-631	208	52	2.401	43 <sup>d</sup>	14	-75		
Laos-PDR	1.080	1.390	..	..	107	324	65	3.337	84	7	-115		
Líbano	4.454	16.754	..	..	-1.395	2.845	229	24.634	111	177	100		
Liberia	262	865	..	..	-211	132	192	2.475	97 <sup>d</sup>	161	62		
Libia	63.050	11.500	..	..	28.454	4.689	3	..	..	-47	14		
Lituania	23.728	30.811	64	11	-5.692	2.017	..	..	..	64	-36		
Madagascar	1.345	4.040	57	1	..	997	48	1.661	21 <sup>d</sup>	9	-5		
Malasia	199.516	156.896	71	52	28.931	8.456	8	53.717	34	115	150		
Malawi	790	1.700	11	2	..	55	53	870	9 <sup>d</sup>	16	-30		
Malí	1.650	2.550	3	7	-581	360	82	2.018	16 <sup>d</sup>	13	-134		
Marruecos	20.065	41.699	65	9	-122	2.807	35	20.255	29	98	-550		
Mauritania	1.750	1.750	0	..	..	153	117	1.704	85 <sup>d</sup>	..	30		
México	291.807	323.151	72	17	-15.957	24.686	1	178.108	20	37	-2.702		

(Continúa)

Cuadro 5 Comercio, asistencia y financiamiento (Continuación)

	Comercio de mercancías		Exportaciones de manufacturas como % del total de exportaciones de mercancías	Exportaciones de productos de alta tecnología como % del total de exportaciones de manufacturas	Saldo en cuenta corriente, millones de US\$ 2008	Inversión extranjera directa, entradas netas, millones de US\$ 2007	Asistencia oficial para el desarrollo neta <sup>a</sup> , US\$ per cápita 2007	Deuda externa		Crédito interno ofrecido por el sector bancario como % del PIB		Migración neta, miles 2000-05 <sup>b</sup>
	Exportaciones	Importaciones						Total, millones de US\$ 2007	Valor actualizado como % del INB 2007	como % del PIB 2008		
	Millones de US\$ 2008	Millones de US\$ 2008						2007	2007	2008		
Moldavia	1.597	4.899	32	5	-1.009	493	73	3.203	72	40	-320	
Mozambique	2.600	4.100	6	2	-975	427	83	3.105	15 <sup>d</sup>	14	-20	
Myanmar	6.900	4.290	..	..	802	428	4	7.373	46	..	-1.000	
Nepal	1.100	3.570	..	..	6	6	21	3.645	22 <sup>d</sup>	53	-100	
Nicaragua	1.489	4.287	10	4	-1.475	382	149	3.390	31 <sup>d</sup>	66	-206	
Níger	820	1.450	6	14	-314	27	38	972	12 <sup>d</sup>	6	-29	
Nigeria	81.900	41.700	1	8	21.972	6.087	14	8.934	6	26	-170	
Noruega	167.941	89.070	18	18	83.497	3.788	..	..	..	..	84	
Nueva Zelanda	30.586	34.366	25	10	-11.317	2.753	..	..	..	151	103	
Países Bajos	633.974	573.924	60	26	65.391	123.609	..	..	..	198	110	
Panamá	1.180	9.050	11	0	-2.792	1.907	-40	9.862	70	86	8	
Papúa Nueva Guinea	5.700	3.550	..	..	..	96	50	2.245	42	26	0	
Paquistán	20.375	42.326	79	1	-8.295	5.333	14	40.680	25	46	-1.239	
Paraguay	4.434	10.180	14	6	-345	196	18	3.570	35	22	-45	
Perú	31.529	29.981	12	2	1.505	5.343	9	32.154	42	19	-525	
Polonia	167.944	203.925	80	4	-29.029	22.959	..	195.374	53	60	-200	
Portugal	55.861	89.753	74	9	-29.599	5.534	..	..	..	185	291	
Reino Unido	457.983	631.913	74	20	-78.765	197.766	..	..	..	215	948	
República Centroafricana	185	310	36	0	..	27	41	973	48 <sup>d</sup>	18	-45	
República Checa	146.934	141.882	90	14	-6.631	9.294	..	..	..	58	67	
República Dominicana	6.910	16.400	..	..	-2.068	1.698	13	10.342	33	39	-148	
República Eslovaca	70.967	73.321	87	5	-4.103	3.363	..	..	..	54	10	
Ribera Occidental y Gaza	..	..	..	..	..	..	504	..	..	..	11	
Ruanda	250	1.110	5	16	-147	67	75	496	8 <sup>d</sup>	..	6	
Rumania	49.546	82.707	80	4	-24.642	9.492	..	85.380	67	41	-270	
Senegal	2.390	5.702	36	4	-1.311	78	71	2.588	21 <sup>d</sup>	25	-100	
Serbia	10.973	22.999	66	4	-15.989	3.110	113	26.280	86	38	-339	
Sierra Leona	220	560	..	..	-181	94	99	348	10 <sup>d</sup>	14	336	
Singapur	338.176 <sup>e</sup>	319.780	76 <sup>e</sup>	46	39.106	24.137	..	..	..	84	139	
Siria, Rep. Árabe de	14.300	18.320	32	1	920	600	4	..	..	37	300	
Somalia	..	..	..	..	..	141	44	2.944	..	..	-200	
Sri Lanka	8.370	14.008	70	2	-3.775	603	29	14.020	42	43	-442	
Sudáfrica	80.781	99.480	51 <sup>f</sup>	6	-20.981	5.746	17	43.380	19	88	700	
Sudán	12.450	9.200	0	1	-3.268	2.426	52	19.126	93 <sup>d</sup>	17	-532	
Suecia	183.975	166.971	77	16	40.317	12.286	..	..	..	136	186	
Suiza	200.387	183.491	91	22	41.214	49.730	..	..	..	185	200	
Tailandia	177.844	178.655	76	27	15.755	9.498	-5	63.067	29	136	1.411	
Tanzania	2.870	6.954	17	1	-1.856	647	68	5.063	15 <sup>d,g</sup>	17	-345	
Tayikistán	1.406	3.270	..	..	-495	360	33	1.228	30	28	-345	
Togo	790	1.540	62	0	-340	69	19	1.968	80 <sup>d</sup>	25	-4	
Túnez	19.319	24.612	70	5	-904	1.620	30	20.231	65	73	-81	
Turkmenistán	10.780	4.680	..	..	..	804	6	743	7	..	-25	
Turquía	131.975	201.960	81	0	-41.685	22.195	11	251.477	47	51	-71	
Ucrania	67.049	84.032	74	4	-12.933	9.891	9	73.600	66	82	-173	
Uganda	2.180	4.800	21	11	-1.088	484	56	1.611	9 <sup>d</sup>	12	-5	
Uruguay	5.949	8.933	30	3	-1.119	879	10	12.363	69	33	-104	
Uzbekistán	10.360	5.260	..	..	..	262	6	3.876	20	..	-400	
Venezuela, R.B. de	93.542	49.635	5	3	39.202	646	3	43.148	26	20	40	
Viet Nam	62.906	80.416	51	6	-6.992	6.700	29	24.222	35	95	-200	
Yemen, Rep. de	9.270	9.300	1	1	-1.508	917	10	5.926	23	11	-100	
Zambia	5.093	5.070	13	2	-505	984	85	2.789	7 <sup>d</sup>	19	-82	
Zimbabue	2.150	2.900	48	3	..	69	37	5.293	121	..	-700	
<b>Todo el mundo</b>	<b>16.129.607t</b>	<b>16.300.527t</b>	<b>72w</b>	<b>18w</b>	<b>..</b>	<b>2.139.338s</b>	<b>16w</b>	<b>..s</b>	<b>..</b>	<b>158w</b>	<b>..w<sup>h</sup></b>	
<b>Ingreso bajo</b>	<b>167.308</b>	<b>239.464</b>	<b>44</b>	<b>4</b>	<b>..</b>	<b>19.975</b>	<b>37</b>	<b>156.551</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>-3.728</b>	
<b>Ingreso mediano</b>	<b>4.905.095</b>	<b>4.547.215</b>	<b>61</b>	<b>19</b>	<b>..</b>	<b>501.721</b>	<b>9</b>	<b>3.260.910</b>	<b>74</b>	<b>74</b>	<b>-14.512</b>	
Ingreso mediano bajo	2.627.173	2.376.905	71	23	..	232.806	9	1.228.986	98	98	-11.119	
Ingreso mediano alto	2.276.454	2.164.216	52	13	..	268.916	9	2.031.924	53	53	-3.393	
<b>Ingreso bajo y mediano</b>	<b>5.072.412</b>	<b>4.786.667</b>	<b>60</b>	<b>19</b>	<b>..</b>	<b>521.696</b>	<b>19</b>	<b>3.417.461</b>	<b>74</b>	<b>74</b>	<b>-18.240</b>	
Asia oriental y el Pacífico	2.081.208	1.762.013	77	31	..	175.340	4	741.471	117	117	-3.722	
Europa y Asia central	1.141.248	1.146.612	45	6	..	151.521	13	1.214.038	42	42	-2.138	
América Latina y el Caribe	873.299	896.683	54	12	..	107.270	12	825.697	62	62	-5.738	
Medio Oriente y África septentrional	418.183	315.621	16	4	..	28.905	55	136.448	..	48	-1.850	
Asia meridional	225.882	380.660	66	5	..	29.926	7	304.713	69	69	-3.181	
África subsahariana	336.637	296.944	30	8	..	28.734	44	195.094	41	41	-1.611	
<b>Ingreso alto</b>	<b>11.060.159</b>	<b>11.522.679</b>	<b>75</b>	<b>18</b>	<b>..</b>	<b>1.617.642</b>	<b>0</b>	<b>..</b>	<b>191</b>	<b>18.091</b>		

