



**INFORME ESPECIAL DEL IPCC**  
**IMPACTOS REGIONALES DEL**  
**CAMBIO CLIMÁTICO:**  
**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD**

Resumen para responsables de políticas





GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS  
SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO



**Resumen para responsables de políticas**

**Impactos regionales del  
cambio climático:**

**evaluación de la vulnerabilidad**

Editado por

**Robert T. Watson**  
*Banco Mundial*

**Marufu C. Zinyowera**  
*Servicio Meteorológico de Zimbabwe*

**Richard H. Moss**  
*Battelle Pacific Northwest  
National Laboratory*

**David J. Dokken**  
*Administrador del proyecto*

Informe especial del Grupo de trabajo II del IPCC

**Noviembre de 1997**

---

---

© 1997, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

ISBN: 92-9169-310-3

# Índice

---

<b>Prólogo</b> .....	<b>v</b>
<b>Prefacio</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. Alcance de esta evaluación</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Naturaleza del tema</b> .....	<b>1</b>
<b>3. Modo de plantear la evaluación</b> .....	<b>1</b>
<b>4. Consideraciones generales sobre las vulnerabilidades regionales al cambio climático</b> .....	<b>2</b>
4.1. Ecosistemas .....	2
4.2. Hidrología y recursos hídricos .....	3
4.3. Producción de alimentos y de fibras .....	4
4.4. Sistemas costeros .....	5
4.5. Salud humana .....	5
<b>5. Adaptación anticipada en el contexto de las políticas y de la situación actuales</b> .....	<b>5</b>
<b>6. La vulnerabilidad al cambio climático mundial según las regiones</b> .....	<b>6</b>
6.1. África .....	6
6.2. Regiones polares: el Ártico y el Antártico .....	7
6.3. El Asia occidental árida (Oriente Medio y Asia árida) .....	8
6.4. Australasia .....	9
6.5. Europa .....	10
6.6. América Latina .....	11
6.7. América del Norte .....	12
6.8. Pequeños Estados insulares .....	13
6.9. El Asia templada .....	14
6.10. El Asia tropical .....	15
<b>7. Necesidades de investigación</b> .....	<b>16</b>
<b>Autores/participantes</b> .....	<b>16</b>



# Prólogo

---

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue creado conjuntamente en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial y por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con la finalidad de evaluar la bibliografía científica y técnica sobre el cambio climático, los posibles impactos de un tal cambio y las opciones de adaptación a él y de mitigación de sus efectos. Desde su creación, el IPCC ha producido una serie de Informes de Evaluación, Informes Especiales, Documentos Técnicos, metodologías y otros productos, que se han convertido en obras de referencia habituales ampliamente utilizadas por responsables de políticas, científicos y otros expertos.

El presente Informe Especial, elaborado por el Grupo de Trabajo II del IPCC, está basado en las contribuciones de dicho Grupo de Trabajo al Segundo Informe de Evaluación (SIE), e incorpora la información más reciente disponible desde mediados de 1995. Ha sido elaborado en respuesta a una petición del Órgano subsidiario de asesoramiento científico y tecnológico (OSACT) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC/NU). En él se aborda una cuestión importante planteada en la Conferencia de las Partes (CP) en la CMCC/NU: a saber, en qué grado son vulnerables las condiciones humanas y el medio ambiente natural a los efectos potenciales del cambio climático. El informe establece una base de información común sobre los costos y beneficios que podría conllevar el cambio climático, evaluando en particular las incertidumbres que afectan a dicha información, como ayuda para que la CP determine las medidas de adaptación y de mitigación que pudieran estar justificadas. Está dividido en 10 evaluaciones de vulnerabilidad correspondientes a otras tantas regiones que abarcan la totalidad de la superficie terrena y los mares costeros adyacentes. Estas regiones son: África, el Asia occidental árida (incluido el Oriente Medio), Australasia, Europa, América Latina, América del Norte, las regiones polares (el Ártico y el Antártico), los pequeños Estados insulares, el Asia templada y el Asia tropical. Contiene asimismo varios anexos con información sobre observaciones del clima,

proyecciones climáticas, proyecciones de distribución de la vegetación y tendencias socioeconómicas.

Como es habitual en el IPCC, la realización de este informe ha sido posible gracias al entusiasmo y cooperación de numerosos científicos y de otros expertos de todo el mundo. Para ello, estas personas han dedicado generosamente su tiempo, a menudo más allá de lo razonablemente exigible. A ellos aplaudimos, admiramos y damos las gracias por su dedicación a las tareas del IPCC. Nos complace señalar los esfuerzos continuados del IPCC para lograr la participación de científicos y otros expertos de los países en desarrollo y de países con economías de transición. Dada la orientación regional de este informe, su participación ha sido especialmente importante para poder llevarlo a término. Expresamos también nuestra gratitud a los numerosos gobiernos, y en particular a los de regiones en desarrollo y regiones con economías de transición, que les han prestado apoyo en su labor.

Aprovechamos esta oportunidad para dar las gracias a las personas siguientes por haber ayudado a hacer realidad un informe más del IPCC:

- Profesor B. Bolin, Presidente del IPCC
- Dr. R. T. Watson (Estados Unidos) y Dr. M. C. Zinyowera (Zimbabwe), Copresidentes del Grupo de Trabajo II
- Dr. M. Beniston (Suiza), Dr. O. Canziani (Argentina), Dr. J. Friia (Túnez), Ing. (Sra.) M. Perdomo (Venezuela), Dr. S. K. Sharma (India), Sr. H. Trukamoto (Japón), y Prof. P. Vellinga (Países Bajos), Vicepresidentes del Grupo de Trabajo
- Dr. R. H. Moss, Jefe de la Unidad de apoyo técnico del Grupo de Trabajo II, Sr. D. J. Dokken, Administrador de Proyecto, y los restantes miembros de dicha unidad, en particular la Sras. MacCracken, L. Van Wie McGrory y F. Ormond
- Dr. N. Sundararaman, Secretario del IPCC y su personal, en particular las Sras. R. Bourgeois, C. Etori y C. Tanikie.

**G.O.P. Obasi**

Secretario General  
Organización Meteorológica Mundial

**Sra. E. Dowdeswell**

Directora Ejecutiva  
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente





# Prefacio

---

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) ha producido una serie de Informes de Evaluación, Informes Especiales, Documentos Técnicos y metodologías. Como órgano intergubernamental, el IPCC se atiene a unos procedimientos para la elaboración de este tipo de documentos. El presente Informe Especial sobre los impactos regionales del cambio climático fue solicitado por primera vez por el Órgano subsidiario de asesoramiento científico y tecnológico (OSACT) de la Conferencia de las Partes (CP) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC/NU) como Documento Técnico, lo cual constreñía a los autores a utilizar únicamente material previamente existente en los Informes de Evaluación e Informes Especiales del IPCC. Durante la preparación del trabajo, los autores estimaron que el documento sería más completo, más de actualidad y más representativo de las tendencias y vulnerabilidades de la región si se incluía en él nueva bibliografía aparecida desde la terminación del Segundo Informe de Evaluación (SIE) del IPCC, y en particular los trabajos realizados bajo los auspicios de varios "programas de estudios de países". La incorporación de ese material en el informe se habría apartado del procedimiento seguido por el IPCC en sus documentos técnicos; por ello, en su duodécima Reunión (Ciudad de México, 11-13 de septiembre de 1996), este Grupo decidió reescribir dicho Documento Técnico como Informe Especial.

En el Informe Especial se exploran las consecuencias que podría tener el cambio del clima para diez regiones continentales o subcontinentales. Habida cuenta de las incertidumbres de que adolecen las proyecciones regionales del cambio climático, el informe tenía que estar planteado como una evaluación de las sensibilidades y vulnerabilidades de cada región, sin tratar de ofrecer predicciones cuantitativas de los impactos del cambio climático. Al igual que en el SIE, se entiende por "vulnerabilidad" el grado en que el cambio climático podría dañar o perjudicar un sistema; este concepto es función tanto de la sensibilidad al clima como de la capacidad de adaptarse a unas condiciones nuevas.

La presente evaluación confirma las conclusiones del SIE, y pone de relieve que el cambio climático podría alterar la capacidad de los sistemas físicos y biológicos de nuestro planeta (la tierra, la atmósfera y los océanos) para proporcionar bienes y servicios esenciales para un desarrollo económico sostenible.

El informe representa para el IPCC un paso importante en la evolución del proceso de evaluación de impactos. En las evaluaciones anteriores de impacto se han examinado los posibles efectos del cambio climático a escala mundial principalmente. En este informe se analizan los impactos a escala de análisis continental o subcontinental, que presenta un interés más práctico para los decisores. Este tipo de planteamiento regional revela una gran variación en cuanto a la vulnerabilidad de las diferentes poblaciones y sistemas medioambientales. Dicha variación responde, entre otros factores, a las diferencias en cuanto a las condiciones medioambientales locales y en cuanto a las condiciones económicas, sociales y políticas, y al grado en que se dependa de los recursos

sensibles al clima. Como el análisis se ha efectuado a una escala más fina, este informe proporciona mayor información que el SIE sobre las posibilidades de adaptación de los sistemas, actividades e infraestructura al cambio climático. En el texto se indica, no obstante, que es necesario investigar y analizar mucho más todavía las opciones de adaptación y los procesos de ajuste si el sector privado y las entidades gubernamentales quieren que los sectores sensibles al clima sean más resistentes a la variabilidad de éste y que se contengan los daños causados por los posibles cambios del clima a largo plazo, o incluso que se saque beneficio de dichos cambios.

Este informe constituye también un paso inicial para examinar cómo podrían interactuar los cambios del clima previstos con otros cambios del medio ambiente (por ejemplo, pérdida de diversidad biológica, degradación de las tierras, agotamiento del ozono de la estratosfera o degradación de los recursos hídricos) y tendencias de la sociedad (por ejemplo, crecimiento demográfico, desarrollo económico o progreso tecnológico). La evaluación indica que es también necesaria una mayor investigación de los vínculos existentes entre las distintas cuestiones que afectan al medio ambiente.

En el presente informe se sientan las bases para la evaluación de impactos del Tercer Informe de Evaluación (TIE), cuya conclusión se espera para finales de 2000. Un primer paso muy importante durante la preparación del TIE del IPCC consistirá en repasar y refinar el enfoque —y los agrupamientos regionales— utilizados en esta evaluación. En esta tarea, será importante tener en cuenta los avances en la capacidad de proyectar cambios climáticos y medioambientales a escalas más finas. El informe sirve también de base para el TIE en otro importante respecto, ya que constituye un avance sustancial en cuanto al nivel de participación de científicos y expertos técnicos de países en desarrollo y con economías en transición. El IPCC sigue comprometido a consolidar este logro, y no cejará en sus esfuerzos para identificar expertos de esas regiones y obtener su participación en futuras evaluaciones.

## *Agradecimientos*

Desearíamos agradecer a numerosas personas y organizaciones su contribución a la consecución de este informe. En primer lugar, estamos especialmente agradecidos a los miembros de la comunidad científica y técnica por su labor voluntaria de preparación y revisión experta de los capítulos y anexos del informe. Estas personas han desempeñado las funciones de autor principal coordinador, autores principales, colaboradores/examinadores, coordinadores regionales, y colaboradores sectoriales (autores del SIE que han extraído información regional de los capítulos de orientación sectorial como punto de partida para las evaluaciones regionales). Manifestamos también nuestra gratitud a los gobiernos que han prestado ayuda a varios de estos autores principales.

El esfuerzo de todos estos colaboradores habría sido en vano de no ser por la incansable labor y la buena voluntad de David Jon Dokken, administrador de proyecto, cuyos cometidos y responsabilidades en la preparación de este informe han sido demasiado numerosos para enumerarlos, y sin el cual el informe no habría sido redactado con tanta puntualidad y eficacia. Aportaron también una gran ayuda en la preparación del informe otros miembros de la Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo II, entre ellos Sandy MacCracken, Laura Van Wie McGrory y Flo Ormond. El personal de la Secretaría del IPCC, y en particular Rudie Bourgeois, Chantal Etori y Cecilia Tanikie, prestaron un apoyo esencial, así como útiles consejos.

Otras personas que han contribuido al informe desempeñando cometidos analíticos y organizativos diversos, y a quienes deseamos expresar

nuestro reconocimiento son: Tererei Abete, Isabel Alegre, Ron Benioff, Carroll Curtis, Paul Desanker, Robert Dixon y sus colegas del Programa de estudios de países (Estados Unidos): Roland Fuchs, Christy Goodale, David Gray, Mike Hulme, Jennifer Jenkins, Richard Klein, S. C. Majumdar, Scott Ollinger, Erik Rodenberg, Robert Scholes, Joel Smith, Regina Tannon, David Theobald y Hassan Virji.

**Bert Bolin**

**Robert Watson**

**Marufu Zinyowera**

**Narasimhan Sundararaman**

**Richard Moss**

# IMPACTOS REGIONALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

## 1. Alcance de esta evaluación

El presente informe ha sido preparado a petición de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC/NU) y de sus órganos subsidiarios (específicamente, el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico—OSACT). En este informe especial se expone la información más actual sobre la vulnerabilidad de los sistemas ecológicos, de los sectores socioeconómicos (entre ellos, la agricultura, las pesquerías, los recursos hídricos y los asentamientos humanos) y de la salud humana a escala regional frente a posibles cambios del clima. Se examina también la sensibilidad de dichos sistemas, así como las opciones de que dispondrían para adaptarse. Aunque se ha basado en gran medida en las evaluaciones de impacto sectorial del Segundo Informe de Evaluación (SIE), se han tenido también en cuenta publicaciones más recientes revisadas por expertos homólogos (en particular, programas de estudios por países).

## 2. Naturaleza del tema

Las actividades humanas (principalmente, el quemado de combustibles de origen fósil y los cambios en la utilización de las tierras y en la cubierta terrestre) están haciendo aumentar la concentración en la atmósfera de gases de efecto invernadero, que alteran los balances radiativos y tienden a calentar la atmósfera, y, en algunas regiones, de aerosoles, que producen el efecto contrario sobre los balances radiativos y tienden a enfriar la atmósfera. En la actualidad, en algunos lugares (principalmente del hemisferio Norte), el efecto de enfriamiento de los aerosoles puede ser suficientemente acentuado como para compensar sobradamente el calentamiento debido a los gases de efecto invernadero. Dado que los aerosoles no permanecen en la atmósfera durante largos períodos y que, según las proyecciones, el volumen de emisiones de sus precursores no aumentará sustancialmente a nivel mundial, los aerosoles no compensarán el efecto mundial a largo plazo de los gases de efecto invernadero, cuyo período de vida es largo. Los aerosoles pueden repercutir de manera importante en las pautas del cambio climático a escala continental.