a. La distinción entre ayuda oficial para los países incluidos en la lista de la Parte II del Comité de Asistencia para el Desarrollo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (CAD de la OCDE) y asistencia oficial para el desarrollo quedó sin efecto en 2005. Los agregados regionales incluyen datos de economías que no figuran en el cuadro. Los totales mundiales y los de los grupos de ingreso abarcan también asistencia no asignada por país o región. b. Total para el período de cinco años. c. Incluye Luxemburgo. d. Los datos fueron extraídos de análisis de sostenibilidad de la deuda de países de ingreso bajo. e. Incluye reexportaciones. f. Los datos sobre exportaciones y exportaciones totales se refieren únicamente a Sudáfrica. Los datos sobre exportaciones de productos básicos se refieren a la Unión Aduanera del África Meridional (Botsuana, Lesotho, Namibia y Sudáfrica). g. El INB se refiere únicamente al territorio continental del país. h. El total mundial computado por las Naciones Unidas suma cero, pero dado que los agregados que aquí se muestran corresponden a las definiciones del Banco Mundial, los totales regionales y de grupos de ingreso no equivalen a cero.

Cuadro 6 Indicadores clave para otras economías

	Población		Composición de la población por edades, % de niños de 0 a 14 años 2008	Ingreso nacional bruto (INB) <sup>a</sup>		Ingreso nacional bruto (INB) ajustado según la PPA <sup>b</sup>		Producto interno bruto per cápita, % de crecimiento 2007-08	Esperanza de vida al nacer		Tasa de alfabetismo en adultos, % de las personas de 15 años o más 2007	
	Tasa media de crecimiento anual (%)	Densidad, habitantes por km <sup>2</sup>		Millones de US\$ 2008	US\$ per cápita 2008	Millones de US\$ 2008	US\$ per cápita 2008		Varones Años 2007	Mujeres Años 2007		
	Miles 2008	2000-08		2008	2008	2008	2008		2007	2007		
Andorra	84	3,7 <sup>c</sup>	178	..	..	..	..	..	..	..	..	
Antigua y Barbuda	86	1,3	194	..	1.165	13.620	1.760 <sup>f</sup>	20.570 <sup>f</sup>	1,6	..	..	
Antillas Neerlandesas	194	0,9	242	21	..	..	..	..	71	79	96	
Aruba	105	1,9	586	20	..	..	..	..	72	77	98	
Bahamas	335	1,3	33	26	..	..	..	..	-0,2	71	76	..
Bahrein	767	2,1	1.080	27	..	..	..	..	..	74	77	89
Barbados	255	0,2	594	18	..	..	..	..	..	74	80	..
Belize	311	2,7	14	36	1.186	3.820	1.875 <sup>f</sup>	6.040 <sup>f</sup>	0,9	73	79	..
Bermuda	64	0,4	1.284	..	..	..	..	..	4,3	76	82	..
Botsuana	1.905	1,2	3	34	12.328	6.470	24.964	13.100	-2,2	50	51	83
Brunei Darussalam	397	2,2	75	27	10.211	26.740	19.540	50.200	-1,3	75	80	95
Bután	687	2,5	15	31	1.302	1.900	3.349	4.880	12,0	64	68	53
Cabo Verde	499	1,6	124	37	1.561	3.130	1.720	3.450	4,5	68	74	84
Comoras	644	2,2	346	38 <sup>g</sup>	483	750	754	1.170	-1,4	63	67	75
Corea, Rep. Dem. de	23.858	0,5	198	22	..	..	..	..	..	65	69	..
Cuba	11.247	0,1	102	18	..	..	..	..	..	76	80	100
Chipre	864	1,2	93	18	19.617 <sup>h</sup>	22.950 <sup>h</sup>	20.549	24.040	3,3	77	82	98
Djibouti	848	1,9	37	37	957	1.130	1.972	2.330	2,1	54	56	..
Dominica	73	0,3	98	..	349	4.770	607 <sup>f</sup>	8.300 <sup>f</sup>	2,9	..	..	..
Eslovenia	2.039	0,3	101	14	48.973	24.010	54.875	26.910	2,5	74	82	100
Estonia	1.341	-0,3	32	15	19.131	14.270	25.848	19.280	-3,6	67	79	100
Fidji	839	0,6	46	32	3.300	3.930	3.578	4.270	-0,3	67	71	..
Gabón	1.448	2,0	6	37	10.490	7.240	17.766	12.270	0,2	59	62	86
Gambia	1.660	3,0	166	42	653	390	2.130	1.280	3,0	54	57	..
Granada	106	0,6	310	28	603	5.710	850 <sup>f</sup>	8.060 <sup>f</sup>	2,2	67	70	..
Groenlandia	57	0,1	0 <sup>i</sup>	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Guam	175	1,5	325	28	..	..	..	..	..	73	78	..
Guinea Ecuatorial	659	2,8	24	41	9.875	14.980	14.305	21.700	8,4	49	51	..
Guinea-Bissau	1.575	2,4	56	43	386	250	832	530	0,5	46	49	..
Guyana	763	0,1	4	30	1.081	1.420	1.916 <sup>f</sup>	2.510 <sup>f</sup>	3,1	64	70	..
Isla de Man	81	0,6	141	..	3.516	43.710	..	..	7,3	..	..	..
Islandia	317	1,5	3	21	12.702	40.070	7.993	25.220	-1,6	79	83	..
Islas Caimán	54	3,7	209	..	..	..	..	..	..	..	..	99
Islas del Canal	149	0,2	787	16	10.241	68.640	..	..	5,7	77	81	..
Islas Feroe	49	0,7	35	..	..	..	..	..	..	77	81	..
Islas Marianas del Norte	85	2,3 <sup>c</sup>	186	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Islas Marshall	60	1,9	331	..	195	3.270	..	..	-0,8	..	..	..
Islas Salomón	507	2,5	18	39	598	1.180	1.309 <sup>f</sup>	2.580 <sup>f</sup>	4,9	63	64	..
Islas Virgenes (EE.UU.)	110	0,1	314	21	..	..	..	..	..	76	82	..
Jamaica	2.689	0,5	248	30	13.098	4.870	19.785 <sup>f</sup>	7.360 <sup>f</sup>	-1,8	70	75	86
Kiribati	97	1,7	119	..	193	2.000	353 <sup>f</sup>	3.660 <sup>f</sup>	1,8	59	63	..
Kosovo	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Kuwait	2.728	2,7	153	23	99.865	38.420	136.748	52.610	3,7	76	80	94
Letonia	2.266	-0,6	36	14	26.883	11.860	37.943	16.740	-4,2	66	77	100
Lesotho	2.017	0,8	66	39	2.179	1.080	4.033	2.000	3,4	43	42	..
Liechtenstein	36	1,1	222	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Luxemburgo	488	1,4	188	18	41.406	84.890	31.372	64.320	-2,5	76	82	..
Macao, China	526	2,2	18.659	13	18.142	35.360	26.811	52.260	10,4	79	83	94
Macedonia, FYR	2.038	0,2	80	18	8.432	4.140	20.266	9.950	5,0	72	77	97
Maldivas	310	1,6	1.035	29	1.126	3.630	1.639	5.280	4,0	68	69	97
Malta	411	0,7	1.286	16	6.825	16.680	9.192	22.460	3,1	77	82	92
Mauricio	1.269	0,8	625	23	8.122	6.400	15.841	12.480	4,7	69	76	87
Mayotte	191	2,9 <sup>i</sup>	511	40	..	..	..	..	..	..	..	..
Micronesia, Est. Fed.	111	0,5	159	37	260	2.340	334 <sup>f</sup>	3.000 <sup>f</sup>	-1,3	68	69	..
Mónaco	33	0,3 <sup>c</sup>	16.821	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Mongolia	2.632	1,2	2	27	4.411	1.680	9.158	3.480	7,9	64	70	97
Montenegro	622	-0,7	45	20	4.008	6.440	8.661	13.920	6,9	72	76	..
Namibia	2.114	1,5	3	37	8.880	4.200	13.248	6.270	1,0	52	53	88
Nueva Caledonia	246	1,8	13	26	..	..	..	..	..	72	80	96
Omán	2.785	1,8	9	32	32.755	12.270	55.126	20.650	5,1	74	77	84
Palau	20	0,7	44	..	175	8.650	..	..	-1,6	66	72	..
Polinesia Francesa	266	1,5	73	26	..	..	..	..	..	72	77	..
Puerto Rico	3.954	0,4	446	21	..	..	..	..	..	74	83	..
Qatar	1.281	9,1	116	16	..	..	..	..	..	75	77	93
Samoa	182	0,6	64	40	504	2.780	789 <sup>f</sup>	4.340 <sup>f</sup>	-3,6	69	75	99

(Continúa)



Cuadro 6 Indicadores clave para otras economías (Continuación)

	Población		Composición de la población por edades, % de niños de 0 a 14 años	Ingreso nacional bruto (INB) <sup>a</sup>		Ingreso nacional bruto (INB) ajustado según la PPA <sup>b</sup>		Producto interno bruto per cápita, % de crecimiento 2007-08	Esperanza de vida al nacer		Tasa de alfabetismo en adultos, % de las personas de 15 años o más 2007
	Tasa media de crecimiento anual (%)	Densidad, habitantes por km <sup>2</sup>		Millones de US\$	US\$ per cápita	Millones de US\$	US\$ per cápita		Varones	Mujeres	
	Miles 2008	2000-08		2008	2008	2008	2008		Años 2007	Años 2007	
Samoa estadounidense	66	1,7	331	..	..	..	..	..	..	..	..
San Marino	31	1,3 <sup>m</sup>	517	..	1.430	46.770	..	..	3,1	79	85
San Vicente y las Granadinas	109	0,1	280	27	561	5.140	957 <sup>f</sup>	8.770 <sup>f</sup>	0,9	69	74
Santa Lucía	170	1,1	279	27	940	5.530	1.561 <sup>f</sup>	9.190 <sup>f</sup>	1,1	73	76
Santo Tomás y Príncipe	161	1,7	168	41	164	1.020	286	1.780	3,9	64	67
Seychelles	86	0,8	188	..	889	10.290	1.707 <sup>f</sup>	19.770 <sup>f</sup>	1,3	69	78
St. Kitts y Nevis	49	1,3	189	..	539	10.960	746 <sup>f</sup>	15.170 <sup>f</sup>	8,8	..	..
Suazilandia	1.168	1,0	68	40	2.945	2.520	5.852	5.010	1,1	46	45
Surinam	515	1,2	3	29	2.570	4.990	3.674 <sup>f</sup>	7.130 <sup>f</sup>	6,0	65	73
Timor-Leste	1.098	3,7	74	45	2.706	2.460	5.150 <sup>f</sup>	4.690 <sup>f</sup>	9,6	60	62
Tonga	104	0,6	144	37	265	2.560	402 <sup>f</sup>	3.880 <sup>f</sup>	0,7	69	75
Trinidad y Tobago	1.338	0,4	261	21	22.123	16.540	32.033 <sup>f</sup>	23.950 <sup>f</sup>	3,0	68	72
Vanuatu	231	2,5	19	39	539	2.330	910 <sup>f</sup>	3.940 <sup>f</sup>	4,2	68	72

a. Calculado utilizando el método del *Atlas* del Banco Mundial. b. PPA significa paridad del poder adquisitivo; véanse las "Notas técnicas". c. Los datos corresponden a 2003-07. d. Se estima que se sitúa en el nivel de ingreso mediano alto (entre US\$3.856 y US\$11.905). e. Se estima que se sitúa en el nivel de ingreso alto (US\$11.906 o más). f. Estimación obtenida según el método de regresión; otros datos se han extrapolado de las estimaciones de referencia más recientes del Programa de Comparación Internacional. g. Incluye Mayotte. h. Se excluye el lado turco de Chipre. i. Menos de 0,5. j. Se estima que se sitúa en el nivel de ingreso bajo (US\$975 o menos). k. Se estima que se sitúa en el nivel de ingreso mediano bajo (entre US\$976 y US\$3.855). l. Los datos corresponden a 2002-07. m. Los datos corresponden a 2004-07.

## Notas técnicas

En estas notas técnicas se analizan las fuentes y los métodos empleados para recopilar los indicadores incluidos en la presente edición de “Indicadores seleccionados del desarrollo mundial”. En las notas se sigue el orden de aparición de los indicadores en los cuadros respectivos.

### Fuentes de los datos

Los datos que se publican en el capítulo “Indicadores seleccionados del desarrollo mundial” se han tomado de *Indicadores del desarrollo mundial 2009*. No obstante, cuando ha sido posible, se han incorporado las correcciones notificadas desde el cierre de esa edición. Además, en los cuadros 1 y 6 se han incluido las estimaciones de la población y el ingreso nacional bruto (INB) per cápita de 2008 dadas a conocer recientemente.

El Banco Mundial recurre a diversas fuentes para obtener los datos estadísticos que publica en *Indicadores del desarrollo mundial*. La institución recibe directamente la información sobre la deuda externa de los países en desarrollo afiliados a través del Sistema de Notificación de la Deuda. Los demás datos se obtienen fundamentalmente de las Naciones Unidas y sus organismos especializados, del Fondo Monetario Internacional (FMI), y de los informes suministrados por los países al Banco Mundial. También se utilizan estimaciones del personal del Banco a fin de incluir datos más actualizados y concordantes. En la mayoría de los casos, las estimaciones relativas a las cuentas nacionales se obtienen de los gobiernos de los países miembros a través de las misiones económicas del Banco Mundial. En algunas ocasiones, el personal de la institución las ajusta a fin de que se correspondan con las definiciones y los conceptos internacionales. La mayoría de los datos sociales de fuentes nacionales se han tomado de archivos administrativos ordinarios, encuestas especiales o censos periódicos.

Para obtener información más detallada acerca de los datos, consulte la publicación *Indicadores del desarrollo mundial 2009* elaborada por el Banco Mundial.

### Coherencia y confiabilidad de los datos

A pesar de que se han realizado grandes esfuerzos para uniformar los datos, no se puede garantizar que éstos sean completamente comparables, por lo que los indicadores deben interpretarse con cautela. Son muchos los factores que influyen en la disponibilidad, comparabilidad y confiabilidad de los datos: los sistemas estadísticos de muchos países en desarrollo todavía adolecen de deficiencias, y los métodos estadísticos, la cobertura, los procedimientos y las definiciones varían considerablemente. Además, las comparaciones entre distintos países y períodos de tiempo plantean complejos problemas técnicos y conceptuales que no pueden resolverse en forma inequívoca. La cobertura de los datos puede no ser completa a causa de circunstancias especiales o debido a que las dificultades que atraviesan diversas economías (como las que derivan de conflictos) influyen en la recopilación de datos y la presentación de los informes respectivos. Por tal motivo, si bien los datos se han tomado de las fuentes que se consideran más fiables, deberían interpretarse únicamente como una exposición de tendencias y una caracterización de las principales diferencias

entre economías, más que como mediciones cuantitativas exactas de esas diferencias. Las discrepancias en los datos incluidos en ediciones distintas reflejan las actualizaciones realizadas por los países, así como las rectificaciones de las series históricas y los cambios metodológicos. En consecuencia, se recomienda a los lectores no comparar series de datos de diversas ediciones o distintas publicaciones del Banco Mundial. Tanto en el CD-ROM de *Indicadores del desarrollo mundial 2009* como en la versión en línea se pueden consultar series cronológicas de datos que sí son concordantes.

### Proporciones y tasas de crecimiento

Para facilitar la consulta, en los cuadros normalmente se presentan proporciones y tasas de crecimiento, y no los valores simples en las que éstas se basan. Los valores en su forma original se pueden consultar en el CD-ROM de *Indicadores del desarrollo mundial 2009*. Las tasas de crecimiento se han calculado utilizando el método de regresión por mínimos cuadrados, a menos que se indique otra cosa (véase la sección “Métodos estadísticos”). Dado que en este método se toman en cuenta todas las observaciones disponibles durante un período, las tasas de crecimiento resultantes reflejan tendencias generales que no se ven influidas indebidamente por valores extraordinarios. A fin de excluir los efectos de la inflación, para el cálculo de las tasas de crecimiento se han utilizado indicadores económicos expresados en precios constantes. Los datos que aparecen en bastardilla se refieren a un año o período distinto del indicado en el encabezamiento de la columna: hasta dos años antes o después en el caso de los indicadores económicos, y hasta tres años en el de los indicadores sociales, pues estos últimos suelen compilarse con menor regularidad y sus variaciones en períodos breves son menos abruptas.