En su conjunto, estos cambios en los gases de efecto invernadero y en los aerosoles conducirán, según las proyecciones, a cambios regionales y mundiales de la temperatura, de la precipitación y de otras variables climáticas, dando así origen a cambios de la humedad del suelo a escala mundial, a un aumento del nivel medio mundial del mar, y a la perspectiva de unos valores más extremos de altas temperaturas, de crecidas y, en algunos lugares, de sequías. Basándose en las distintas sensibilidades del clima al cambio de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera (IPCC 1996, GTI) y en los posibles cambios en las emisiones de gases de efecto invernadero y aerosoles (escenarios IS92a-f, basados en una supuesta ausencia de políticas sobre el clima), las proyecciones de los modelos climáticos predicen un aumento de la temperatura media anual en la superficie del planeta de 1-3.5°C para el año 2100, un incremento medio mundial del nivel del mar de entre 15 y 95 cm, y un cambio en las pautas espacial y temporal de las precipitaciones. En promedio, la rapidez del calentamiento sería probablemente mayor que ninguna de las conocidas en los últimos 10.000 años, aunque, a escala anual o decenal, exhibiría una considerable variabilidad natural, y a nivel regional los cambios podrían diferir notablemente del valor medio mundial. Estos cambios a largo plazo y en gran escala, inducidos por los seres humanos, interactuarán con la variabilidad natural a escalas

temporales de días o decenas de días [como ocurre, por ejemplo, con el fenómeno El Niño—Oscilación Austral (ENOA)] afectando, con ello, al bienestar social y económico. No se examinarán aquí los efectos climáticos locales que podrían derivarse de sucesos inesperados (por ejemplo, una alteración inducida por el cambio climático en los regímenes de flujo de corrientes marinas tales como la Corriente del Golfo) ya que, en el momento actual, no es posible predecir de manera fiable ese tipo de cambios.

Los estudios científicos muestran que la salud humana, los sistemas ecológicos y los sectores socioeconómicos (por ejemplo, hidrología y recursos hídricos, producción de alimentos y de fibras, sistemas costeros o asentamientos humanos), todos los cuales son vitales para un desarrollo sostenible, son sensibles a los cambios del clima —y en particular a la magnitud y rapidez del cambio climático— y a los cambios de variabilidad climática. Mientras que en numerosas regiones el cambio climático ocasionará probablemente efectos adversos —en algunos casos, posiblemente irreversibles—, algunos de los efectos de dicho cambio serán probablemente beneficiosos. El cambio climático supone un importante factor adicional de desgaste de los sistemas ya afectados por una creciente demanda de recursos, por unas prácticas de gestión insostenibles y por la contaminación, que en muchos casos pueden ser de magnitud igual o mayor que con el cambio climático. Aunque estos factores interactuarán de manera distinta según las regiones, es de esperar que reduzcan la capacidad de algunos sistemas medioambientales para proporcionar, de manera continuada, bienes y servicios esenciales necesarios para un adecuado desarrollo económico y social, y en particular alimentos apropiados, aire y agua limpios, energía, abrigo seguro, índices de enfermedad bajos y oportunidades de empleo. Además, el cambio climático tendrá lugar en un contexto de desarrollo económico que podría hacer a algunos grupos o países menos vulnerables al cambio climático, por ejemplo incrementando los recursos disponibles para la adaptación; los países que experimentan tasas de crecimiento bajas, un rápido aumento de su población y degradación ecológica podrían ser cada vez más vulnerables a los posibles cambios.

## 3. Modo de plantear la evaluación

En el presente informe se evaluará la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas naturales y sociales en las principales regiones del mundo. Se define la vulnerabilidad como el grado en que un sistema natural o social podría resultar afectado por el cambio climático. La vulnerabilidad está en función de la sensibilidad de un sistema a los cambios del clima (el grado en que un sistema responderá a determinado cambio del clima, incluidos los efectos beneficiosos y perjudiciales), y de su capacidad para adaptar el sistema a dichos cambios (el grado en que los ajustes introducidos en las prácticas, procesos o estructuras pueden moderar o contrarrestar los posibles daños o beneficiarse de las oportunidades creadas, por efecto de determinado cambio del clima). En este contexto, un sistema muy vulnerable sería aquel que fuera muy sensible a pequeños cambios del clima, incluyéndose en el concepto de sensibilidad la posibilidad de sufrir efectos muy perjudiciales, o aquel cuya capacidad de adaptación se hallara seriamente limitada.

Dado que los estudios disponibles no están basados en un conjunto común de escenarios del clima ni de métodos, y dadas las incertidumbres

existentes respecto de la sensibilidad y adaptabilidad de los sistemas naturales y sociales, una evaluación de las vulnerabilidades regionales es necesariamente cualitativa. No obstante, en este informe se ofrece información sustancial e indispensable sobre la vulnerabilidad frente al cambio climático, tal como hoy la conocemos.

En algunos casos, se citan en este informe estimaciones cuantitativas de impactos del cambio climático. Dichas estimaciones dependen de los supuestos específicos en que se hayan basado los cambios futuros del clima, y también de los métodos y modelos particulares empleados en los análisis. Para interpretar dichas estimaciones, es importante tener presente que siguen existiendo incertidumbres sobre el carácter, magnitud y rapidez del futuro cambio climático. Estas incertidumbres imponen limitaciones a la capacidad de los científicos para proyectar los impactos del cambio climático, particularmente a escala regional y a menor escala.

Debido en parte a esas incertidumbres sobre la manera en que cambiará el clima, se ha optado en el presente informe por evaluar las vulnerabilidades, y no los impactos esperados del cambio climático en términos cuantitativos. Conviene, pues, entender las estimaciones como datos ilustrativos y aproximados sobre el potencial y magnitud de los impactos que podrían ocasionar determinados escenarios de cambio climático, y utilizarlas como indicadores de sensibilidad y de posibles vulnerabilidades. En la mayoría de los casos, las estimaciones están basadas en cambios del clima en condiciones de equilibrio, simulados de manera que respondan a una duplicación, en términos equivalentes, del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) presente en la atmósfera. Por lo general, se excluyen de las simulaciones los efectos de los aerosoles. Los aumentos de la temperatura media mundial que se derivan de estos escenarios son, en su mayoría, de entre 2 y 5°C. A fin de situar estos escenarios en un contexto temporal, el calentamiento medio mundial proyectado de aquí a 2100 suele ser de entre 1 y 3.5°C, acompañado de un aumento medio del nivel del mar de 15-95 cm, conforme indica el Segundo Informe de Evaluación del IPCC. En nuestro análisis hemos utilizado resultados de modelos de circulación general (MCG) para justificar el orden de magnitud de los cambios utilizados en los análisis de sensibilidad. No se trata de predicciones específicas sobre la magnitud del cambio del clima en determinados países o regiones. La bibliografía disponible para una evaluación varía, tanto en cantidad como en calidad, según las regiones.

#### 4. Consideraciones generales sobre las vulnerabilidades regionales al cambio climático

En el Artículo 2 de la CMCC/NU se reconoce explícitamente la importancia de los ecosistemas naturales, de la producción de alimentos y del desarrollo económico sostenible (véase el Recuadro). Nuestra evaluación de la vulnerabilidad regional frente al cambio climático se ha centrado en los ecosistemas, en la hidrología y los recursos hídricos, en la producción de alimentos y fibras, en los sistemas costeros, en los asentamientos humanos, en la salud humana y en otros sectores o sistemas importantes (incluido el sistema climático), respecto de 10 regiones que, conjuntamente, abarcan la superficie total de la Tierra. Cabe esperar que la vulnerabilidad de sectores o sistemas similares varíe considerablemente de una región a otra, debido a las diferencias que presentan a nivel regional las condiciones medioambientales locales, los factores de desgaste que afectan a los ecosistemas, las pautas en la actual utilización de recursos, y el conjunto de factores en que se enmarca la toma de decisiones, y en particular las políticas gubernamentales, los precios, las preferencias y los valores. Con todo, diversas observaciones de carácter general,

#### Artículo 2 de la CMCC/NU: Objetivo

"El objetivo último de la presente Convención y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes, es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, 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. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente 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."

basadas en información contenida en el SIE y sintetizadas a partir de los análisis regionales de la presente evaluación, proporcionan un contexto mundial para la evaluación de la vulnerabilidad en cada región.

#### 4.1 Ecosistemas

Los ecosistemas tienen una importancia fundamental para la función del medio ambiente y para la sostenibilidad, y proporcionan muchos bienes y servicios cruciales para los individuos y las sociedades. Entre ellos se encuentran los siguientes: i) suministro de alimentos, fibras, forraje, abrigo, medicamentos y energía; ii) procesamiento y almacenamiento de carbono y nutrientes; iii) asimilación de los desechos; iv) purificación del agua, regulación de la escorrentía de agua y moderación de las crecidas; v) formación de suelos y atenuación de la degradación de los suelos; vi) oportunidades para realizar actividades recreativas y turismo; vii) alojamiento de la totalidad de las especies de la Tierra y de la diversidad genética. Además, por el hecho de existir, los ecosistemas naturales tienen valores culturales, religiosos, estéticos e intrínsecos. Los cambios del clima pueden afectar a la ubicación geográfica de los sistemas ecológicos, a la mixtura de especies que éstos contienen y a su capacidad para aportar toda una diversidad de beneficios que permiten a las sociedades seguir existiendo. Los sistemas ecológicos son intrínsecamente dinámicos, y están constantemente influenciados por la variabilidad del clima. La principal influencia del cambio climático antropógeno sobre los ecosistemas se derivará, previsiblemente, de la rapidez y magnitud con que cambien los valores medios y extremos —ya que se espera que el cambio climático sea más rápido que el proceso de adaptación y reasentamiento de los ecosistemas— y de los efectos directos de una mayor concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, que podría incrementar la productividad y la eficiencia de utilización del agua en algunas especies vegetales. Los efectos secundarios del cambio climático consistirían en cambios de las características de los suelos y de los regímenes de perturbación (por ejemplo, incendios, plagas o enfermedades), que favorecerían a algunas especies más que a otras alterando, por consiguiente, la composición de los ecosistemas.

Basándose en simulaciones de distribución de la vegetación y en escenarios del clima definidos a partir de MCGs, cabrá esperar importantes desplazamientos de las fronteras de vegetación hacia latitudes y elevaciones mayores. Probablemente, cambiará la variedad de especies de que se componen ciertas clases vegetales. Presuponiendo escenarios del clima basados en MCGs en condiciones de equilibrio, extensas regiones

sufrirían disminuciones de la vegetación causadas por la sequía, aun cuando se incluyan los efectos directos de la fertilización por CO<sub>2</sub>. A efectos comparativos, para escenarios del clima en condiciones de transición —en que los gases vestigiales aumentan lentamente durante un período de años— el efecto total de los cambios de temperatura y precipitación se retrasa en varios decenios con respecto a los efectos del cambio de composición de la atmósfera; por consiguiente, los efectos positivos del CO<sub>2</sub> anteceden al efecto total de los cambios del clima.

Según las proyecciones, el cambio climático ocurrirá con mayor rapidez que el proceso de crecimiento, reproducción y reasentamiento de las especies forestales (en el pasado, las velocidades de migración de las especies arbóreas fueron presumiblemente del orden de 4-200 km por siglo). Para las regiones de latitudes medias, un calentamiento de 1-3.5°C en promedio durante los próximos 100 años equivaldría a un desplazamiento hacia los polos de las actuales franjas geográficas de similar temperatura (o "isotermas") en aproximadamente 150-550 km, o un desplazamiento en altitud de aproximadamente 150-550 m. Así pues, es probable que cambie la composición de los bosques en términos de especies; en algunas regiones podrían desaparecer tipos enteros de bosques, creándose posiblemente al mismo tiempo nuevas combinaciones de especies y, por consiguiente, nuevos ecosistemas. Por efecto de un posible cambio en la temperatura y en la disponibilidad de agua, suponiendo una duplicación de CO<sub>2</sub> equivalente en condiciones de equilibrio, una fracción considerable (un tercio, en promedio, en todo el mundo, variando de una región a otra entre una séptima parte y dos tercios) de la superficie boscosa actual del planeta podría experimentar cambios importantes en cuanto a los tipos genéricos de vegetación; los cambios más notables se producirían en latitudes altas, y los menos apreciables en los trópicos. En las praderas tropicales, se producirían alteraciones importantes de la productividad y de la mixtura de especies, ya que variarían las cantidades de precipitación y la estacionalidad y aumentaría la evapotranspiración, aunque una subida de la temperatura media no induciría por sí sola estos cambios.

En los ecosistemas acuáticos de tierra adentro, el cambio climático influirá alterando la temperatura del agua, el régimen de flujo y el nivel del agua, y deshelando el permafrost en latitudes altas. En los lagos y cursos de agua, los efectos biológicos del calentamiento serían máximos en latitudes altas, en las que aumentaría la productividad biológica y se extendería el alcance de las especies de aguas menos frías, y también en las fronteras de latitud baja de las especies de aguas frías y menos frías, en que la extinción sería más masiva. El aumento de la variabilidad de los cursos de agua, particularmente en términos de frecuencia y duración de las grandes crecidas y sequías, tendería a aminorar la calidad del agua, la productividad biológica y los hábitats fluviales. La distribución geográfica de los humedales experimentará probablemente desplazamientos, debido a los cambios de temperatura y de precipitación, con implicaciones inciertas en cuanto a la cuantía neta de gases de efecto invernadero que emitirían los humedales no dependientes de las mareas. Algunos ecosistemas costeros (marismas, ecosistemas de manglares, humedales costeros, arrecifes de coral, atolones de coral y deltas fluviales) están especialmente amenazados por el cambio climático y por otros factores de desgaste. En esos ecosistemas, los cambios tendrían importantes efectos negativos sobre el abastecimiento de agua dulce, las pesquerías, la diversidad biológica y el turismo.

Las opciones de adaptación existentes para los ecosistemas son limitadas, y su efectividad es incierta. Algunas de ellas son: el establecimiento de

pasillos que ayuden a la "migración" de los ecosistemas, la gestión de la utilización de las tierras, la repoblación vegetal, y la restauración de áreas degradadas. Dado que, según las proyecciones, la rapidez del cambio será mayor que la que necesitan las especies para restablecerse, y dado el aislamiento y fragmentación de muchos ecosistemas, la existencia de múltiples factores de desgaste (por ejemplo, el cambio de utilización de las tierras, la contaminación) y las escasas opciones para la adaptación, los ecosistemas (especialmente los sistemas forestales y montanos, y los arrecifes de coral) son vulnerables al cambio climático.

#### 4.2 Hidrología y recursos hídricos

La disponibilidad de agua es uno de los componentes esenciales del bienestar y de la productividad. En la actualidad, 1.300 millones de personas no pueden abastecerse adecuadamente de agua potable, y 2.000 millones no tienen acceso a una higiene adecuada. Aunque estas personas están dispersas por todo el mundo —reflejando variaciones a nivel subnacional en la disponibilidad y calidad del agua—, unos 19 países (principalmente del Oriente medio y del norte y sur de África) sufren tales deficiencias que han sido calificados como escasos en agua o hídricamente afectados; se espera que esta cifra se multiplique aproximadamente por dos de aquí a 2025, en gran parte por el aumento de la demanda a que dará lugar el crecimiento económico y de población. Muchos responsables de políticas, por ejemplo, han entendido ya que la sequía es un elemento recurrente del clima de África. No obstante, el cambio climático intensificará aún más la frecuencia y magnitud de las sequías en algunos lugares.

Los cambios del clima podrían exacerbar las escaseces periódicas y crónicas de agua, particularmente en las áreas áridas y semiáridas del globo. Los países en desarrollo son muy vulnerables al cambio climático, ya que muchos de ellos están situados en regiones áridas y semiáridas y, en su mayoría, obtienen sus recursos hídricos de puntos de abastecimiento únicos, como, por ejemplo, perforaciones o embalsamientos aislados. Estos sistemas de suministro son, por naturaleza, vulnerables, ya que carecen de reservas alternativas en caso de necesidad. Además, dada la escasez de recursos técnicos, financieros y de gestión en los países en desarrollo, acomodarse a las situaciones de escasez y/o implementar medidas de adaptación representará una pesada carga para sus economías. Hay indicaciones de que el problema de las inundaciones va a aumentar en muchas regiones templadas y húmedas, lo que obligará a adaptarse no sólo a las sequías y a las escaseces crónicas de agua, sino también a las inundaciones y a los daños causados por éstas, y creando preocupación por el posible fallo de los embalses y de los diques.

Los impactos del cambio climático dependerán del estado comparativo del sistema de abastecimiento de agua, y de la capacidad de los gestores de recursos hídricos para responder no sólo al cambio climático sino también al crecimiento de la población y a los cambios en la demanda, en las tecnologías y en las condiciones económicas, sociales y legislativas.

Para reducir la vulnerabilidad potencial de los sistemas hídricos frente al cambio climático hay varias líneas de actuación posibles. Algunas de las posibilidades son: la determinación de tarifas, las iniciativas orientadas a la eficiencia hídrica, las mejoras de ingeniería y estructurales en la infraestructura del suministro de agua, las políticas agrícolas y la planificación/gestión urbanística. A nivel nacional/regional, sería prioritario dar más preponderancia a la gestión integrada e intersectorial de los recursos hídricos, utilizar las cuencas fluviales como unidades de gestión de recursos, o fomentar unas prácticas de determinación de precios y de

gestión apropiadas. El aumento de la demanda, la prevalencia y la sensibilidad de muchos sistemas de gestión de agua simples frente a las fluctuaciones de precipitación y escorrentía, y las considerables cantidades de tiempo y el dinero que se requieren para poner en marcha muchas de las medidas de adaptación, hacen que el sector de los recursos hídricos sea, en numerosas regiones y países, vulnerable a los posibles cambios del clima.

### 4.3 Producción de alimentos y de fibras

En el momento actual, 800 millones de personas sufren de malnutrición; con el aumento de la población mundial y de las rentas en algunos países, se espera que el consumo de alimentos se multiplique por dos en los próximos treinta o cuarenta años. La última vez que obtuvo un aumento semejante fue a lo largo de 25 años, y se consiguió con ayuda del regadío, de la aportación de productos químicos y de variedades de cultivos de alto rendimiento. No es seguro que el importante crecimiento de los últimos 25 años llegue a repetirse: la intensificación de la producción en las tierras actualmente en uso está creando problemas cada vez más evidentes (por ejemplo, escorrentía química y biológica, saturación y salinización de los suelos, erosión y compactación del suelo). Ampliar la extensión de tierras cultivadas (en particular, reduciendo los terrenos que se habían dejado de cultivar para reducir la producción agrícola) es otra posibilidad que incrementaría la producción total de los cultivos, pero podría originar una mayor competencia por las tierras, aumentaría la presión sobre los ecosistemas naturales, intensificaría las emisiones agrarias de gases de efecto invernadero, reduciría los sumideros naturales de carbono y extendería la agricultura a tierras marginales, con lo cual podrían malograrse las posibilidades de sostener una mayor producción agrícola.

Los cambios del clima interactuarán con los efectos negativos de las medidas que se adopten para incrementar la producción agrícola, afectando así de diversas maneras al rendimiento de los cultivos y a la productividad, según el tipo de práctica o de sistema agrícola en uso. Los efectos directos más importantes se deberán al cambio de factores tales como la temperatura, la precipitación, la duración de la estación de cultivo o los momentos en que se produzcan fenómenos extremos o se alcancen umbrales críticos que influyan en el desarrollo de los cultivos, así como a los cambios de concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (que podrían tener un efecto beneficioso sobre el crecimiento en muchos tipos de cultivo). Los efectos indirectos consistirían en un posible agravamiento de la situación en cuanto a las enfermedades, las plagas o las malas hierbas, cuyos efectos no están todavía cuantificados en la mayoría de los estudios realizados. La evidencia sigue confirmando las conclusiones del SIE del IPCC, a saber, que la producción agrícola mundial podría mantenerse, comparada con el nivel productivo de referencia, para una población en aumento y para una duplicación del CO<sub>2</sub> en condiciones de equilibrio. Además, las conclusiones de este informe especial a nivel regional refuerzan la preocupación por las posibles consecuencias graves de un aumento del hambre en algunas regiones, particularmente en los trópicos y subtropicos. En términos generales, las latitudes medias a altas podrían experimentar un aumento de la productividad, según el tipo o la estación de cultivo, los cambios en el régimen de temperaturas y la estacionalidad de la precipitación. En los trópicos y subtropicos, donde algunos cultivos se aproximan a su nivel máximo de tolerancia de temperatura y en que predomina la agricultura de secano no irrigada, es probable que dis-

minuya el rendimiento. Podría resultar también afectada la subsistencia de poblaciones que viven de la agricultura y del pastoreo, que constituyen una gran parte de la población rural en algunas regiones. En las regiones en que la lluvia puede disminuir, la agricultura podría resultar muy afectada.

Las pesquerías y la producción pesquera son sensibles a los cambios del clima, y están actualmente amenazadas por la pesca excesiva, la disminución de los criaderos y una abundante contaminación en la tierra y en las aguas costeras. A nivel mundial, se espera que la producción de pesquerías marinas permanezca invariable en respuesta a los cambios del clima; en latitudes altas, la producción de especies de agua dulce y acuicola aumentará probablemente, suponiendo que la variabilidad natural del clima y la estructura e intensidad de las corrientes del océano no varíen apreciablemente. Los impactos más importantes se harán notar a nivel nacional y local, a medida que se desplacen los centros de producción. Los efectos positivos del cambio climático (estaciones de cultivo más largas, menor mortalidad natural en invierno o mayores tasas de crecimiento en latitudes altas) podrían quedar contrarrestados por otros factores negativos, tales como la alteración de las pautas de reproducción existentes, de las rutas migratorias o de las relaciones de los ecosistemas.

Habida cuenta de las numerosas fuerzas que ocasionarán cambios profundos en el sector agrícola, las opciones de adaptación que potencian la resistencia a la variabilidad natural del clima actual y al posible cambio de los valores medios y extremos, o que responden a otras preocupaciones (por ejemplo, la erosión del suelo o la salinización), entrañan un riesgo escaso o nulo. Así, por ejemplo, el vincular la gestión de la agricultura a las predicciones estacionales del clima puede ayudar a una adaptación progresiva, particularmente en regiones en que el clima acusa mucho los efectos del fenómeno El Niño Oscilación Austral. La adecuación de estas opciones a una u otra región es variable, debido en parte a que la capacidad financiera e institucional del sector privado y de los gobiernos para ponerlas en práctica varía según las regiones. Algunas opciones de adaptación consisten en modificar los cultivos y las variedades de cultivo, desarrollar especies cultivables nuevas, modificar las épocas de plantado y las prácticas de roturado, introducir nuevas biotecnologías, o mejorar los sistemas de gestión hídrica y de riego, que requieren un alto coste de capital y están limitadas por la disponibilidad de recursos hídricos. Otras opciones como, por ejemplo, las tecnologías de roturación mínima o reducida, no requieren tanto capital, aunque precisan de un alto nivel de formación agrícola y de apoyo.

En las regiones en que la agricultura está bien adaptada a la variabilidad actual del clima y/o en que existen factores de mercado e institucionales que redistribuyen los excedentes del agro para compensar deficiencias, la vulnerabilidad a los cambios en los valores medios y extremos del clima suele ser escasa. Sin embargo, en las regiones en que la agricultura no puede hacer frente a los fenómenos extremos actuales, en que no existen mercados e instituciones que faciliten la redistribución de las insuficiencias y de los excedentes, y/o en que los recursos de adaptación son limitados, la vulnerabilidad del sector agrícola frente al cambio climático debería considerarse alta. Otros factores influirán también en la vulnerabilidad de la producción agrícola al cambio climático en un país o región particular: el grado en que las pautas de temperatura o de precipitación actuales se aproximen a —o excedan de— los límites de tolerancia de cultivos importantes; la renta por habitante; el porcentaje de actividad económica basada en la producción agrícola; y la situación preexistente de las tierras en que se basa la actividad agrícola.

#### 4.4 Sistemas costeros

Las zonas costeras se caracterizan por una rica diversidad de ecosistemas y por un gran número de actividades socioeconómicas. En muchos países, la población humana ha crecido dos veces más rápido en las costas que en el conjunto del país. Se estima actualmente que en torno a la mitad de la población mundial habita en zonas costeras, aunque hay grandes variaciones de un país a otro. Los cambios del clima afectarán a los sistemas costeros debido al aumento del nivel del mar, a un mayor riesgo de mareas de tempestad y a un posible cambio en la frecuencia y/o intensidad de los fenómenos extremos.

Las costas de muchos países están ya hoy seriamente afectadas por un aumento del nivel del mar causado por hundimientos de origen tectónico y antropógeno. Unos 46 millones de personas al año están expuestos a inundaciones en la eventualidad de una marea de tempestad. El cambio climático acentuará estos problemas, posiblemente repercutiendo en los ecosistemas y en la infraestructura costera humana. Un gran número de personas podría resultar también afectado por un aumento del nivel del mar: así, por ejemplo, en ausencia de medidas de adaptación, un aumento de 1 m en el nivel del mar (la estimación más alta del Grupo de Trabajo I del IPCC para 2100) obligaría en Bangladesh a desplazarse a decenas de millones de personas. Dado que cada vez es mayor el número de megalópolis situadas en áreas costeras, este cambio podría afectar a una gran cantidad de infraestructura. Aunque para muchos países los costes anuales de protección son relativamente modestos (en torno a un 0.1% del PIB), el coste medio anual representaría para muchos pequeños países insulares varios puntos porcentuales de su PIB. Para algunos de ellos, el elevado coste de la protección frente a las mareas de tempestad haría ésta prácticamente inviable, especialmente si se tiene en cuenta la limitada disponibilidad de capital para inversiones.

Las playas, dunas, estuarios y humedales costeros se adaptan de manera natural y dinámica a los cambios del viento y del mar, así como a los cambios del nivel del mar; en aquellas áreas en que la infraestructura no está muy desarrollada, sería posible planificar una retirada y adaptarse a los cambios. Sería también posible reconstruir o reubicar los bienes de capital cuando termine su período de vida útil. Pero en otras áreas la adaptación y la retirada planificada no son opciones viables, y será necesario instalar estructuras físicas (diques, malecones, muros de contención y barreras) y funcionales (enarenado de playas, restauración de dunas o creación de humedales) que sirvan de protección. Este tipo de realizaciones está limitado por factores tales como: insuficiencia de recursos financieros, capacidad institucional y tecnológica limitada, o carencia de personal adecuadamente formado. En la mayoría de las regiones, la gestión y la planificación de las costas no refleja la vulnerabilidad de los sistemas más importantes frente a los cambios del clima y del nivel del mar, ni los prolongados períodos de preparación necesarios para emprender muchas de las medidas de adaptación. Con políticas inapropiadas, se fomenta el desarrollo en áreas que podrían resultar afectadas. El aumento de la densidad de población en las zonas costeras, los largos períodos de preparación requeridos por muchas de las medidas de adaptación, y las limitaciones institucionales, financieras y tecnológicas (particularmente en muchos países en desarrollo) significan que los sistemas costeros deben ser considerados vulnerables a los cambios del clima.

#### 4.5. Salud humana

En buena parte del mundo, la esperanza de vida va en aumento; por añadidura, la mortalidad neonatal e infantil disminuye en la mayoría de los

países en desarrollo. Sin embargo, frente a este panorama positivo parecen extenderse o resurgir enfermedades nuevas y transmitidas por vectores, como el dengue, el paludismo, los hantavirus o el cólera. Por si fuera poco, se espera que el porcentaje de la población mundial en desarrollo que habita en ciudades pase de un 25% (en 1960) a más de un 50% en 2020, mientras que en algunas regiones se rebasará con mucho ese promedio. Estos cambios sólo reportarán beneficios si van acompañados de un mayor acceso a servicios tales como la sanidad o el suministro de agua potable; en caso contrario, pueden crear graves problemas medioambientales, entre ellos la contaminación (en forma de partículas, ozono en superficie o plomo), higiene deficiente y otros problemas concomitantes relacionados con la calidad y potabilidad del agua.

El cambio climático podría influir en la salud humana incrementando la mortalidad debida al calor, las enfermedades tropicales transmitidas por vectores y la contaminación del aire en las ciudades, y reduciendo las enfermedades vinculadas al frío. Si se comparan con la totalidad de las enfermedades, no es probable que estos problemas sean muy notables. En su conjunto, sin embargo, los impactos directos e indirectos del cambio climático sobre la salud humana entrañan efectivamente un riesgo para la salud de la población humana, especialmente en los países en desarrollo de las regiones tropicales y subtropicales; las posibilidades de que estos impactos acarreen cuantiosas muertes, afecten a las comunidades, encarezcan las prestaciones sanitarias e incrementen los días no trabajados es considerable. Las proyecciones de los modelos (basadas en la necesidad de simplificar los supuestos) indican que la zona geográfica de transmisión potencial de la malaria se extendería como consecuencia de un aumento de la temperatura media mundial para los valores altos de las proyecciones del IPCC (3-5°C de aquí a 2100), con lo que la proporción de la población mundial afectada pasaría de 45% a 60% aproximadamente de aquí a mediados del próximo siglo. En aquellas áreas en que el paludismo es actualmente endémico, podría intensificarse la transmisión de esta enfermedad (del orden de 50 a 80 millones de casos más al año, frente a un total mundial estimado en 500 millones de casos). Las altas temperaturas y el mayor número de crecidas podrían potenciar también en cierta medida las enfermedades no transmitidas por vectores, como la salmonellosis, el cólera o la giardiasis. En aunque caso, es difícil cuantificar las proyecciones de los impactos sobre la salud, ya que la extensión de las afecciones causadas por el clima depende de otros factores, tales como migraciones, limpieza del medio ambiente urbano, mejor nutrición, mayor disponibilidad de agua potable o mejores condiciones sanitarias, así como del alcance de las medidas para combatir los vectores de enfermedades, de los cambios en la resistencia de los organismos vectores a los insecticidas, y de un más amplio acceso a servicios sanitarios. La salud humana es vulnerable a los cambios del clima, particularmente en las áreas urbanas, en que las posibilidades de acondicionar los espacios pueden ser limitadas, y en aquellas áreas en que pudiera aumentar la exposición a las enfermedades transmitidas por vectores y a las contagiosas, y en que los cuidados sanitarios y la prestación de servicios básicos (por ejemplo, de higiene) son deficientes.