### Series de datos en precios constantes

El crecimiento de una economía se mide por el incremento del valor agregado que producen las personas y las empresas que operan en ella. En consecuencia, para medir el crecimiento real se requieren estimaciones del PIB y sus componentes en precios constantes. El Banco Mundial recopila series de datos sobre las cuentas nacionales en precios constantes expresados en unidades de la moneda nacional y registrados en el año de base original correspondiente al país. Para obtener series comparables de datos en precios constantes, el Banco reajusta el PIB y el valor agregado por origen industrial en relación con un año de referencia común, el año 2000 en la versión actual de los *Indicadores del desarrollo mundial*. Este proceso provoca una discrepancia entre el PIB reajustado y la suma de los componentes reajustados. Dado que la distribución de esta discrepancia produciría distorsiones en la tasa de crecimiento, no se distribuye la distorsión.

### Indicadores sintéticos

Los indicadores sintéticos correspondientes a regiones o grupos de ingreso, que aparecen al final de la mayoría de los cuadros, se calculan mediante un simple proceso de adición en los casos en que se expresan en niveles. Las tasas y los coeficientes agregados se computan generalmente como promedios ponderados. Los

indicadores sintéticos correspondientes a indicadores sociales se ponderan según la población o subgrupos de población, salvo en el caso de la mortalidad infantil, en el que se ponderan según el número de nacimientos. Véanse más detalles en las notas sobre indicadores específicos.

En los indicadores sintéticos que abarcan muchos años, el cálculo se basa en un grupo uniforme de países de manera que la composición del conjunto no cambie con el transcurso del tiempo. Se compilan medidas de grupo sólo si los datos disponibles para un año dado representan por lo menos dos tercios del grupo total, de acuerdo con la definición adoptada para 2000, el año de referencia. Siempre que se observe este criterio, se supone que los países para los que faltan datos tienen un comportamiento semejante al de los que han suministrado estimaciones. Los lectores deben tener presente que los indicadores sintéticos son estimaciones de cifras agregadas representativas de cada rubro, y que no es posible hacer deducciones significativas acerca de la actuación de los países tomando como punto de partida los indicadores grupales. Además, el proceso de estimación puede dar lugar a discrepancias entre los totales de los subgrupos y los totales globales.

#### **Cuadro 1. Indicadores clave del desarrollo**

Los datos sobre **población** se basan en la definición *de facto* de este concepto, según la cual se incluye a todos los residentes, sin tener en cuenta su condición jurídica o nacionalidad. Sin embargo, los refugiados que no están radicados permanentemente en el país que los asila se consideran en general parte de la población de su país de origen. Los indicadores que se presentan son estimaciones de mediados del año. (Eurostat, División de Población de Naciones Unidas y Banco Mundial).

La **tasa media anual de crecimiento de la población** es la tasa exponencial de variación en el período indicado (véase la sección “Métodos estadísticos”). (Eurostat, División de Población de Naciones Unidas y Banco Mundial).

La **densidad de población** es la población a mediados del año dividida por la superficie territorial del país medida en kilómetros cuadrados. La superficie territorial es el área total de un país, sin incluir la que se encuentra bajo las masas de agua interiores. (Eurostat, División de Población de Naciones Unidas y Banco Mundial).

La **composición de la población según la edad, niños de 0 a 14 años** se refiere al porcentaje de niños de ese grupo de edades respecto de la población total. (Eurostat, División de Población de Naciones Unidas y Banco Mundial).

El **ingreso nacional bruto** (INB) es la medida más amplia de ingreso nacional. Representa la suma de valor agregado derivado de fuentes internas y externas correspondientes a los residentes. Comprende el PIB más las entradas netas de ingresos primarios provenientes de fuentes externas. Los valores se convierten de la moneda nacional a dólares corrientes de Estados Unidos utilizando el método del *Atlas* del Banco Mundial. Este método emplea el promedio de los tipos de cambio de tres años a fin de atenuar los efectos de las fluctuaciones cambiantes transitorias. (Para obtener más detalles sobre el método del *Atlas*, véase la sección titulada “Métodos estadísticos”). (Banco Mundial).

El **INB per cápita** es el INB dividido por la cantidad de población a mediados de año. El valor se convierte a dólares corrientes de Estados Unidos utilizando el método del *Atlas*. El Banco Mundial emplea el INB per cápita expresado en dólares de Estados Unidos para clasificar las economías con fines analíticos y para determinar si se encuentran en condiciones de recibir financiamiento. (Banco Mundial).

El **ingreso nacional bruto ajustado según la PPA** es el INB convertido a dólares internacionales utilizando factores de conversión basados en la PPA. Dado que los tipos de cambio no siempre reflejan las diferencias de precios entre distintos países, en este cuadro se convierten las estimaciones del INB y el INB per cápita a dólares internacionales utilizando tipos de cambio de la PPA. Éstos constituyen una medida estándar que permite la comparación entre niveles de gasto reales de distintos países, del mismo modo que los índices de precios convencionales permiten comparar los valores reales a lo largo del tiempo. Los factores de conversión basados en la PPA que se utilizan aquí se calculan a partir de la ronda de encuestas sobre precios realizada en 146 países por el Programa de Comparación Internacional en 2005. En el caso de los países de la OCDE, los datos fueron extraídos de la ronda más reciente de encuestas, finalizada en 2005. Las estimaciones referidas a países que no están incluidos en estas encuestas se han obtenido mediante modelos estadísticos, en los que se aplicaron los datos disponibles. Para obtener más información sobre el Programa de Comparación Internacional de 2005, visite [www.worldbank.org/data/icp](http://www.worldbank.org/data/icp). (Banco Mundial, Eurostat/OCDE).

El **INB per cápita ajustado según la PPA** es el INB ajustado según la PPA dividido por la cantidad de población a mediados de año. (Banco Mundial, Eurostat/OCDE).

El **crecimiento del PIB per cápita** se basa en el PIB medido a precios constantes. El crecimiento del PIB se considera una medida general del crecimiento de la economía. El PIB en precios constantes puede calcularse midiendo la cantidad total de bienes y servicios producidos durante un período y determinando su valor según un conjunto acordado de precios del año de referencia, para restar luego el costo de los insumos intermedios, también a precios constantes. Para obtener más detalles sobre la tasa de crecimiento de mínimos cuadrados, véase la sección “Métodos estadísticos”. (Banco Mundial, Eurostat/OCDE).

La **esperanza de vida al nacer** indica el número de años que un recién nacido viviría si las pautas de mortalidad prevalentes en el momento de su nacimiento se mantuvieran iguales durante toda su vida. Se presentan por separado los datos correspondientes a varones y mujeres. (Eurostat, División de Población de Naciones Unidas y Banco Mundial).

La **tasa de alfabetismo en adultos** es el porcentaje de la población de 15 años o más que puede leer y escribir, con la debida comprensión, un relato breve y sencillo sobre su vida cotidiana. En la práctica, medir el alfabetismo no es fácil. Para estimar el alfabetismo según esa definición se necesitan mediciones censales o de encuestas en condiciones controladas. En muchos países, el número de adultos alfabetizados se estima a partir de datos proporcionados por la propia población. Algunos utilizan los datos sobre logros educativos como un sustituto

de esta medida, pero aplican distintas duraciones de los ciclos escolares o grados de finalización. Debido a estas diferencias en las definiciones y en la metodología de compilación de información de los diversos países, los datos deben emplearse con cautela. (Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]).

### **Cuadro 2. Pobreza**

En los países en que se lleva adelante un programa de proyectos, el Banco Mundial realiza periódicamente evaluaciones de pobreza, en estrecha colaboración con instituciones nacionales, otras entidades de desarrollo y grupos de la sociedad civil, incluidas organizaciones de personas pobres. En las evaluaciones de pobreza se determinan el nivel y las causas de la pobreza y se proponen estrategias para reducirla. Desde 1992, el Banco Mundial ha efectuado unas 200 evaluaciones, que constituyen la fuente principal de las estimaciones de pobreza según la línea nacional que se presentan en el cuadro. Los países dan a conocer evaluaciones similares como parte de sus estrategias de reducción de la pobreza.

El Banco Mundial también elabora estimaciones de pobreza valiéndose de líneas internacionales a fin de analizar el avance en la reducción de la pobreza en todo el mundo. Las primeras estimaciones generales de la pobreza correspondientes a los países en desarrollo aparecieron en el *Informe sobre el desarrollo mundial: La pobreza*, publicado en 1990, y se elaboraron a partir de datos de encuestas de hogares de 22 países (Ravallion, Datt y Van de Walle 1991). Desde entonces, se ha ampliado considerablemente el número de países que realizan encuestas de hogares sobre ingresos y gastos.