### 5. Adaptación anticipada en el contexto de las políticas y de la situación actuales

Un mensaje clave que se desprende de las evaluaciones regionales del presente informe es que muchos sistemas y políticas no están adecuadamente ajustados ni siquiera al clima actual o a su variabilidad. Un aumento de los costos que, en términos de vidas humanas y capital,

acarrear las crecidas, las tempestades y las sequías pone de manifiesto la vulnerabilidad actualmente existente. Esta situación sugiere que hay opciones de adaptación en las que algunos sectores serían más resistentes a la situación actual y ayudarían, por consiguiente, a adaptarse a futuros cambios del clima. Estas opciones, denominadas "de beneficio sin perjuicio" u opciones "sin pesar", podrían reportar múltiples beneficios y, muy probablemente, resultarían positivas incluso en ausencia de impactos del cambio climático.

En muchos países, las políticas y condiciones económicas (por ejemplo, impuestos, subvenciones o reglamentaciones) que determinan las decisiones individuales, las estrategias de desarrollo y las pautas de utilización de los recursos (y, por consiguiente, las condiciones medioambientales) dificultan la puesta en práctica de medidas de adaptación. Así, por ejemplo, en numerosos países el agua está subvencionada, con lo que se propicia un uso excesivo (que merma las fuentes de abastecimiento) y se desfavorece la conservación (que podría ser uno de los elementos de las futuras estrategias de adaptación). Otros ejemplos son la zonificación inadecuada de las tierras en función de los tipos de utilización, y/o la subvención de los seguros de desastre, que fomenta el desarrollo de infraestructura en áreas propensas a las crecidas o a otros desastres naturales y cuya vulnerabilidad podría aumentar aún más por efecto de un cambio climático. Las medidas de adaptación, así como una mejor asimilación de los efectos que la utilización de recursos producirá a largo plazo sobre el medio ambiente, pueden lograrse por distintos medios, en particular reforzando los marcos jurídicos e institucionales, eliminando las distorsiones existentes en el mercado (por ejemplo, las subvenciones), corrigiendo los fallos del mercado (por ejemplo, dejando que los daños medioambientales o el agotamiento de los recursos no repercutan en los precios, o haciendo una valoración económica inadecuada de la diversidad biológica), y fomentando la participación pública y la educación. Estos tipos de actuaciones ajustarían a las condiciones medioambientales vigentes las pautas de utilización de los recursos, y prepararían mejor a los sistemas frente a posibles cambios futuros.

El desafío consistirá en descubrir oportunidades que faciliten un desarrollo sostenible mediante el uso de tecnologías existentes y el desarrollo de políticas que fortalezcan los sectores actualmente sensibles a la variabilidad del clima. Esta estrategia hará necesario que muchas regiones del mundo tengan un mayor acceso a las tecnologías apropiadas, a la información y a una financiación adecuada. Además, las evaluaciones regionales sugieren que la adaptación requerirá previsión y planificación; de no preparar los sistemas para los cambios proyectados de las medias climáticas, de la variabilidad y de los valores extremos, grandes cantidades de capital podrían canalizarse hacia el desarrollo de infraestructura o de tecnologías inadecuadas a las situaciones futuras, y podrían perderse oportunidades de aminorar los costos de adaptación. Habrá que seguir analizando la vulnerabilidad a las actuales fluctuaciones del clima y los mecanismos con que se cuenta para hacerle frente, a fin de aprender a diseñar opciones efectivas de adaptación a los posibles cambios futuros del clima.

## 6. La vulnerabilidad al cambio climático mundial según las regiones

### 6.1 África

El continente africano se caracteriza por diversos regímenes climáticos, siendo los más comunes los climas tropical húmedo y tropical seco, y la alternancia entre climas húmedos y secos. Numerosos países de ese con-

tinente son propensos a las sequías reiteradas; algunos episodios de sequía, particularmente en el sureste de África, están asociados al fenómeno ENOA. El deterioro de la actividad comercial, unas políticas inapropiadas, un fuerte crecimiento de la población y una escasez de inversiones, sumados a un clima extremadamente variable, han hecho difícil para algunos países desarrollar unas pautas de subsistencia que reduzcan la presión sobre los recursos naturales básicos. En el supuesto de que no se proporcionen una financiación adecuada, África será el continente más vulnerable al impacto de los cambios proyectados, dado que la pobreza rampante limita la capacidad de adaptación.

**Ecosistemas:** En el África actual, los bosques tropicales y los pastizales están amenazados por la presión demográfica y por los sistemas de utilización de las tierras. Algunos de los efectos visibles de estos factores son la pérdida de diversidad biológica, un rápido deterioro de la cubierta vegetal, y un agotamiento de los recursos hídricos debido a la destrucción de las cuencas de drenaje y acuíferos. Los cambios del clima interactuarán con estos cambios del medio ambiente, agravando las presiones sobre una situación ya en trance de deterioro. Un aumento sostenido de más de 1°C en la temperatura ambiente media ocasionaría cambios importantes en la cubierta de bosques y de pastizales, en la distribución, composición y pautas migratorias de las especies, y en la distribución de bioma. En los desiertos, gran número de organismos están ya alcanzando sus límites de tolerancia, y algunos tal vez no lograrán seguir adaptándose si aumenta la temperatura. Son especialmente vulnerables las regiones áridas o semiáridas, y los pastizales del sur y este de África, así como otras tierras que actualmente corren peligro de degradarse y desertificarse. Si las lluvias aumentaran con arreglo a las proyecciones de algunos MCG en las altiplanicies de las regiones oriental y centroecuatorial de África, otras tierras marginales ganarían en productividad. Sin embargo, es probable que estos efectos queden contrarrestados por la presión demográfica en los bosques y praderas marginales. Algunas opciones de adaptación serían: el control de la deforestación, una mejor gestión de los pastizales, la ampliación de las áreas protegidas, y la gestión sostenible de los bosques.

**Hidrología y recursos hídricos:** De los 19 países del mundo actualmente clasificados como afectados por la escasez de agua, hay un mayor número del continente africano que de ninguna otra región, y este número podría aumentar, independientemente del cambio climático, como consecuencia de la mayor demanda creada por el crecimiento de la población, de la degradación de las cuencas hídricas debida al cambio de utilización de las tierras, y del entarquinamiento de las cuencas fluviales. Una reducción de la precipitación prevista por ciertos MCG para el Sahel y el sur de África podría ser, si coincidiera con una fuerte variabilidad interanual, perjudicial para el balance hidrológico del continente, y perturbaría diversas actividades socioeconómicas dependientes del agua. Unas condiciones climáticas variables podrían dificultar la gestión de los recursos hídricos tanto en el interior de los países como entre unos y otros. Una disminución de los niveles de agua en los embalses y ríos podría afectar negativamente a la calidad del agua, ya que elevaría las concentraciones de agua de desecho y de efluentes industriales, favoreciendo con ello la aparición de enfermedades y reduciendo la calidad y cantidad de agua dulce disponible para usos domésticos. Algunas opciones de adaptación son: la recolecta de agua, la gestión de los aliviaderos de los embalses, y un uso más eficaz del agua.

**Agricultura y seguridad de los alimentos:** Excepto en los países exportadores de petróleo, la agricultura es la base de la economía en la mayoría



de los países de África; representa un 20-30% del PIB en la región subsahariana, y un 55% del valor total de las importaciones del continente. En la mayor parte de África, la agricultura depende enteramente de la calidad de la estación de lluvias, lo que hace que ese continente sea especialmente vulnerable al cambio climático. Un aumento de las sequías podría afectar gravemente a la disponibilidad de alimentos, como ocurrió en el cuerno de África y en el sur del continente durante los años 80 y 90. Un aumento de las temperaturas medias mundiales en invierno perjudicaría también a la producción de trigo y fruta en esa estación, ya que necesitan de los fríos invernales. En el África subtropical, sin embargo, unos inviernos más templados reducirían la incidencia de las dañinas heladas, con lo cual los productos hortícolas sensibles a éstas podrían cultivarse a mayor altitud. La productividad de las pesquerías de agua dulce podría aumentar, aunque posiblemente variarían las proporciones de las distintas especies acuáticas. Los cambios en la dinámica de los océanos podrían alterar las pautas migratorias de los peces, y reducirían quizá también los lugares de aproximación a tierra, especialmente en las pesquerías artesanales costeras.

**Sistemas costeros:** Diversas zonas costeras de África —muchas de las cuales están ya debilitadas por la presión demográfica y por los conflictos sobre el uso de las tierras— resultarían perjudicadas por el aumento del nivel del mar asociado al cambio climático. Los países costeros del África occidental y central (por ejemplo, Senegal, Gambia, Sierra Leona, Nigeria, Camerún, Gabón o Angola) poseen costas bajas lacustres susceptibles de erosión y amenazadas, consiguientemente, por el aumento del nivel del mar, particularmente si se tiene en cuenta que la mayoría de los países de aquel área tienen en sus costas grandes ciudades en rápida expansión. La costa occidental está frecuentemente azotada por mareas de tempestad, y está expuesta en la actualidad a riesgos de erosión, inundación y fenómenos tormentosos extremos. La zona costera del África oriental resultará también afectada, aunque el tiempo es en ella calmo durante buena parte del año. Sin embargo, el aumento del nivel del mar y la variación del clima podrían aminorar el efecto atenuador de los arrecifes de coral y de los bancos de arrecifes en esa costa, aumentando con ello el potencial de erosión. Varios estudios indican que se perderá una fracción considerable del delta del Nilo en su parte norte por el efecto conjunto de las inundaciones y erosiones, con la consiguiente pérdida de tierras agrícolas y de áreas urbanas. Aunque podrían adoptarse medidas de adaptación en las zonas costeras de África, para muchos países el costo sería muy elevado en proporción al PIB. Algunas de estas medidas podrían consistir en muros de contención, o en la reubicación de los asentamientos humanos vulnerables y de otros medios socioeconómicos.

**Asentamientos humanos, industria y transporte:** Los desafíos más importantes a los que probablemente se enfrenten las poblaciones africanas estarán relacionados con situaciones climáticas extremas como, por ejemplo, las crecidas (y los deslizamientos de tierras que éstas originan en algunas áreas), vientos fuertes, sequías y olas de marea. Los habitantes de áreas marginales podrían verse obligados a migrar a áreas urbanas (en que la infraestructura está llegando a su límite por efecto de la presión demográfica) si las tierras marginales se vuelven menos productivas en unas condiciones climáticas diferentes. El cambio climático podría empeorar la actual tendencia al agotamiento de los recursos de energía de biomasa. La disminución de los cursos de agua podría reducir la producción de energía hidroeléctrica, influyendo negativamente en la productividad industrial y obligando a una costosa reubicación de algunas plantas industriales. El cambio de condiciones climáticas podría difi-

cultar y encarecer la gestión de la contaminación, los saneamientos, la evacuación de desechos, el abastecimiento de agua y la salud pública, así como la creación de una infraestructura adecuada en las áreas urbanas.

**Salud humana:** Es de temer que África resulte amenazada, principalmente, por un aumento de las enfermedades transmitidas por vectores y por una nutrición más deficiente. Un medio ambiente más cálido podría extender el alcance del paludismo; asimismo, la alteración de las pautas de temperatura y de lluvia podría aumentar la incidencia de la fiebre amarilla, el dengue, la oncocercosis y tripanosomiasis. Un aumento de la morbilidad y de la mortalidad en subregiones en que las enfermedades transmitidas por vectores aumenten por efecto del cambio climático tendrían unas consecuencias económicas muy importantes. Habida cuenta del bajo nivel económico de la mayoría de los países africanos, será necesario un esfuerzo a nivel mundial para poder hacer frente a los posibles efectos sobre la salud.

**Turismo, y fauna y flora silvestres:** El turismo, una de las industrias más florecientes en África, está basado en la fauna y flora silvestres, en las reservas naturales, en los recursos costeros y en un abundante suministro de agua para fines recreativos. Las sequías y/o la reducción de precipitación que predicen las proyecciones para el Sahel y para el este y sur de África devastarían la flora y la fauna y restarían atractivo a algunas de las reservas naturales, disminuyendo con ello el rendimiento de las ingentes inversiones turísticas actuales.

**Conclusiones:** El continente africano es particularmente vulnerable a los impactos del cambio climático, en razón de factores tales como la pobreza generalizada, la recurrencia de las sequías, la distribución desigual de las tierras y una dependencia excesiva de cultivos dependientes de la lluvia. Aunque en teoría existen opciones de adaptación, algunas de ellas basadas en estrategias tradicionalmente empleadas, en la práctica la capacidad económica necesaria para dar una respuesta a tiempo podría no estar al alcance de algunos países.

## 6.2 Regiones polares: el Ártico y el Antártico

Las regiones polares combinan unos paisajes muy diversos, y el Ártico y el Antártico son muy diferentes entre sí. Definiremos aquí el Ártico como el área abarcada por el Círculo Polar Ártico, y el Antártico como la abarcada por la Convergencia Antártica, es decir, el continente Antártico, el Océano Sur y las islas subantárticas. El Ártico puede describirse como un océano helado rodeado de tierra, mientras que el Antártico es un continente helado rodeado por el océano. El calentamiento proyectado para las regiones polares es superior al de muchas otras regiones del mundo. Allí donde las temperaturas sean en promedio próximas al punto de congelación, el calentamiento mundial reducirá los hielos terrestres y marinos, contribuyendo en el primer caso al aumento del nivel del mar. Sin embargo, en el interior de los casquetes polares el aumento de temperatura podría no ser suficiente para causar deshielos de hielo y nieve, y tenderá a intensificar la acumulación de nieve.

**Ecosistemas:** En el Ártico cabrá esperar importantes cambios físicos y ecológicos. Por efecto del calentamiento, áreas heladas cercanas al punto de congelación se fundirán y experimentarán cambios sustanciales. Se espera una pérdida considerable de hielo marino en el Océano Ártico. Con el calentamiento, se deshelarán grandes cantidades de permafrost, con lo que se modificarán los drenajes, aumentarán los hundimientos y se transformará el paisaje en extensas áreas. Aunque el calentamiento polar intensificará probablemente la producción biológica, la mixtura de

especies podría cambiar, tanto en la tierra como en el mar. En la tierra habrá una tendencia al desplazamiento de biomasa importantes, como la tundra y los bosques boreales, y los animales que las habitan, afectando notablemente a especies tales como el oso y el caribú. Sin embargo, el Océano Ártico limitará geográficamente el movimiento hacia el norte. En el Antártico, los cambios que se esperan son mucho menores, pero podría producirse el desplazamiento de algunas especies. En el mar, los ecosistemas marinos se trasladarán hacia el polo. Los animales dependientes del hielo podrían encontrarse en desventaja en ambas áreas polares.

**Hidrología y recursos hídricos:** El aumento de la temperatura deshelará el permafrost y fundirá una mayor cantidad de nieve y hielo. El volumen de agua corriente y detenida será mayor. Es probable que los sistemas de drenaje del Ártico cambien a escala local. Los hielos de ríos y lagos se romperán más pronto y se congelarán más tarde.

**Producción de alimentos y de fibras:** Los climas rigurosos imponen unos límites muy estrictos a la agricultura. Muchos de esos límites subsistirán en el futuro, aunque en el norte la actividad agraria podría extenderse ligeramente hacia el Ártico. En términos generales, la productividad ecológica marina debería aumentar. El calentamiento debería incrementar las tasas de crecimiento y de desarrollo de los mamíferos; la radiación ultravioleta B (UV-B), sin embargo, sigue en aumento, lo cual podría perjudicar a la productividad básica y a la pesquera.

**Sistemas costeros:** A medida que se produce el calentamiento, la cubierta de hielo del Ártico podría disminuir en grosor y en extensión. La navegación costera y fluvial aumentará, brindando nuevas oportunidades para el transporte de agua, el turismo y el comercio. El Océano Ártico se convertirá en una de las grandes rutas del comercio mundial. La disminución del hielo beneficiará a la producción de petróleo en el mar. Se espera una mayor erosión en las costas del Ártico, por efecto del aumento del nivel del mar, del deshielo de permafrost y de un mayor oleaje de mar abierto. Es probable una mayor fragmentación de las mesetas de hielo de la península antártica. En el resto del Antártico, se esperan pocos cambios en las costas y, probablemente, en sus extensas mesetas de hielo.

**Asentamientos humanos:** Las comunidades humanas del Ártico se verán notablemente afectadas por los cambios físicos y ecológicos que predicen las proyecciones. Estos efectos serán particularmente importantes para los pueblos indígenas de costumbres tradicionales. Habrá nuevas oportunidades para la navegación, la industria petrolera y pesquera, la minería, el turismo y la migración de personas. Los cambios del hielo marino previstos en el Ártico tendrán implicaciones estratégicas importantes para el comercio, especialmente entre Asia y Europa.

**Conclusiones:** La península antártica y el Ártico son muy vulnerables al cambio climático proyectado y a sus repercusiones. Aunque el número de personas directamente afectadas es relativamente pequeño, muchas comunidades nativas asistirán a cambios profundos que afectarán a sus costumbres tradicionales. Algunos de los efectos directos serían el desplazamiento de los ecosistemas, la pérdida de hielo de mares y ríos, y el deshielo de permafrost. Entre los indirectos, cabe señalar los efectos de retorno sobre el sistema climático, y en particular una mayor emisión de gases de efecto invernadero, cambios en las fuerzas que determinan la circulación de los océanos, y aumentos de las temperaturas, sumados a una mayor precipitación y a una pérdida de hielo, que podrían afectar al clima y al nivel del mar a nivel mundial. El interior de la región antártica es menos vulnerable al cambio climático, dado que los cambios de temperatura previstos para el siglo próximo tendrán probablemente un

impacto escaso y afectarán a muy pocos individuos. No obstante, existe una considerable incertidumbre respecto del balance de masa de las láminas de hielo del Antártico y respecto del futuro comportamiento de la lámina de hielo del Antártico occidental (una baja probabilidad de desintegración durante el siglo próximo). Los cambios en cualquiera de ellas podrían afectar al nivel del hielo y a los climas del Hemisferio Sur.

### 6.3 El Asia occidental árida (Oriente Medio y Asia árida)

Esta región abarca las áreas predominantemente áridas y semiáridas de Oriente Medio y de Asia central, y se extiende desde Turquía por el oeste hasta Kazajstán por el este, y desde Yemen por el sur hasta Kazajstán por el norte. La parte oriental de esta región contiene una gran extensión en que predominan las montañas.

**Ecosistemas:** Las proyecciones de los modelos de vegetación arrojan escasos cambios para la mayoría de los tipos de flora árida o desértica por efecto del cambio climático: en otras palabras, la mayoría de los actuales desiertos lo seguirán siendo. Se esperan mayores cambios en la composición y distribución de los tipos de vegetación en áreas semiáridas (por ejemplo, praderas, pastizales y bosques). Se prevé un ligero aumento de la precipitación, que quedará sin embargo contrarrestado por una mayor temperatura y evaporación. Con el aumento de CO<sub>2</sub>, algunas plantas aprovecharán mejor el agua, lo cual podría mejorar la productividad y alterar la composición de los ecosistemas. Una gestión adecuada del uso de las tierras, y en particular la planificación urbana, podría atenuar las presiones que dan lugar a la degradación de las tierras. Las opciones de gestión como, por ejemplo, una ganadería mejor aprovechada y una mayor integración de los ecosistemas agrarios, podrían mejorar el estado de las tierras y contrarrestar las presiones debidas al cambio climático. Esta región es un refugio importante para las variedades silvestres de muchas especies de cultivo; con unas medidas de conservación adecuadas, podría seguir siendo una fuente de material genético de cara al clima futuro.

**Hidrología y recursos hídricos:** Es poco probable que se atenúe, e incluso podría hacerse más acentuada, la escasez de agua, que constituye ya un problema para numerosos países de esa región árida. Los cambios en las prácticas de cultivo, y unas mejores prácticas de regadío, podrían mejorar considerablemente la eficacia de utilización del agua en algunos países. La fusión de los hielos aumentará, según las proyecciones, con el cambio climático, dando lugar, durante los próximos decenios, a un aumento del flujo de agua en algunos sistemas hídricos, que posteriormente disminuirá a medida que desaparezcan los glaciares.

**Producción de alimentos y de fibras:** La degradación de la tierra y el carácter limitado de los recursos hídricos limitan actualmente la productividad agraria y amenazan la seguridad alimentaria en algunos países. Existen pocas proyecciones sobre los impactos del cambio climático en la producción de alimentos y fibras en esa región. Los impactos adversos que podrían afectar a la región se infieren de los resultados de ciertos estudios que estiman que la producción de trigo en Kazajstán y en Pakistán disminuirá para determinados escenarios de cambio climático. Estos estudios son, sin embargo, demasiado escasos para poder extraer conclusiones claras sobre la agricultura en el conjunto de la región. Muchas de las opciones disponibles para combatir los problemas actuales contribuirían a aminorar los impactos del cambio climático previstos. Al concentrarse en unas tierras mejor aprovechadas, la producción de alimentos podría tener una mayor fiabilidad y reducir los impactos negativos de los fenó-

menos climáticos extremos. Los países de la antigua Unión Soviética están experimentando importantes cambios económicos, particularmente en los sectores agrícola y de gestión. Esta transición brindará probablemente oportunidades para cambiar de tipos de cultivo e introducir un sistema de riego más eficaz, con lo que proporcionaría importantes opciones "de beneficio sin perjuicio" para la conservación de recursos, que compensarían los impactos proyectados del cambio climático.

**Salud humana:** Los cambios del clima acentuarán probablemente los efectos del calor, que afectarán al nivel de bienestar de las personas y aumentarán la propagación de enfermedades transmitidas por vectores. La menor disponibilidad de agua y una menor producción de alimentos repercutirán indirectamente sobre la salud humana.

**Conclusiones:** En esta región árida, el agua es un importante factor limitativo de los ecosistemas, de la producción de alimentos y fibras, de los asentamientos humanos y de la salud humana. Se prevé que el cambio climático altere el ciclo hidrológico, siendo improbable que reduzca las limitaciones impuestas por la escasez de agua en la región. Además, el cambio climático y las actividades humanas pueden alterar los niveles de los Mares Caspio y de Aral, influyendo así en los ecosistemas asociados, en la agricultura y en la salud humana en las áreas circundantes. Existen oportunidades "de beneficio sin perjuicio" que podrían reducir las presiones a que actualmente están sometidos los recursos y el bienestar de las personas de la región, y que podrían reducir la vulnerabilidad de éstos frente a los impactos adversos debidos al cambio climático.

#### 6.4 Australasia

Se entenderá por Australasia el conjunto formado por Australia, Nueva Zelanda y las islas adyacentes a éstas. Esta región abarca desde el trópico hasta las latitudes medias, y contiene una diversidad de ecosistemas y de climas, desde los desiertos interiores hasta los bosques pluviales de montaña. Su clima está fuertemente influenciado por el océano circundante y por el fenómeno ENOA.

**Ecosistemas:** Algunos de los ecosistemas de la región parecen ser muy vulnerables al cambio climático, al menos a largo plazo, dado que es muy probable que sus suelos, sus plantas y sus ecosistemas experimenten alteraciones, y en razón del aumento de los incendios y de las plagas. Aunque muchas de las especies conseguirán adaptarse, es muy probable que en algunos casos disminuya la diversidad de las especies. Todos los cambios se producirán en un paisaje ya fragmentado por la agricultura y el desarrollo urbano, sumándose así a problemas existentes tales como la degradación de los suelos, las malas hierbas y las plagas. El impacto que sobre los ecosistemas acuáticos producirá el cambio en el flujo de los ríos, en la frecuencia de las crecidas y en la aportación de nutrientes y sedimentos será probablemente máximo en las partes más secas de la región. Los ecosistemas costeros son vulnerables a los impactos del aumento del nivel del mar y a los posibles cambios meteorológicos locales. Los arrecifes de coral tropicales, y en particular la Gran Barrera de arrecifes, podrían adaptarse al aumento del nivel del mar, pero serían vulnerables a la decoloración y muerte de corales que originaría un aumento de la temperatura del mar y otros factores perjudiciales. Algunas de las medidas que facilitarían la adaptación son: una mejor gestión de las praderas; plantación de especies vegetales junto a los cursos de agua; investigación, vigilancia continuada y predicción. Por lo general, no será posible una manipulación activa de las especies en unos ecosistemas tan extensos y tan escasamente gestionados.

**Hidrología y recursos hídricos:** La vulnerabilidad es, en principio, potencialmente elevada. Una menor disponibilidad de agua, especialmente en las grandes extensiones de Australia propensas a la sequía, intensificaría la competencia entre distintos usos, y entre las necesidades de la agricultura y de los ecosistemas de tierras húmedas. Son también vulnerables los suministros de agua dulce en las islas bajas. Una mayor frecuencia de episodios de lluvia intensa podría potenciar la recarga de las aguas subterráneas y el llenado de los embalses, pero acentuaría también el impacto de las crecidas, de los deslizamientos de tierra y de la erosión, sometiendo las áreas urbanas propensas a la sequía a graves pérdidas económicas. Parece probable una disminución del manto de nieve y una menor duración de la estación de nieve, y es previsible que los glaciares de Nueva Zelanda se reduzcan todavía más. Existen algunas opciones de adaptación, pero su costo sería demasiado elevado.

**Producción de alimentos y de fibras:** La vulnerabilidad parece ser escasa, al menos en los tres decenios próximos (la sensibilidad es potencialmente alta, y la adaptabilidad, también). La agricultura de la región es adaptable y, en algunos casos, la producción podría aumentar. A la larga, sin embargo, la vulnerabilidad podría tender a aumentar, especialmente en las partes de Australia más calurosas y con mayores limitaciones de agua, en que los aumentos iniciales en algunas cosechas decaerían posteriormente, al manifestarse de lleno los efectos retardados del cambio climático (por ejemplo, el cambio de las temperaturas y de las precipitaciones), que contrarrestarían los beneficios más inmediatos de un aumento en las concentraciones de CO<sub>2</sub>. Los impactos variarán considerablemente de un distrito a otro, y según el tipo de cultivo. Variarán el crecimiento y la calidad de los cultivos y de los pastos, y la idoneidad de los diferentes distritos para determinados cultivos; y, posiblemente, aumentarán los problemas derivados de las malas hierbas, de las plagas y de las enfermedades. El pastoreo de pradera y la agricultura de regadío se verán especialmente afectados cuando varíen las precipitaciones. Los cambios en la producción de alimentos de otros lugares del mundo, que afectarán a los precios, tendrán una seria repercusión económica en la región. En lo que se refiere a la silvicultura, el aumento de los períodos de maduración incrementaría el riesgo de pérdidas económicas a causa de fenómenos extremos, incendios o cambios localmente rápidos de las condiciones climáticas.

**Sistemas costeros:** Ciertas partes de la costa de esa región, así como los asentamientos e infraestructura de las costas, en rápido crecimiento, son muy vulnerables a todo aumento de las crecidas y de la erosión en ellas por efecto del aumento del nivel del mar y de los cambios meteorológicos. Son especialmente vulnerables las comunidades costeras e indígenas del estrecho de Torres y de los territorios insulares de Nueva Zelanda en el Pacífico. Aunque existen numerosas opciones de adaptación, no son fáciles de poner en práctica en las islas bajas. Además, el cambio climático y el aumento del nivel del mar no tienen cabida adecuada en los actuales esquemas de planificación de la gestión de las costas.

**Asentamientos humanos:** Además de los riesgos para la hidrología y para las costas, hay una vulnerabilidad moderada frente a los impactos que afecten a la calidad del agua, los desagües, la evacuación de desechos, la minería, el transporte, los seguros y el turismo. En conjunto, esos efectos serán probablemente pequeños en comparación con otras influencias económicas, pero aun así representan unos costos importantes para las grandes industrias.

**Salud humana:** Parece existir un cierto grado de vulnerabilidad. Las comunidades indígenas y los menos favorecidos económicamente

podrían hallarse más expuestos. Se espera un aumento de la mortalidad por efecto del calor, de las enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue, y de las vinculadas al agua y a las aguas de desecho, y de los problemas respiratorios relacionados con la contaminación en las ciudades. Aunque pequeños en comparación con el conjunto de las afecciones, estos impactos podrían repercutir de manera considerable en las comunidades y en los costos.