**Líneas de pobreza nacionales e internacionales.** Las líneas nacionales de pobreza se emplean para que las estimaciones se correspondan con las circunstancias económicas y sociales específicas del país en cuestión y no se utilizan en las comparaciones de tasas de pobreza a nivel internacional. Las líneas nacionales reflejan las percepciones locales sobre el nivel de consumo o ingreso que se necesita para no ser pobre. El límite de lo que se considera como pobreza aumenta con el ingreso medio de los países y, por ende, no constituye una medida uniforme para comparar las tasas de pobreza de distintos países. Sin embargo, las estimaciones nacionales son indudablemente la medida adecuada para establecer políticas internas de reducción de la pobreza y controlar sus resultados.

Las comparaciones internacionales de estimaciones de pobreza conllevan problemas tanto conceptuales como prácticos. Los países aplican definiciones distintas de la pobreza, por lo que es difícil hacer comparaciones coherentes. Las líneas nacionales tienden a reflejar un poder adquisitivo mayor en los países más ricos, donde se utilizan parámetros más generosos que en las naciones pobres. Las líneas internacionales, en cambio, procuran mantener el valor real de la línea de pobreza constante en los distintos países, del mismo modo que en las comparaciones a lo largo del tiempo, sin importar el ingreso medio de cada nación.

Desde la publicación del *Informe sobre el desarrollo mundial* de 1990, el Banco Mundial se ha propuesto aplicar un

parámetro común para medir la pobreza extrema, vinculado con lo que significa la pobreza en los países más desfavorecidos. Se puede medir el bienestar de personas de distintos países con una misma escala si se la ajusta para contemplar las diferencias en el poder adquisitivo de las diversas monedas. Para elaborar el *Informe sobre el desarrollo mundial* de 1990, se eligió el parámetro comúnmente utilizado de US\$1 al día, medido en precios internacionales de 1985 y ajustado a las monedas locales mediante la PPA, porque en ese momento era característico de las líneas de pobreza de los países de ingreso bajo. Poco después, se rectificó esta línea para ubicarla en los US\$1,08 al día, medidos en precios internacionales de 1993. Más recientemente, se volvieron a revisar las líneas internacionales de pobreza utilizando nuevos datos sobre la PPA compilados en la ronda de 2005 del Programa de Comparación Internacional, además de información recogida en un conjunto más amplio de encuestas sobre ingresos y gastos de los hogares. La nueva línea de pobreza extrema se establece en los US\$1,25 al día en términos de la PPA de 2005, que representa el promedio de las líneas de pobreza encontradas en los 15 países más pobres, clasificados en función de su consumo per cápita. Esta nueva línea mantiene el mismo parámetro para la pobreza extrema (la línea de pobreza característica de los países más pobres del mundo) pero lo actualiza con la información más reciente sobre el costo de vida en los países en desarrollo.

**Calidad y disponibilidad de los datos de las encuestas.** Las estimaciones sobre pobreza se elaboran a partir de encuestas que recogen, entre otras cosas, información sobre ingresos o consumo de una muestra de hogares. Para que resulten útiles para elaborar estimaciones de pobreza, estas encuestas deben ser representativas de todo el país y contener información suficiente como para calcular una estimación integral del consumo o el ingreso total de los hogares (incluido el consumo o el ingreso derivado de la producción propia), a partir de la cual sea posible construir una distribución correctamente ponderada del consumo o el ingreso por persona. Durante los últimos 20 años, se ha ampliado considerablemente la cantidad de países que realiza este tipo de encuestas y se ha incrementado la frecuencia de dichos trabajos. También la calidad de los datos ha mejorado notablemente. La base de datos de seguimiento de la pobreza del Banco Mundial incluye ahora más de 600 encuestas que representan a 115 países en desarrollo. En éstas participaron más de 1,2 millones de hogares tomados al azar como muestra, que representan el 96% de la población de esos países.

**Dificultades para efectuar mediciones con los datos de las encuestas.** Además de la frecuencia y la puntualidad de los datos de las encuestas, surgen otros problemas a la hora de medir los niveles de vida de los hogares. Uno de éstos se vincula con la elección entre el ingreso y el consumo como indicador de bienestar. Por lo general, es más difícil medir con exactitud el ingreso, mientras que el consumo se acerca más a la idea de nivel de vida. Asimismo, el ingreso puede variar a lo largo del tiempo aun cuando el nivel de vida no cambie. Sin embargo, no siempre se dispone de datos sobre el consumo: las estimaciones más recientes que figuran en este informe se realizaron a partir

del consumo en cerca de los dos tercios de los países. Otra dificultad radica en que aun encuestas similares pueden no resultar estrictamente comparables debido a las diferencias en la cantidad de bienes de consumo que identifican, o en la extensión del período que los encuestados deben tener en cuenta para responder sobre sus gastos, o en la calidad y nivel de capacitación de los encuestadores. En algunas encuestas también representa un inconveniente la ausencia selectiva de respuestas.

Las comparaciones entre países con distintos niveles de desarrollo también pueden presentar un problema, debido a las diferencias en la importancia relativa del consumo de bienes no comerciales. En el gasto total en consumo debería contemplarse el valor de mercado local de todo el consumo en especie (incluido el de bienes de producción propia, particularmente importante en las economías rurales subdesarrolladas); sin embargo, esto no siempre ocurre. En la actualidad, las encuestas incluyen los valores imputados por el consumo en especie de productos elaborados en el establecimiento agrícola propio. Asimismo, se deberían incluir en el ingreso las utilidades imputadas a la producción de bienes no comerciales, pero no siempre se hace (esas omisiones representaban un problema mucho mayor en las encuestas realizadas antes de la década de 1980). En la actualidad, la mayoría de los datos de las encuestas incluyen los valores correspondientes al consumo o al ingreso vinculado con la producción propia, aunque los métodos de valoración varían.

### Definiciones

El **año de la encuesta** es el año en que se recogieron los datos utilizados.

La **población por debajo de la línea nacional de pobreza (nacional)** es el porcentaje de la población que vive por debajo de la línea nacional de pobreza. Las estimaciones nacionales se basan en estimaciones de subgrupos ponderadas en función de la población y elaboradas a partir de encuestas a hogares. Banco Mundial.

La **población que vive con menos de US\$1,25 al día y la población que vive con menos de US\$2 al día** son los porcentajes de la población que subsisten con menos de esos montos, expresados en precios internacionales de 2005. Como resultado de las rectificaciones de los tipos de cambio ajustados según la PPA, no se pueden comparar las tasas de pobreza de los países con las incluidas en ediciones anteriores de este informe. (Banco Mundial).

La **brecha de pobreza** es el déficit promedio respecto de la línea de pobreza (considerando que las personas que no son pobres tienen un déficit igual a cero), expresado como porcentaje de la línea de pobreza. Esta medida refleja tanto la gravedad de la pobreza como su incidencia. (Banco Mundial).

### Cuadro 3. Objetivos de Desarrollo del Milenio: erradicar la pobreza y mejorar la calidad de vida

La **participación del quintil más pobre en el consumo o ingreso nacional** es la participación del 20% más pobre de la población en el consumo o, en algunos casos, en el ingreso. Se trata de una medida de la distribución. Los países cuya distribución del consumo (o el ingreso) es más desigual tienen una tasa de pobreza más elevada para un determinado ingreso medio.

Los datos fueron extraídos de encuestas de hogares representativas de toda la población del país. Dado que las encuestas de hogares utilizadas para elaborar este indicador difieren en la metodología y el tipo de información compilada, los datos de la distribución no son estrictamente comparables entre países. El personal del Banco Mundial se ha esforzado para garantizar que los datos resulten tan comparables como sea posible. Cuando resultó factible, se utilizó información relativa al consumo y no al ingreso. (Banco Mundial).

El **empleo precario** es la suma de trabajadores familiares no remunerados y trabajadores por cuenta propia como porcentaje del empleo total. Esta proporción se extrae de la información referida a la situación de empleo. Las diversas situaciones de empleo conllevan riesgos económicos distintos; los trabajadores familiares no remunerados y los cuentapropistas son los más vulnerables y, por lo tanto, los que más probablemente caigan en la pobreza. Son también los que tienen menos probabilidades de contar con convenios laborales formales y con mecanismos de protección social para resguardarse ante crisis económicas. A menudo son también incapaces de generar ahorros suficientes para contrarrestar esas crisis. (Organización Internacional del Trabajo).

La **prevalencia de la malnutrición infantil** es el porcentaje de niños menores de cinco años cuyo peso para la edad está más de dos desviaciones estándar por debajo de la mediana de la población de referencia de entre 0 y 59 meses de edad. En el cuadro se presentan datos correspondientes a los nuevos parámetros de crecimiento infantil dados a conocer por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2006. Las estimaciones de malnutrición infantil fueron elaboradas a partir de datos de encuestas nacionales. La proporción de niños con bajo peso es el indicador más frecuente de la malnutrición. El peso bajo, aun en grados leves, incrementa el riesgo de muerte e inhibe el desarrollo cognitivo de los niños. Asimismo, perpetúa el problema de una generación a la siguiente, puesto que las mujeres malnutridas tienen más probabilidades de dar a luz niños con peso bajo al nacer. (OMS).