**Conclusiones:** La latitud relativamente baja de Australia hace que en este país sean especialmente vulnerables los escasos recursos hídricos y los cultivos que crecen a temperaturas óptimas o superiores, mientras que en Nueva Zelandia, situada en una latitud media y con un clima más fresco y húmedo, los efectos podrían ser ligeramente beneficiosos, gracias a la disponibilidad de los cultivos adecuados y a un posible aumento de la producción agrícola. Para ambos países, sin embargo, hay toda una diversidad de situaciones en que la vulnerabilidad se considera moderada o alta, y particularmente para los ecosistemas, la hidrología, las zonas costeras, los asentamientos humanos y la salud humana.

## 6.5 Europa

Europa abarca la parte occidental del continente eurasiático. Su frontera oriental está delimitada por los Montes Urales, el río Ural y parte del Mar Caspio. La proximidad de la Corriente del Golfo, relativamente templada, además de una circulación atmosférica típica, contribuyen a la acentuada variabilidad espacial y temporal de la temperatura y de la precipitación en esa región. Al sur de la gran divisoria de los Alpes, el clima es de tipo mediterráneo.

**Ecosistemas:** Los ecosistemas naturales se hallan por lo general fragmentados, alterados y confinados a suelos pobres. Esta situación los hace más sensibles al cambio climático. Las praderas mediterráneas y boreales podrían desplazarse en respuesta a un cambio en el volumen y distribución estacional de las precipitaciones. El límite septentrional de los bosques de la península fino-escandinava y del norte de Rusia invadirían probablemente regiones de tundra, reduciendo la extensión de éstas, de las ciénagas y del permafrost. La supervivencia de algunas especies y tipos de bosque podría verse amenazada si, como indican las proyecciones, el desplazamiento de las zonas climáticas es más rápido que la migración de aquéllas. Los ecosistemas y especies de gran altura son especialmente vulnerables, ya que no tienen a dónde migrar. Un aumento de la temperatura, sumado a una disminución de la humedad del suelo, reduciría considerablemente la formación de turba en la península fino-escandinava y en las turberas del norte de Rusia. El deshielo de la capa de permafrost crearía extensiones de agua en algunas áreas e inundaría y fundiría los lagos en otras, alterando con ello los actuales tipos de ecosistemas de los humedales. Aunque la diversidad de especies de agua dulce podría aumentar en un clima más cálido, particularmente en las latitudes media y alta, la diversidad de especies podría disminuir inicialmente en las regiones templadas y boreales. Los ecosistemas del sur de Europa se verían amenazados por una disminución de la precipitación y por el consiguiente agravamiento de la escasez de agua.

**Hidrología y recursos hídricos:** En el curso de este siglo, la mayor parte de Europa ha experimentado aumentos de temperatura superiores al promedio mundial, una mayor precipitación en la mitad norte, y una disminución de ésta en la mitad sur de la región. Las proyecciones del clima futuro indican, excluyendo el efecto de los aerosoles, que la precipitación podría aumentar en las latitudes altas de Europa, con resultados diversos

en el resto. Las incertidumbres actuales respecto de la precipitación futura aumentarán en general si se incluye el efecto de los aerosoles.

El suministro de agua podría resultar afectado si aumentan las crecidas en el norte y noroeste de Europa, y las sequías en el sur del continente. Muchas llanuras inundables de la Europa occidental se hallan ya superpobladas, lo que hace difícil mejorar la protección contra las crecidas. La contaminación es un problema importante en muchos ríos; un clima más templado podría empeorar la calidad del agua, particularmente si se produce también una disminución de la escorrentía. Unos veranos más cálidos harían aumentar la demanda de agua, si bien la mayor demanda de agua de riego quedaría compensada, en parte al menos, para muchos cultivos, por una mayor eficacia en la utilización del agua asociada a la fertilización por CO<sub>2</sub>.

Los cambios previstos en relación con la nieve y el hielo tendrán un fuerte impacto en las corrientes y ríos de Europa. Hasta un 95% de la masa glaciar alpina podría desaparecer de aquí a 2100, lo cual influiría en el régimen de flujo hídrico, afectando, por ejemplo, al abastecimiento de agua en los veranos, a la navegación y a la energía hidroeléctrica. En algunas áreas, también el turismo de invierno podría resultar afectado negativamente.

La gestión del agua está determinada en parte por la legislación y cooperación entre entidades estatales, en el ámbito de cada país y a nivel internacional; un cambio en el suministro y en la demanda de agua obligaría a reconsiderar las disposiciones actualmente existentes, tanto en materia jurídica como de cooperación.

**Producción de alimentos y de fibras:** En un clima más templado, el riesgo de heladas sería menor, lo que permitiría extender hacia el sur de la península fino-escandinava y el oeste de Rusia los cultivos de cereales de invierno y otros. Se espera que aumente el rendimiento potencial de los cultivos de invierno, especialmente en la Europa central y meridional, suponiendo que la precipitación o el riego no impongan limitaciones, y que la eficacia en la utilización del agua aumente con la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Una subida de las temperaturas primaverales ampliaría las zonas aptas para la mayoría de los cultivos de verano. En la Europa central y oriental el rendimiento de los cultivos podría aumentar, aunque en la parte occidental tal vez disminuya. Una menor precipitación en el sur de Europa reduciría el rendimiento de los cultivos y haría que el agua de riego compitiera aún más con la destinada a usos domésticos e industriales. Además del rendimiento de los cultivos, la adaptación de los agricultores, la política agrícola y los mercados mundiales constituyen factores importantes del impacto económico que producirá el cambio climático sobre el sector agrícola.

**Sistemas costeros:** Las zonas costeras son importantes desde el punto de vista ecológico y económico. Los asentamientos y la actividad económica la han reducido la resistencia y adaptabilidad de los sistemas costeros a la variabilidad y al cambio del clima, así como al aumento del nivel del mar. Algunas áreas costeras se hallan ya bajo el nivel medio del mar, y muchas otras son vulnerables a las mareas de tempestad. Las áreas más expuestas son las costas de Holanda, Alemania, Ucrania y Rusia, algunos deltas del Mediterráneo, y las zonas costeras del Báltico. Los planificadores de las costas tendrán que hacer frente también a mareas de tempestad y cambios de la precipitación y de la velocidad y dirección del viento. Aunque en general será posible hacer frente a fuertes impactos económicos y sociales con un nivel de inversiones relativamente bajo, no ocurre lo mismo en las áreas urbanas de niveles bajos que son vulnera-

bles a las mareas de tempestad, ni con los ecosistemas —particularmente los humedales costeros— que podrían resultar aún más dañados con las medidas de protección.

**Asentamientos humanos:** Se producirá un cambio en la oferta y en la demanda de agua para refrigeración. La demanda de energía podría aumentar en verano (refrigeración) y disminuir en invierno (calefacción), y habrá un cambio en los valores máximos de la demanda de energía. Será necesario adaptar la infraestructura, los edificios y las ciudades previstos para temperaturas más bajas, y especialmente frente a las olas de calor, de forma que mantengan su funcionalidad actual. En aquellas áreas en que la precipitación aumente o se intensifique, habrá un mayor riesgo de deslizamientos de tierra y de crecidas de los ríos.

**Salud humana:** Con el calentamiento mundial, habrá un mayor número de muertes a causa del calor, exacerbado por el empeoramiento de la calidad del aire en las ciudades; disminuirán, en cambio, los fallecimientos a causa del frío. Las enfermedades transmitidas por vectores se extenderán aún más. Estos impactos podrán atenuarse considerablemente adoptando medidas de atención sanitaria.

**Conclusiones:** Aunque en muchas partes de Europa la capacidad de adaptación de los sistemas gestionados es relativamente sólida, serán previsible otros impactos de gran magnitud como consecuencia del cambio climático. Los principales efectos se manifestarán probablemente en un cambio de la frecuencia de los fenómenos extremos y de la precipitación, que causará más sequías en algunas áreas y más crecidas fluviales en otras. Los efectos se harán sentir principalmente en la agricultura y en otras actividades que dependen del agua. Según las proyecciones, los bosques boreales y las áreas de permafrost experimentarán cambios importantes. Los ecosistemas son especialmente vulnerables, debido a la rapidez prevista del cambio climático y a las dificultades para la migración.

## 6.6 América Latina

La América Latina abarca todos los países continentales al sur de Estados Unidos, desde México hasta Chile y Argentina, así como los mares adyacentes. Es una región muy heterogénea en términos de clima, ecosistemas, distribución de la población humana y tradiciones culturales. Algunos de los países de América Latina, especialmente los del istmo de América Central, más Ecuador, Brasil, Perú, Bolivia, Chile y Argentina, se ven muy afectados por las consecuencias socioeconómicas de la variabilidad del clima a escala entre estacional e interanual, y particularmente por el fenómeno El Niño Oscilación Austral (ENOA). La mayoría de la producción está basada en los extensos ecosistemas naturales de la región, y el impacto de la actual variabilidad del clima sobre los recursos naturales sugiere que la repercusión de los cambios climáticos previstos podría ser suficientemente importante para ser tenida en cuenta en las iniciativas de planificación nacionales y regionales. La utilización de las tierras es actualmente una de las causas más importantes del cambio que están experimentando los ecosistemas, mediante sus complejas interacciones con el clima. Este factor hace muy difícil encontrar pautas comunes en cuanto a la vulnerabilidad al cambio climático.

**Ecosistemas:** Se espera que el cambio climático afecte a grandes extensiones de bosques y pastizales; los ecosistemas de montaña y las zonas de transición entre distintos tipos de vegetación serán especialmente vulnerables. El cambio climático podría agravar los efectos adversos de la continuada deforestación de los bosques pluviales de la Amazonia. Este

impacto podría ocasionar una pérdida de diversidad biológica, y reduciría las lluvias y la escorrentía tanto en el interior como en el exterior de la cuenca del Amazonas (al haber un menor reciclado de la precipitación por evapotranspiración), afectando al ciclo del carbono mundial.

**Hidrología y recursos hídricos:** El cambio climático podría afectar de manera notable al ciclo hidrológico, alterando la intensidad y la distribución temporal y espacial de la precipitación, de la escorrentía de superficie y de la recarga de agua, produciendo impactos diversos sobre diferentes ecosistemas naturales y actividades humanas. Las áreas áridas y semiáridas serán particularmente vulnerables a un cambio en la disponibilidad de agua. La generación de energía hidroeléctrica y la producción de cereales y ganado serán especialmente vulnerables al cambio en el suministro de agua, particularmente en Costa Rica, Panamá y el piedmont de los Andes, así como en áreas adyacentes de Chile y del occidente de Argentina, entre los 25°S y los 37°S. Los impactos sobre los recursos de agua podrían ser suficientes para provocar conflictos entre usuarios, regiones y países.

**Producción de alimentos y de fibras:** Se prevé una disminución de la producción agrícola —incluso tomando en cuenta los efectos positivos del aumento de CO<sub>2</sub> sobre el crecimiento de los cultivos y un cierto grado de adaptación de las explotaciones agrarias— para varios tipos de cultivos de México, países del istmo de América Central, Brasil, Chile, Argentina y Uruguay. Además, la producción pecuaria menguará si las praderas de las regiones templadas se ven afectadas por una disminución sustancial de la disponibilidad de agua. Los fenómenos extremos (por ejemplo, crecidas, sequías, heladas o tormentas) podrían perjudicar los pastizales y la producción agrícola (por ejemplo, los cultivos de banana de América Central). Las formas de vida de los pueblos tradicionales, por ejemplo las de muchas comunidades andinas, resultaría amenazada si disminuyera la productividad o la superficie de los pastizales o de los cultivos tradicionales.

**Sistemas costeros:** En las costas bajas y estuarios de los países del istmo de América Central, Venezuela, Argentina o Uruguay el aumento del nivel del mar podría reducir la tierra de las costas y la diversidad biológica (en particular, arrecifes de coral, ecosistemas de manglares, humedales de estuario, mamíferos marinos y pájaros), dañar las infraestructuras y ocasionar intrusiones de agua salada. Si la subida del nivel del mar bloqueara la escorrentía de los ríos de llanura hacia el océano, podría aumentar el riesgo de crecida en esas cuencas (por ejemplo, en la Pampa argentina).

**Asentamientos humanos:** El cambio climático tendría diversos efectos directos e indirectos sobre el bienestar, la salud y la seguridad de los habitantes de América Latina. Además, podría exacerbar el impacto directo como consecuencia del aumento del nivel del mar, de condiciones meteorológicas adversas y de episodios climáticos extremos (por ejemplo, crecidas, crecidas instantáneas, tempestades, desprendimientos de tierra u olas de frío o de calor), así como los efectos indirectos ocasionados por el impacto en otros sectores, tales como el abastecimiento de agua y alimentos, el transporte, la distribución de energía y los servicios de saneamiento. Serán particularmente vulnerables los grupos de población que habitan en barrios precarios en los suburbios de las grandes ciudades, y especialmente si están situados en áreas propensas a las crecidas o en laderas inestables.

**Salud humana:** Los cambios proyectados del clima podrían intensificar los efectos del grave estado crónico de malnutrición y enfermedades en

que se ya encuentran algunas poblaciones de América Latina. Si aumentaran la temperatura y las precipitaciones, la distribución geográfica de las enfermedades transmitidas por vectores (por ejemplo, paludismo, dengue, chagas) y de las enfermedades infecciosas (por ejemplo, el cólera) se extenderían hacia el sur y hacia terrenos más elevados. La contaminación y las altas concentraciones de ozono en la superficie, intensificados por un aumento de la temperatura superficial, podrían afectar negativamente a la salud y el bienestar de las personas, especialmente en áreas urbanas.

**Conclusiones:** El creciente deterioro del medio ambiente (en forma, por ejemplo, de cambios en la disponibilidad de agua, pérdida de tierras agrícolas o anegamiento de áreas costeras, ribereñas y llanas) a que darían lugar la variabilidad y el cambio del clima y las prácticas de utilización de las tierras agravarían los problemas socioeconómicos y sanitarios, fomentarían la migración de las poblaciones rurales y costeras y recrudecerían los conflictos nacionales e internacionales.

### 6.7 América del Norte

Esta región abarca Canadá y los Estados Unidos al sur del Círculo Polar Ártico. En su interior, la vulnerabilidad al cambio climático y los impactos producidos por éste varían notablemente de un sector a otro y de una a otra subregión. Esta "textura" es importante para comprender los efectos potenciales del cambio climático en América del Norte y para formular e implementar unas estrategias de respuesta viables.