La **tasa de terminación de la escuela primaria** es el porcentaje de alumnos que completan el último año de la escuela primaria. Se calcula dividiendo el número total de alumnos del último grado de la escuela primaria –menos el número de repitentes de ese grado– por el número total de niños que tienen la edad oficial de terminación de la primaria. Esta tasa refleja el ciclo primario tal como lo define la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE), cuya duración varía entre tres o cuatro años (en un grupo muy reducido de países) y cinco o seis años (en la mayoría de los países) o siete (en un pequeño número de naciones). Dado que los programas de estudio y los parámetros sobre la finalización de la escuela varían de un país a otro, una tasa elevada de terminación de la primaria no necesariamente implica niveles elevados de aprendizaje entre los alumnos. (Instituto de Estadística de la Unesco).

La **razón entre la cantidad de niñas y niños matriculados en la escuela primaria y secundaria** es el cociente entre la tasa bruta de matrícula de mujeres y la tasa bruta de matrícula de varones en la escuela primaria y secundaria.

La eliminación de las disparidades de género en la educación ayudaría a mejorar la situación de las mujeres e incrementar sus capacidades. Este indicador representa una medida imperfecta de la posibilidad relativa de acceso de las niñas a la educación. Los datos sobre matrícula escolar son presentados ante el Instituto de Estadística de la Unesco por las autoridades nacionales del área educativa. La escuela primaria brinda a los niños las habilidades básicas de lectura, escritura y operaciones matemáticas, junto con una comprensión elemental de materias como historia, geografía, ciencias naturales, ciencias sociales, arte y música. La educación secundaria completa la educación básica que comenzó en el nivel primario y tiene como objetivo sentar las bases de la formación permanente y el desarrollo humano ofreciendo instrucción más específica en determinados temas o habilidades a través de profesores más especializados. (Instituto de Estadística de la Unesco).

La **tasa de mortalidad de niños menores de 5 años** es la probabilidad de que uno de cada 1.000 recién nacidos muera antes de cumplir 5 años de edad, si está sujeto a las tasas actuales de mortalidad por edades. Las principales fuentes de datos sobre esta esfera son los sistemas de registro civil y las estimaciones directas o indirectas basadas en encuestas por muestreo o censos. A fin de que las estimaciones de mortalidad de niños menores de 5 años puedan compararse con las de otros países y a lo largo del tiempo, y para garantizar la coherencia entre las estimaciones formuladas por distintos organismos, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef) y el Banco Mundial han elaborado y adoptado un método estadístico que hace uso de toda la información disponible para conciliar las diferencias. Con este método se ajusta una línea de regresión a la relación entre tasas de mortalidad y sus fechas de referencia utilizando cuadrados mínimos ponderados. (Grupo Interinstitucional para la Estimación de la Mortalidad Infantil).

La **tasa de mortalidad materna** es la cantidad de mujeres que mueren por causas vinculadas con el embarazo, ya sea durante la gestación o en el parto, por cada 100.000 nacidos vivos. Los valores son estimaciones derivadas de un modelo, que se basan en un ejercicio formulado por la OMS, Unicef, el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA) y el Banco Mundial. Para los países que cuentan con sistemas de registro civil completos, con información adecuada acerca de las causas a las que se atribuye la muerte, se utilizan esos datos tal como se consignan. En el caso de los países que disponen de datos nacionales, provistos ya sea por sistemas de registro civil completos pero con información incierta o deficiente acerca de las causas de la muerte, o recogidos en encuestas de hogares, las cifras de mortalidad materna en general se ajustaron en función de un factor de subenumeración y clasificación incorrecta. Para los países que no cuentan con datos empíricos de alcance nacional (cerca del 35% de los países), se estimó la mortalidad materna mediante un modelo de regresión en el que se utilizó información socioeconómica, incluida la fertilidad, cantidad de parteras y PIB. (OMS, Unicef, UNFPA, Banco Mundial).

La **prevalencia del VIH** es el porcentaje de personas de entre 15 y 49 años infectadas con el VIH. Las tasas de prevalencia del VIH en adultos refleja la tasa de infección con el VIH en la población de cada país. No obstante, las tasas bajas de

prevalencia a nivel nacional pueden ser engañosas. A menudo esconden graves epidemias que se concentran inicialmente en determinadas localidades o grupos demográficos específicos y amenazan expandirse a la población en general. En numerosos sitios del mundo en desarrollo, la mayor parte de las infecciones nuevas se producen en los adultos jóvenes, entre los cuales muestran especial vulnerabilidad las mujeres. (Programa Conjunto de las Naciones Unidas sobre el VIH/sida [Onusida] y OMS).

La **incidencia de la tuberculosis** es el número estimado de nuevos casos de tuberculosis (pulmonar, con frotis positivo y extrapulmonar). La tuberculosis es una de las principales causas de muerte derivadas de un único agente infeccioso entre la población adulta de los países en desarrollo. En las naciones de ingreso alto, esta enfermedad ha vuelto a surgir principalmente como resultado de casos registrados entre inmigrantes. Las estimaciones sobre incidencia de la tuberculosis consignadas en el cuadro se basan en un enfoque en virtud del cual se ajusta el número de casos informados utilizando el cociente entre notificación de casos y la proporción estimada de casos detectados por paneles de 80 epidemiólogos convocados por la OMS. (OMS).

Las **emisiones de dióxido de carbono per cápita** son las que derivan de la quema de combustibles fósiles y la elaboración de cemento, y comprenden el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y la quema de gas, dividido por la cantidad de población a mediados de año (Centro de Análisis de la Información sobre Dióxido de Carbono [CDIAC], Banco Mundial).

El **acceso a mejores instalaciones de saneamiento** se mide como el porcentaje de la población que puede acceder adecuadamente al menos a instalaciones de eliminación de excrementos (privadas o compartidas, pero no públicas), con las que se pueda prevenir eficazmente el contacto de personas, animales e insectos con dichos excrementos (no es necesario que incluyan procesos de tratamiento para convertir en inocuos los fluidos cloacales). Este tipo de instalaciones van desde letrinas simples pero protegidas hasta retretes con conexión a la red cloacal. Para ser eficaces, las instalaciones deben estar construidas correctamente y recibir el mantenimiento adecuado. (OMS y Unicef).

Los **usuarios de Internet** son las personas con acceso a dicha red. (División de Telecomunicaciones Internacionales).

#### *Cuadro 4. Actividad económica*

El **producto interno bruto** es el valor bruto agregado, a precios de comprador, por todos los productores residentes en el país, más los impuestos, menos las subvenciones que no se incluyen en el valor de los productos. Se calcula sin efectuar deducciones para tener en cuenta la depreciación de los bienes fabricados o el agotamiento y la degradación de los recursos naturales. El valor agregado es la producción neta de un sector después de sumar todos los productos y restar los insumos intermedios. El origen industrial del valor agregado está determinado por la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU), revisión 3. El Banco Mundial utiliza convencionalmente el dólar de Estados Unidos y aplica

el tipo de cambio oficial medio declarado por el FMI para el año indicado. Cuando se estima que el tipo de cambio oficial difiere por un margen excepcionalmente grande del tipo aplicado efectivamente a las transacciones en moneda extranjera y los productos comerciados, se aplica un factor de conversión distinto. (Banco Mundial, OCDE, Naciones Unidas).

La **tasa media de crecimiento anual del producto interno bruto** se calcula a partir de los datos sobre PIB a precios constantes en unidades de la moneda nacional. (Banco Mundial, OCDE, Naciones Unidas).

La **productividad agrícola** es el cociente entre el valor agregado de la agricultura, medido en dólares de Estados Unidos de 2000, y la cantidad de trabajadores en el sector agrícola. Se mide por el valor agregado por cada unidad de insumo. El valor agregado de la agricultura incluye el que proviene de la silvicultura y la pesca. Por consiguiente, las interpretaciones sobre la productividad de la tierra deben efectuarse con cautela. (FAO).

El **valor agregado** es la producción neta de un sector después de sumar todos los productos y restar los insumos intermedios. El origen industrial del valor agregado está determinado por la CIIU, revisión 3. (Banco Mundial).

El **valor agregado de la agricultura** corresponde a las divisiones 1 a 5 de la CIIU e incluye la silvicultura y la pesca. (Banco Mundial).

El **valor agregado de la industria** se refiere a la minería, las manufacturas, la construcción, la electricidad, el agua y el gas (divisiones 10 a 45 de la CIIU). (Banco Mundial, OCDE, Naciones Unidas).