**Ecosistemas:** La mayoría de los ecosistemas presentan una sensibilidad entre moderada y alta a los cambios del clima. Sus efectos consistirán probablemente en alteraciones tanto beneficiosas como perjudiciales. Entre ellas, cabe citar las siguientes: desplazamiento hacia el norte de bosques y de otros tipos de vegetación, que al alterar los hábitats afectarían a la diversidad biológica y reducirían los bienes y servicios que aquéllos originan, tanto de mercado como no de mercado; disminución de la densidad de los bosques y de las áreas boscosas en algunas subregiones, aunque aumentando en otras; mayor frecuencia y alcance de los incendios; expansión de las especies de tierra árida hacia la región de la gran cuenca; desecamiento de los humedales de lodo de las praderas, que contienen actualmente más del 50% del total de los cursos de agua de América del Norte; y cambios en la distribución de los hábitats de los peces de aguas frías, templadas y cálidas. Para los ecosistemas actualmente no sometidos a una gestión intensiva, las posibilidades de emplear prácticas de gestión para limitar los posibles daños serán probablemente escasas.

**Hidrología y recursos hídricos:** La cantidad y la calidad del agua son particularmente sensibles al cambio climático. Las repercusiones podrían consistir en una mayor escorrentía durante el invierno y la primavera, y en una disminución de la humedad del suelo y de la escorrentía durante el verano. Las Grandes Planicies y las regiones de praderas son especialmente vulnerables. El proyectado aumento de la frecuencia de precipitaciones intensas y de crecidas graves podría ir también acompañado de una mayor duración de los períodos secos entre lluvias y de una mayor frecuencia y/o gravedad de la sequía en algunas partes de América del Norte. La calidad del agua podría resentirse, y disminuiría en aquellos lugares en que amengüe el flujo de los ríos. Existe un gran número de oportunidades para adaptarse, aunque tanto su costo como los posibles obstáculos podrían limitar su aplicación.

**Producción de alimentos y de fibras:** La productividad de los recursos de alimentos y fibras en América del Norte presenta una sensibilidad entre

moderada y alta a los cambios del clima. La mayoría de los estudios, sin embargo, no han tenido enteramente en cuenta los efectos de los posibles cambios en la variabilidad del clima, la disponibilidad de agua, los efectos de las plagas, de las enfermedades y de los incendios, o la interacción con otros factores de desgaste actualmente presentes. Los escenarios de clima más templado (aumentos de 4-5°C en América del Norte) han arrojado estimaciones de impacto negativo en las regiones oriental y sudoriental y en el llamado "cinturón del maíz", junto con efectos positivos en las llanuras septentrionales y en las regiones occidentales. Para un calentamiento más moderado, las estimaciones indicaban efectos predominantemente positivos en algunos cultivos de estaciones templadas. La vulnerabilidad de la producción forestal comercial es incierta, aunque será probablemente menor que la de otros sistemas sujetos a una gestión menos intensiva, por efecto de los cambios tecnológicos y de las opciones de gestión. Se considera que la vulnerabilidad de la producción de alimentos y fibras en América del Norte es baja a escala continental, aunque a nivel subregional es posible que haya variaciones en cuanto a las pérdidas o ganancias. La capacidad de adaptarse podría quedar limitada a causa de: insuficiencia de información; obstáculos institucionales; un alto costo social, económico y medioambiental; y la rapidez del cambio climático.

**Sistemas costeros:** Durante miles de años, el nivel del mar ha estado subiendo con respecto a la tierra en la mayor parte de la costa de América del Norte, y bajando en algunos lugares. En el siglo próximo, un aumento de 50 cm en el nivel del mar por efecto del cambio climático podría por sí solo inundar entre 8.500 y 19.000 km<sup>2</sup> de tierras secas, aumentando en más de 23.000 km<sup>2</sup> la extensión de sus llanuras inundadas en 100 años, y eliminando hasta un 50% de sus humedales costeros. Los cambios del nivel del mar obtenidos atribuibles en las proyecciones únicamente al cambio climático subestimarían, en la línea costera oriental y en la costa del Golfo, la variación total atribuible a la totalidad de las causas. En numerosas áreas, los humedales y las playas de estuarios podrían quedar atrapados entre el mar en ascenso y los diques o muros de contención levantados para proteger los asentamientos humanos. Varios gobiernos locales están poniendo en marcha reglamentaciones sobre la utilización de las tierras, para que los ecosistemas costeros puedan migrar hacia el interior a medida que asciende el nivel del mar. Las intrusiones de agua salina podrían poner en peligro el abastecimiento de agua en algunos lugares.

**Asentamientos humanos:** Los cambios del clima proyectados podrían tener impactos positivos y negativos sobre los costos de explotación y mantenimiento de las tierras de América del Norte, y sobre el transporte de agua. Dichos cambios podrían también acentuar los peligros para la propiedad y para la salud y la vida humana, en razón de una mayor exposición a los riesgos naturales (por ejemplo, incendios, desprendimientos de tierra o fenómenos meteorológicos extremos), dando lugar a una demanda mayor para refrigeración y menor para calefacción, mientras que el efecto neto global variaría según la región geográfica.

**Salud humana:** El clima puede producir unos efectos negativos de gran alcance sobre la salud humana, tanto por vía directa (por ejemplo, calor excesivo, o fenómenos meteorológicos/climáticos extremos) como indirecta (por ejemplo, vectores de enfermedades y agentes infecciosos, exposición ambiental o laboral a sustancias tóxicas, producción de alimentos). En regiones de latitudes altas, es previsible un cierto efecto sobre la salud humana, debido a los cambios de dieta a que darían lugar las variaciones en las pautas de migración y en la abundancia de fuentes de alimento autóctonas.

**Conclusiones:** Considerados individualmente, los diferentes impactos del cambio climático podrían hallarse dentro de las posibilidades de respuesta de una subregión o sector determinados. Sin embargo, las proyecciones predicen que ocurrirán simultáneamente, y coincidiendo con cambios de población, tecnológicos, económicos, y otros de índole medioambiental y social, lo cual complica aún más la evaluación de impactos y la elección de unas respuestas adecuadas. Las características de las subregiones y sectores de América del Norte sugieren que tanto los impactos del cambio climático como las opciones de respuesta no serán uniformes.

Muchos sistemas de América del Norte presentan una sensibilidad entre moderada y alta al cambio climático y, según las estimaciones, algunos de los efectos de dicho cambio podrían causar daños importantes. En muchos casos, se dispone de capacidad tecnológica para adaptar la gestión de los sistemas a fin de aminorar o evitar los efectos perjudiciales. Las posibilidades de adaptarse, sin embargo, disminuirían debido a los costos, a la falta de incentivo del sector privado para proteger los sistemas naturales públicos, a una deficiente información sobre los cambios futuros del clima y sobre las opciones de adaptación disponibles, y a obstáculos institucionales. Algunos de los sectores y regiones más vulnerables son los ecosistemas forestales naturales de largo período de vida existentes en el este y en el interior del oeste; los recursos hídricos de las llanuras del sur; la agricultura de las llanuras del sureste y del sur; la salud humana en aquellas áreas en que está empeorando la calidad del aire en las ciudades; los ecosistemas y hábitats del norte; las playas de estuario de las áreas desarrolladas; y las pesquerías de aguas frías y menos frías en latitudes bajas. Otros sectores y subregiones podrían también beneficiarse de las oportunidades creadas por el aumento de temperatura y, potencialmente, de la fertilización por CO<sub>2</sub>, y en particular: los bosques de coníferas de la costa oeste; algunos pastizales de la parte occidental; un menor costo de la energía en calefacción en las latitudes septentrionales; un menor costo en sal contra la nieve y en trabajos de quitanieves; una mayor duración de la estación sin hielos en aguas de los canales y puertos septentrionales; y la agricultura en las latitudes norte, en el interior del oeste y en la costa oeste.

## 6.8 Pequeños Estados insulares

Con excepción de Malta y de Chipre en el Mediterráneo, todos los Estados insulares aquí examinados se hallan en los trópicos. Aproximadamente una tercera parte de ellos constan básicamente de una sola isla; el resto están constituidos por un número pequeño o grande de ellas. Los Estados insulares y atolones de baja altura son especialmente vulnerables al cambio climático y al aumento del nivel del mar que éste conllevaría, dado que en muchos casos (Bahamas, Kiribati, las Maldivas o las Islas Marshall), una gran parte de la superficie raramente sobrepasa hoy los 3-4 m por encima del nivel medio del mar. Numerosas islas de mayor altura son también vulnerables a los efectos del cambio climático, particularmente en su zona costera, en la que casi invariablemente se concentran los principales asentamientos y la infraestructura económica esencial.

**Ecosistemas:** Aunque las proyecciones no indican que los aumentos de temperatura vayan a tener unas consecuencias adversas y generalizadas, algunos ecosistemas críticos como los arrecifes de coral son muy sensibles a los cambios de temperatura. Algunos arrecifes son capaces de adaptarse al rápido aumento del nivel del mar, pero en muchos lugares de los trópicos (por ejemplo, el Mar Caribe, o el Océano Pacífico) ciertas especies de corales viven ya al límite de su tolerancia de temperatura. Una subida de la temperatura del agua (por encima de los máximos esta-

cionales) puede dañar seriamente los corales por decoloración y perjudicar sus funciones reproductivas, ocasionando una mayor mortalidad. La capacidad de adaptación de los manglares al cambio climático variará según las especies y las condiciones locales (por ejemplo, la presencia o no de entornos de grandes mareas y ricos en sedimentos, o la disponibilidad de agua dulce en cantidades suficientes para mantener el balance de salinidad). La capacidad natural de los manglares para adaptarse y migrar hacia tierra se reducirá también probablemente, debido a la pérdida de tierra en las costas y a la presencia de infraestructura en la zona costera. En algunas islas, los ecosistemas están ya acusando los efectos de otros factores antropógenos (por ejemplo, la contaminación) que podrían constituir una amenaza de la misma magnitud que el cambio climático. Éste vendría a ser un factor más, poniendo aún más en peligro la viabilidad a largo plazo de estos ecosistemas tropicales.

**Hidrología y recursos hídricos:** La escasez de agua dulce constituye un grave problema en numerosos pequeños Estados insulares, muchos de los cuales dependen en gran medida del agua de lluvia para su abastecimiento. Un cambio en las pautas de precipitación podría causar graves problemas a esos países.

**Sistemas costeros:** Se espera un mayor grado de erosión y una mayor pérdida de tierra en las costas en muchos pequeños estados insulares por efecto del aumento previsto en el nivel del mar. En el caso del atolón Majuro, en las Islas Marshall, y en Kiribati, se estima que, si el nivel del mar aumentara en 1 m, hasta un 80% y un 12.5% (respectivamente) de la extensión de tierra total podrían resultar vulnerables. En términos generales, se espera que los balances de sedimento de las playas resulten afectados negativamente por una menor deposición de sedimento. En las islas altas, sin embargo, un aumento de la acumulación de sedimento de los cursos de agua ayudaría a compensar la arena perdida en los arrecifes. Se espera también que los Estados insulares y atolones de baja altura experimenten un mayor número de crecidas e inundaciones, y de salinización (de los suelos y de los embalsamientos de agua dulce), como consecuencia directa del aumento del nivel del mar.

**Asentamientos humanos e infraestructura:** En cierto número de islas, es probable que corran peligro las infraestructuras esenciales y los principales núcleos de población actualmente situados al nivel del mar, o próximos a éste, y cercanos a la costa (frecuentemente a 1-2 km de ésta, como sucede en Kiribati, Tuvalu, las Maldivas o las Bahamas). Además, las evaluaciones de vulnerabilidad sugieren también que los costos de protección de la orilla y de la infraestructura podrían ser muy gravosos para algunos de esos países.

**Salud humana:** Se prevé que el cambio climático acentúe los problemas de salud en relación con las enfermedades vinculadas al calor, el cólera, el dengue y el envenenamiento por biotoxinas, y que sobrecargue aún más los esquemas de asistencia sanitaria de la mayoría de esas islas.

**Turismo:** El turismo es el sector económico dominante en algunos pequeños estados insulares del Mar Caribe y de los Océanos Pacífico e Índico. En 1995, el turismo representó un 69%, un 53% y un 50% del producto nacional bruto (PNB) en Antigua, Bahamas y Maldivas, respectivamente. Este sector proporciona también un gran volumen de moneda extranjera a diversos pequeños Estados insulares, muchos de los cuales dependen en gran medida de la importación de alimentos, combustible y otros muchos bienes y servicios esenciales. En 1995, los ingresos de moneda extranjera obtenidos del turismo proporcionaron también a algunos países más del 50% de sus ingresos totales. El cambio climáti-

co y el aumento del nivel del mar afectarían al turismo de manera directa e indirecta. La pérdida de playas por erosión e inundaciones, la salinización de los acuíferos de agua dulce, un mayor efecto de desgaste sobre los ecosistemas costeros, los daños producidos en la infraestructura por las tormentas tropicales y extratropicales, y una pérdida de instalaciones recreativas en general pondrían en peligro la viabilidad, y amenazarían la sostenibilidad a largo plazo, de esta importante industria en muchas pequeñas islas.

**Conclusión:** Para poder evaluar la vulnerabilidad de estos Estados insulares frente al cambio previsto del clima, será necesario evaluar su vulnerabilidad desde un punto de vista integrador. La interacción entre diversos atributos biofísicos (por ejemplo, las dimensiones, la altura, o el aislamiento relativo) y el carácter económico y sociocultural de las islas determinará en última instancia la vulnerabilidad de éstas. Además, algunas de ellas están expuestas periódicamente a riesgos no relacionados con el clima (por ejemplo, terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis); no es posible evaluar con precisión la vulnerabilidad global de estas islas sin tener en cuenta esos riesgos. Del mismo modo, en las evaluaciones de vulnerabilidad de estos Estados habría que tomar en consideración el valor de los bienes y servicios no comercializados (por ejemplo, los bienes de subsistencia, la estructura comunitaria, o los conocimientos y artes tradicionales), que podrían resultar también amenazados por el cambio climático. En algunas sociedades insulares, este patrimonio es igual de importante que los bienes y servicios comercializados.

Las incertidumbres de que adolecen las proyecciones del cambio climático podrían desfavorecer la adaptación, especialmente si se tiene en cuenta que algunas opciones pueden ser costosas u obligar a modificar las normas y los comportamientos sociales. En principio, las políticas y programas de desarrollo que procuran utilizar los recursos de manera sostenible, y que pueden responder de manera efectiva a situaciones cambiantes como el cambio climático, serían beneficiosos para los pequeños Estados insulares, aun en el caso de que no se produjera el cambio climático.

Los pequeños Estados insulares son muy vulnerables al cambio climático y al aumento del nivel del mar a nivel mundial. En teoría, existe toda una diversidad de estrategias de adaptación. En algunos pequeños Estados insulares y atolones de baja altura, sin embargo, la retirada de las costas no es una opción. En algunos casos extremos, podría ser necesario considerar como posibilidad las migraciones y los reasentamientos fuera de las fronteras nacionales.