El **valor agregado de los servicios** corresponde a las divisiones 50 a 99 de la CIIU. (Banco Mundial, OCDE, Naciones Unidas).

Los **gastos de consumo final de los hogares** son el valor de mercado de todos los bienes y servicios, incluidos los productos durables (como automóviles, lavadoras y computadoras personales), adquiridos por los hogares. No incluyen la compra de viviendas pero sí la renta imputada de las viviendas ocupadas por sus dueños. Comprenden también los pagos y honorarios efectuados a los gobiernos para obtener permisos y licencias. Aquí, los gastos de consumo de los hogares incluyen las erogaciones de instituciones sin fines de lucro que atienden a los hogares, aun cuando el país informe acerca de ellas por separado. En la práctica, pueden incluir cualquier discrepancia estadística en el uso de los recursos en relación con el suministro de recursos. (Banco Mundial, OCDE).

Los **gastos generales de consumo final del gobierno** abarcan todos los gastos corrientes en que incurra el gobierno para adquirir bienes y servicios (incluidas las remuneraciones de empleados). Comprende también la mayor parte de los gastos en defensa y seguridad nacional, pero excluye los gastos militares, que se consideran parte de la formación de capital del gobierno. (Banco Mundial, OCDE).

La **formación bruta de capital** comprende los desembolsos en concepto de adiciones a los activos fijos de la economía, más los cambios netos en el nivel de los inventarios y los objetos valiosos. Los activos fijos incluyen las mejoras de terrenos (cercas, zanjas, drenajes, etc.); la adquisición de plantas, maquinarias y equipos, y la construcción de edificios, caminos,

ferrocarriles y obras afines, incluidos los edificios comerciales e industriales, oficinas, escuelas, hospitales y viviendas residenciales privadas. Los inventarios son las existencias de bienes que guardan las empresas para hacer frente a fluctuaciones temporales o inesperadas de la producción o las ventas, así como los trabajos en curso. Según el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) 1993, las adquisiciones netas de objetos valiosos se consideran también formación de capital. (Banco Mundial, OCDE).

El **saldo externo de bienes y servicios** contabiliza las exportaciones de bienes y servicios menos las importaciones. El comercio de bienes y servicios comprende todas las transacciones efectuadas entre residentes de un país y el resto del mundo que conllevan un cambio en la propiedad de mercancías en general, así como bienes enviados para su procesamiento y reparación, oro no monetario y servicios. (Banco Mundial, OCDE).

El **deflactor implícito del PIB** refleja las variaciones de los precios en todas las categorías de demanda final, como consumo del gobierno, formación de capital y comercio internacional, así como en el componente principal, el consumo privado final. Se calcula como el coeficiente entre el PIB a precios corrientes y el PIB a precios constantes. El deflactor del PIB también se puede calcular explícitamente como un índice de precios de Paasche, en el cual las ponderaciones son las cantidades de producción del período actual. (Los indicadores de las cuentas nacionales de la mayoría de los países en desarrollo se obtienen de los entes nacionales de estadística y los bancos centrales, a través del personal del Banco Mundial residente en los países y los funcionarios enviados en misiones. Los datos correspondientes a las economías de ingreso alto fueron proporcionados por la OCDE).

#### **Cuadro 5. Comercio, asistencia y financiamiento**

Las **exportaciones de mercancías** indican el valor f.o.b. (libre a bordo) en dólares de Estados Unidos de los bienes suministrados al resto del mundo.

Las **importaciones de mercancías** indican el valor c.i.f. (costo más seguro y flete) en dólares de Estados Unidos de los bienes comprados al resto del mundo. (Los datos sobre el comercio de mercancías se extrajeron del informe anual de la Organización Mundial del Comercio [OMC]).

Las **exportaciones e importaciones de manufacturas** comprenden los productos incluidos en las secciones 5 (productos químicos), 6 (manufacturas básicas), 7 (maquinaria y equipos de transporte) y 8 (artículos manufacturados diversos), excluida la división 68, de la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional. (Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Mercaderías).

Las **exportaciones de alta tecnología** son las de productos cuya elaboración conllevó un alto grado de investigación y desarrollo. Incluyen productos tales como los aeroespaciales, de computación, farmacéuticos, instrumental científico y maquinaria eléctrica. (Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Mercaderías).

El **saldo en cuenta corriente** es la suma de las exportaciones netas de bienes y servicios, del ingreso neto y de las transferencias corrientes netas. (FMI).

La **inversión extranjera directa** (IED) consiste en las entradas netas de inversiones destinadas a adquirir una participación duradera (10% o más de las acciones con derecho a voto) en la gestión de una empresa que funciona en un país distinto de aquel del inversionista. Es la suma del capital accionario, la reinversión de las ganancias, otras formas de capital a largo plazo y capital a corto plazo que figuran en la balanza de pagos. (Los datos sobre IED se basan en datos de la balanza de pagos declarados por el FMI, y se han complementado con estimaciones elaboradas por el personal del Banco Mundial a partir de datos provistos por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo y por fuentes nacionales oficiales).

La **asistencia neta oficial para el desarrollo** (AOD) que brindan los países de ingreso alto miembros de la OCDE constituye la principal fuente de financiamiento externo oficial para las naciones en desarrollo, pero éstas también reciben AOD de importantes países donantes que no integran el CAD de la OCDE. Este comité se rige por tres criterios en relación con la AOD: debe ser llevada a cabo por el sector oficial, promover el desarrollo o bienestar económico como objetivo principal, y otorgarse en condiciones concesionarias, con un componente de donación de al menos 25% de los préstamos (calculado con una tasa de descuento del 10%).

La asistencia oficial para el desarrollo comprende las donaciones y los préstamos, netos de reembolsos, que se ajusten a la definición de AOD del CAD y se ofrezcan a países y territorios incluidos en la lista de receptores de asistencia elaborada por el CAD. La nueva lista de receptores del CAD se organiza en torno a criterios más objetivos y más centrados en las necesidades que las versiones anteriores, e incluye todos los países de ingreso bajo y mediano, excepto los que integran el Grupo de los Ocho o la Unión Europea (incluidos los que tienen una fecha ya establecida de incorporación en la UE). (CAD de la OCDE).

La **deuda externa total** es la deuda contraída con no residentes reembolsable en divisas, bienes o servicios. Es la suma de la deuda pública, con garantía pública, y privada sin garantía a largo plazo, el uso del crédito del FMI y la deuda a corto plazo. La deuda a corto plazo incluye toda la deuda con un vencimiento original de un año o menos y los atrasos en los intereses de la deuda a largo plazo. (Banco Mundial).

El **valor actualizado de la deuda externa** es la suma de la deuda externa de corto plazo más la suma actualizada del total de pagos por concepto de servicio de la deuda externa a largo plazo pública, con garantía pública y privada sin garantía durante la vigencia de los préstamos existentes. (Los datos sobre deuda externa fueron extraídos principalmente de informes que presentan al Sistema de Notificación de la Deuda del Banco Mundial los países miembros que recibieron préstamos del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento [BIRF] o créditos de la Asociación Internacional de Fomento [AIF]. Estos datos se complementan con información recopilada en los archivos del Banco Mundial, el FMI, el Banco Africano de Desarrollo y el Fondo Africano de Desarrollo, el Banco Asiático de Desarrollo y el Fondo Asiático de Desarrollo, y el Banco Interamericano de Desarrollo. Los cuadros de síntesis sobre la deuda externa de los países en desarrollo se publican anualmente en *Flujos mundiales de financiamiento para el desarrollo*, del Banco Mundial).

El **crédito interno suministrado por el sector bancario** comprende todo el crédito otorgado a diversos sectores sobre una base bruta, con excepción del crédito concedido al gobierno central, que es neto. El sector bancario comprende a las autoridades monetarias, los bancos de depósito y otras instituciones bancarias respecto de las cuales se dispone de datos (incluidas las instituciones que no aceptan depósitos transferibles pero contraen pasivos tales como depósitos a plazo y de ahorro). Otros ejemplos de entidades bancarias son las instituciones de ahorro y préstamos hipotecarios, y las sociedades de crédito inmobiliario. (Los datos fueron extraídos de las Estadísticas Financieras Internacionales del FMI).

La **migración neta** es el total neto de migrantes durante el período indicado. Es la cantidad total de inmigrantes menos el total de emigrantes, sean ciudadanos o no. Los datos consignados son estimaciones de cinco años. (Los datos fueron tomados de *World Population Prospects: The 2008 Revision* [Perspectivas de la Población Mundial: Revisión de 2008], elaborado por la División de Población de Naciones Unidas).

#### Cuadro 6. Indicadores clave para otras economías

Véanse las “Notas técnicas” correspondientes al cuadro 1, “Indicadores clave del desarrollo”.

#### Métodos estadísticos

En esta sección se describe la forma de calcular la tasa de crecimiento según el método de los mínimos cuadrados, la tasa de crecimiento exponencial (puntos extremos) y la metodología empleada en el *Atlas* del Banco Mundial para calcular el factor de conversión utilizado al estimar el INB y el INB per cápita en dólares de Estados Unidos.

#### Tasa de crecimiento obtenida según el método de los mínimos cuadrados

Las tasas de crecimiento obtenidas según el método de los mínimos cuadrados se utilizan cuando se cuenta con una serie cronológica suficientemente larga para hacer cálculos confiables. No se calcula la tasa de crecimiento en los casos en que falta más de la mitad de las observaciones de un período.

La tasa de crecimiento  $r$  obtenida según el método de los mínimos cuadrados se estima ajustando una línea de tendencia de regresión lineal a los valores logarítmicos anuales de la variable en el período pertinente. La ecuación de regresión adopta la forma siguiente:

$$\ln X_t = a + bt,$$

que equivale a la transformación logarítmica de la ecuación de la tasa de crecimiento geométrico,

$$X_t = X_0 (1 + r)^t.$$

En esta ecuación,  $X$  es la variable,  $t$  es el tiempo y  $a = \ln X_0$  y  $b = \ln(1 + r)$  son los parámetros que se han de estimar. Si  $b^*$  es la estimación de mínimos cuadrados de  $b$ , la tasa media de crecimiento anual  $r$  se obtiene mediante  $[\exp(b^*) - 1]$  y se multiplica por 100 para expresarla en términos porcentuales.



La tasa de crecimiento calculada es una tasa media que representa las observaciones disponibles durante el período. No coincide necesariamente con la tasa de crecimiento real entre dos períodos dados.

### Tasa de crecimiento exponencial

En el caso de determinados datos demográficos, especialmente en la población activa y la población, la tasa de crecimiento entre dos puntos en el tiempo se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$r = \ln (p_n/p_1)/n,$$

donde  $p_n$  y  $p_1$  son la última y la primera observaciones del período, respectivamente,  $n$  es el número de años comprendidos en el período, y  $\ln$  es el operador del logaritmo natural. Esta tasa de crecimiento se basa en un modelo de crecimiento exponencial continuo entre dos puntos en el tiempo. No tiene en cuenta los valores intermedios de la serie. Obsérvese también que la tasa de crecimiento exponencial no corresponde a la tasa de variación anual medida en un intervalo de un año que se obtiene con la fórmula

$$(p_n - p_{n-1})/P_{n-1}.$$

### El método del 'Atlas' del Banco Mundial

Para calcular el INB y el INB per cápita en dólares de Estados Unidos con ciertos fines operacionales, el Banco Mundial utiliza el factor de conversión del *Atlas*. El propósito de dicho factor es atenuar el impacto de las fluctuaciones cambiarias en la comparación de los ingresos nacionales entre países. El factor de conversión que se usa en el *Atlas* para cualquier año dado es el promedio del tipo de cambio de un país (u otro factor de conversión) de ese año y de los tipos de cambio de los dos años precedentes, ajustados para tomar en cuenta las diferencias en las tasas de inflación entre ese país y Japón, el Reino Unido, Estados Unidos y la zona del euro. La tasa de inflación de un país se mide por las variaciones de su deflactor del PIB. Las tasas de inflación de Japón, el Reino Unido, Estados Unidos y la zona del euro, que representan la inflación internacional, se mide por las variaciones del deflactor de los derechos especiales de giro (DEG). (Los DEG son la unidad de cuenta del FMI). El deflactor de los DEG se calcula como el promedio ponderado de los deflatores del PIB de estos países en DEG, en el que las ponderaciones se determinan por la cantidad de cada moneda nacional que corresponde a una unidad de DEG. Las ponderaciones

varían con el tiempo porque tanto la composición de monedas del DEG como los tipos de cambio relativos de cada moneda también cambian. El deflactor del DEG se calcula primero en DEG y luego se convierte a dólares de Estados Unidos aplicando el factor de conversión del *Atlas* de DEG a dólares. El factor de conversión del *Atlas* se aplica luego al INB del país, y el INB resultante en dólares de Estados Unidos se divide por la población a mediados del año para obtener el INB per cápita.

En los casos en que los tipos de cambio oficiales para un período no se consideran confiables o representativos del tipo de cambio efectivamente utilizado durante un período, en la fórmula del *Atlas* se emplea una estimación alternativa del tipo de cambio (véase más adelante).

Las fórmulas siguientes describen el cálculo del factor de conversión para el año  $t$ :

$$e_t^* = \frac{1}{3} \left[ e_{t-2} \left( \frac{p_t}{p_{t-2}} / \frac{p_t^{SS}}{p_{t-2}^{SS}} \right) + e_{t-1} \left( \frac{p_t}{p_{t-1}} / \frac{p_t^{SS}}{p_{t-1}^{SS}} \right) + e_t \right]$$

y el cálculo del INB per cápita en dólares de Estados Unidos para el año  $t$ :

$$Y_t^{\$} = (Y_t/N_t)/e_t^*$$

en las cuales  $e_t^*$  es el factor de conversión del *Atlas* (unidades de la moneda nacional con respecto al dólar de Estados Unidos para el año  $t$ ,  $e_t$  es el tipo de cambio medio anual (unidades de la moneda nacional por dólar de Estados Unidos) para el año  $t$ ,  $p_t$  es el deflactor del PIB para el año  $t$ ,  $p_t^{SS}$  es el deflactor del DEG en dólares estadounidenses para el año  $t$ ,  $Y_t^{\$}$  es el INB per cápita según el método del *Atlas* en dólares estadounidenses en el año  $t$ ,  $Y_t$  es el INB corriente (moneda nacional) para el año  $t$ , y  $N_t$  es la población de mediados del año  $t$ .

### Otros factores de conversión

El Banco Mundial determina sistemáticamente la medida en que los tipos de cambio oficiales son apropiados como factores de conversión. Cuando se estima que el tipo de cambio oficial difiere por un margen excepcionalmente grande del tipo que efectivamente se usa en las transacciones internas de monedas y productos comerciados extranjeros, se emplea un factor de conversión distinto. Esto ocurre sólo en un pequeño número de países, tal como se muestra en el cuadro de documentación de datos básicos de *Indicadores del desarrollo mundial 2009*. En el método del *Atlas* y en otros casos de "Indicadores seleccionados del desarrollo mundial" se usan otros factores de conversión como los basados en un solo año.



**Los graves problemas actuales del desarrollo se complican con la realidad del cambio climático.** Los dos están inseparablemente unidos y juntos demandan acciones inmediatas. El cambio climático amenaza a todos los países, pero sobre todo a los países en desarrollo. Por eso, el objetivo central del *Informe sobre el desarrollo mundial 2010* es conocer lo que significa el cambio climático para las políticas sobre el desarrollo.

Según los cálculos, los países en desarrollo deberán asumir de un 75 a un 80% de los costos de los daños anticipados causados por el cambio climático. Estos países no pueden simplemente permitirse ignorarlo ni concentrarse sólo en adaptarse a él, por lo cual es imperativo actuar para reducir la vulnerabilidad y levantar los cimientos para una transición hacia trayectorias de crecimiento de bajo carbono.

En el *Informe sobre el desarrollo mundial 2010* se explora cómo pueden modificarse las políticas públicas para ayudar mejor a la gente a hacer frente a nuevos o peores riesgos; cómo debe adaptarse el manejo de la tierra y del agua para proteger mejor un medio ambiente natural amenazado; cómo alimentar al mismo tiempo a una población creciente y más próspera, y cómo deberán transformarse los sistemas energéticos.

Los autores analizan cómo integrar las realidades del desarrollo en las políticas sobre el clima, en los acuerdos internacionales, en los instrumentos de generación de fondos para reducir el carbono y en medidas para promover la innovación y la difusión de nuevas tecnologías.

El *Informe sobre el desarrollo mundial 2010* es un llamado urgente a la acción, tanto para los países en desarrollo que se esfuerzan por asegurar que las políticas se adapten a las realidades y peligros de un planeta más caliente, como para los países de ingreso alto que deben iniciar una mitigación ambiciosa y apoyar las acciones de los países en desarrollo.

Los autores sostienen que un mundo sensible al clima está al alcance, si **actuamos ya** para acometer la considerable inactividad sobre el clima, la infraestructura, y el comportamiento y las instituciones; si **actuamos juntos** para conciliar la necesidad de crecimiento con elecciones para el desarrollo prudentes y asequibles; y si **actuamos de modo diferente**, invirtiendo en una revolución energética necesaria y dando los pasos requeridos para la adaptación a un planeta que cambia rápidamente.



BANCO MUNDIAL



Mundi-Prensa



MAYOL  
EDICIONES