## 6.9 El Asia templada

El Asia templada abarca los países de Asia comprendidos entre los 18°N y el Círculo Polar Ártico, incluidas las islas de Japón, la península de Corea, Mongolia, la mayor parte de China y la Siberia rusa. La longitud de esta área, de este a oeste, es de unos 8.000 km y, de norte a sur, de aproximadamente 5.000 km. En ella cabe distinguir diferentes subregiones, como las regiones áridas/semiáridas, la región monzónica y Siberia.

**Ecosistemas:** Aunque el área de distribución potencial de los bosques templados de esta región está, en gran medida, talada y se destina al cultivo intensivo, el cambio climático mundial podría ser suficiente para desencadenar cambios estructurales en los demás bosques templados. La naturaleza y magnitud de estos cambios depende, sin embargo, de los cambios concomitantes en cuanto a disponibilidad del agua y en cuanto a la eficiencia de su uso. El cambio de los valores de temperatura y precipitación en los pastizales templados podría alterar las estaciones de cultivo y oca-

sionar desplazamientos de las fronteras entre las praderas, los bosques y el monte bajo. Ciertos estudios realizados mediante modelos sugieren que en un clima con el doble de concentración de CO<sub>2</sub> sobrevendría una gran disminución de la extensión (hasta un 50%) y de la productividad de los bosques boreales (principal en la Federación de Rusia), acompañada de una notable expansión de las praderas y del monte bajo. Habría también una disminución de hasta el 50% en la superficie de la tundra —acompañada de una emisión de metano procedente de depósitos de turba profundos— y un aumento (inferior al 25%) de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Hidrología y recursos hídricos:** En conjunto, la mayoría de las simulaciones basadas en escenarios en condiciones de equilibrio con duplicación de los niveles de CO<sub>2</sub> predicen una disminución del suministro de agua, excepto en algunas cuencas fluviales. Unos inviernos más templados podrían afectar al balance hídrico, ya que la demanda de agua es mayor en primavera y en verano. Las características del clima previsto, en condiciones de equilibrio, para un valor doble de CO<sub>2</sub> equivalente indican que de aquí a 2050 la masa de los glaciares de montaña podría disminuir en hasta un 25%. Según las proyecciones, la escorrentía de los glaciares en Asia central aumentaría inicialmente al triple de aquí a 2050, disminuyendo después hasta llegar a dos tercios de su valor actual en 2100. Los resultados de los modelos sugieren que en la parte septentrional de China la escorrentía es bastante vulnerable al cambio climático, básicamente como consecuencia de los cambios de la precipitación en primavera, verano y otoño, en especial durante la estación de lluvias. Para equilibrar el suministro de agua con la oferta, el planteamiento más adecuado para Japón consistiría probablemente en una gestión cada vez más eficaz de ese recurso. En otras partes de la región, el desarrollo de los recursos hídricos seguirá siendo importante: lo importante, en lo que se refiere a la adaptación, es cómo ajustar el diseño de las nuevas infraestructuras de recursos hídricos para que tengan presente las incertidumbres derivadas del cambio climático. De éstas, las más importantes son la falta de proyecciones fiables sobre los efectos del cambio mundial sobre el monzón de Asia o sobre el fenómeno ENOA, que tienen una gran influencia sobre las escorrentías fluviales. En el futuro, será necesario estudiar los impactos múltiples sobre los recursos hídricos en las cuencas fluviales internacionales.

**Producción de alimentos y de fibras:** Según proyecciones sobre el clima obtenidas mediante diversos MCG, el rendimiento de los cultivos variará en muy diversa medida. En China, por ejemplo, los cambios proyectados para diversos cultivos hasta 2050 según diferentes escenarios serían como sigue: arroz, -78% a +15%; trigo, -21% a +55%; y maíz, -19% a +5%. Aunque la productividad podría aumentar, si se tienen en cuenta los efectos positivos del CO<sub>2</sub> sobre el crecimiento de los cultivos, su magnitud sigue siendo incierta. Un desplazamiento hacia el norte de las zonas de cultivo incrementará previsiblemente la productividad agrícola en el norte de Siberia, pero reducirá (en un 25% aproximadamente) la producción de cereales en el suroeste de Siberia, por efecto de un clima más árido. La acuicultura es particularmente importante para el Asia templada. Podría intensificarse el cultivo de especies de aguas templadas. El aumento de temperaturas obligará a preocuparse por el agotamiento del oxígeno, las enfermedades de los peces y la introducción de especies no deseadas, así como por factores potencialmente negativos, tales como el cambio de las pautas reproductivas existentes, las rutas migratorias o las relaciones entre los ecosistemas.

**Sistemas costeros:** Un aumento del nivel del mar acentuará los actuales problemas, ya graves, de hundimiento de los terrenos en deltas fluviales



por causas tectónicas y antropógenas. La intrusión de agua salada podría también agravarse. Un aumento de 1 m en el nivel del mar podría en peligro ciertas áreas de la costa: por ejemplo, la zona costera de Japón, en la que se localiza el 50% de la producción industrial (Tokio, Osaka, Nagoya); además, cerca del 90% de las playas de arena que subsisten en ese país correrían peligro de desaparecer.

**Salud humana:** El cambio climático proyectado por cierto MCG en condiciones de transición (GFDL X2, UKMO X6) elevaría a más del doble la mortalidad y enfermedades causadas por el calor (predominantemente de tipo cardiorrespiratorio) de aquí a 2050, debido a un aumento en la frecuencia o en la intensidad de las olas de calor. Un aumento neto -por efecto del cambio climático— de la distribución geográfica (en elevación y en latitud) de ciertos organismos vectores de enfermedades infecciosas (por ejemplo, mosquitos que inoculan el paludismo, o caracoles transmisores de la esquistosomiasis) y un cambio de la dinámica del ciclo de vida de los vectores y de los parásitos infecciosos podría incrementar, por añadidura, la propagación de muchas enfermedades transmitidas por vectores. Podrían aumentar también las enfermedades infecciosas no transmitidas por vectores —como el cólera, la salmonelosis y otras afecciones relacionadas con el agua y los alimentos—, por efecto de impactos climáticos sobre la distribución de agua, la temperatura y la proliferación de microorganismos. El riesgo de aparición y posterior propagación de epidemias podría reducirse: intensificando la vigilancia de las enfermedades e integrándola en otros sistemas de vigilancia continuada del medio ambiente, a fin de diseñar sistemas de aviso temprano; desarrollando con anticipación actuaciones de salud pública acordes con el medio ambiente; y desarrollando políticas sociales previsorias.

**Conclusiones:** Si se produce un cambio climático mundial, los principales impactos para el Asia templada consistirán en un notable desplazamiento de los bosques boreales, desaparición de partes importantes de los glaciares de montaña, y escaseces en el suministro de agua. La incertidumbre más importante en estas estimaciones se deriva de la ausencia de proyecciones fiables del ciclo hidrológico para posibles escenarios de cambio climático mundial. Los efectos del cambio climático sobre el monzón asiático y sobre el fenómeno ENOA son algunos de los resultados más inciertos de la modelización del ciclo hidrológico. Las proyecciones de rendimiento de los cultivos agrícolas son inciertas, no sólo por la incertidumbre en cuanto al ciclo hidrológico, sino también por los efectos potencialmente positivos del CO<sub>2</sub> y de las prácticas productivas. El aumento del nivel del mar pone en peligro las playas de arena de las zonas costeras, pero sigue siendo un problema antropógeno en los deltas fluviales. Es necesario realizar estudios de impacto que aborden de manera integrada múltiples factores de desgaste.

### 6.10 El Asia tropical

El Asia tropical es fisiográficamente variada y ecológicamente rica en especies naturales relacionadas con los cultivos. La población total actual de la región asciende a unos 1.600 millones y, según las proyecciones, aumentará a 2.400 millones de aquí a 2025. Aunque esta población es esencialmente rural, en 1995 contaba seis de las 25 ciudades más grandes del mundo. El clima en esta región se caracteriza por un régimen de tiempo estacional vinculado a los dos monzones, y por la aparición de ciclones tropicales en las tres áreas básicas de ciclogénesis (la Bahía de Bengala, el norte del Océano Pacífico y el sur del Mar de China). El cambio climático vendrá a sumarse a otros factores inclementes, como son la rápida urbanización, la industrialización y el

desarrollo económico, que contribuyen a una explotación insostenible de los recursos naturales, un aumento de la contaminación, la degradación de la tierra y otros problemas medioambientales.

**Ecosistemas:** Son previsible importantes desplazamientos de los ecosistemas hacia mayores altitudes en las montañas y tierras altas del Asia tropical. A grandes alturas, las malas hierbas desplazarán probablemente a las especies forestales, aunque es posible que la vegetación cambie más lentamente que el clima y se vea limitada por una mayor erosión en el Gran Himalaya. Los cambios en la distribución y en la salud de los bosques pluviales y de los bosques monzónicos más secos serán complejos. En Tailandia, por ejemplo, la superficie de bosque tropical podría pasar de un 45% a un 80% de la cubierta total de bosques, mientras que en Sri Lanka habría un aumento notable de los bosques secos y una disminución de los pluviales. Es probable que la mayor variabilidad prevista de la evapotranspiración y de las lluvias afecte a la viabilidad de los humedales de agua dulce, ocasionando una reducción y desecación de éstos. El aumento del nivel del mar y de la temperatura en superficie son los factores de desgaste más probables que acompañarán al cambio climático en los ecosistemas costeros. Los arrecifes de coral podrían adaptarse a la subida del nivel del mar, pero experimentarían un blanqueamiento por efecto del aumento de la temperatura. Se prevé que la migración hacia el interior de los manglares y de los humedales dependientes de las mareas se vea limitada por la infraestructura y por las actividades humanas.

**Hidrología y recursos hídricos:** El Himalaya desempeña un papel esencial en el suministro de agua al Asia monzónica continental. El aumento de la temperatura y la mayor variabilidad estacional de las precipitaciones ocasionarán previsiblemente una mayor recesión de los glaciares y un mayor peligro de desbordamiento de los lagos glaciales. Una disminución del flujo medio de los ríos de deshielo, junto con un nivel más alto de los flujos máximos y una mayor sedimentación, afectarán notablemente a la generación de energía hidroeléctrica, al suministro de agua en las ciudades y a la agricultura. La disponibilidad de agua proveniente de ríos de deshielo podría aumentar a corto plazo, aunque disminuiría a largo plazo. La escorrentía procedente de los ríos de deshielo podría también cambiar en el futuro. Una disminución del agua de deshielo afectará aún más al flujo de estos ríos en la estación seca. El aumento de la población y la mayor demanda en los sectores agrícola, industrial e hidroeléctrico afectará en una mayor medida a los recursos hídricos. Las presiones más acentuadas sobre los recursos hídricos afectarán a las cuencas fluviales más secas y a las de bajo flujo estacional. Se prevé que los cambios hidrológicos en las cuencas de drenaje de las islas y de las costas sean pequeños en comparación con los del Asia tropical continental, sin contar los que ocasionará el aumento del nivel del mar.

**Producción de alimentos y de fibras:** La sensibilidad de los principales cultivos cerealeros y forestales frente a la magnitud prevista de los cambios de temperatura, humedad y concentración de CO<sub>2</sub> en la región ha quedado patente en numerosos estudios. Así, por ejemplo, los impactos sobre el rendimiento de los cultivos de arroz, trigo y sorgo sugiere que todo aumento en la producción debido a la fertilización por CO<sub>2</sub> quedará más que compensado por la merma del rendimiento a que darán lugar los cambios de temperatura o de humedad. Aunque los impactos del cambio climático podrían originar cambios importantes en el rendimiento, producción, almacenamiento y distribución de los cultivos, el efecto neto de los cambios a nivel regional es incierto, debido a: las diferencias entre variedades; las diferencias locales en cuanto a estaciones de cultivo,

gestión de los cultivos, etc.; la ausencia de posibles enfermedades, plagas y microorganismos en las simulaciones mediante modelos de cultivo; y la vulnerabilidad de las extensiones agrícolas frente a peligros medioambientales episódicos tales como crecidas, sequías y ciclones. Serán especialmente vulnerables las poblaciones rurales de bajos ingresos que dependen de métodos agrícolas tradicionales o que se asientan sobre tierras marginales.

**Sistemas costeros:** Las tierras de las costas serán especialmente vulnerables; el impacto más evidente del cambio climático será el aumento del nivel del mar. Las llanuras costeras bajas densamente pobladas e intensamente cultivadas, las islas y los deltas son especialmente vulnerables a la erosión de las costas y a la pérdida de tierra, a las inundaciones y crecidas del mar, al movimiento corriente arriba del frente salino/de agua dulce, y a la intrusión de agua del mar en los embalsamientos de agua dulce. Se hallan especialmente en peligro los grandes deltas de Bangladesh, Myanmar, Viet Nam y Tailandia, y las áreas bajas de Indonesia, Filipinas y Malasia. Podrían sufrir impactos socioeconómicos las principales ciudades y puertos, los enclaves turísticos, la pesca artesanal y comercial, la agricultura costera y el desarrollo de la infraestructura. Estudios internacionales han previsto para esa región el desplazamiento de varios millones de personas desde la zona costera si se produjera una subida de 1 m del nivel del mar. El costo de las medidas de respuesta que habría que adoptar para reducir los efectos de dicha subida podría ser ingente.

**Salud humana:** La incidencia y la extensión de algunas enfermedades transmitidas por vectores aumentarían previsiblemente por efecto de un calentamiento mundial. El paludismo, la esquistosomiasis y el dengue, que son causas importantes de mortalidad y de morbilidad en el Asia tropical, son muy sensibles al clima; si se produjera un cambio climático, se propagarían probablemente hacia nuevas regiones en la frontera de las actuales áreas endémicas. En las poblaciones afectadas por primera vez, el número de fallecimientos sería inicialmente más alto. Según cierto estudio, centrado específicamente en la influencia del clima sobre las enfermedades infecciosas en las regiones actualmente vulnerables a partir de diversos escenarios MCG, el cambio climático ocasionaría un aumento del potencial epidémico de 12-27% para el paludismo y de 31-47% para el dengue, y una disminución de 11-17% para la esquistosomiasis. Se prevé también un incremento de las enfermedades transmitidas por el agua o relacionadas con ésta, que son ya causantes de la mayoría de emergencias epidémicas en la región, si el aumento de la temperatura y de la humedad viniera a añadirse a las condiciones actuales y al aumento previsto de la población, a la urbanización, al empeoramiento de la calidad del agua y a otras tendencias.

**Conclusiones:** Todos los efectos directos del cambio climático aquí evaluados (por ejemplo, el cambio en la disponibilidad de agua o en el rendimiento de los cultivos, o la inundación de áreas costeras) tendrán otros efectos indirectos sobre la seguridad de los alimentos y la salud humana. La idoneidad de las estrategias de adaptación a diferentes entornos climáticos variará según las subregiones y usos de la tierra en la región. Algunas de las opciones de adaptación son: nuevas variedades de

cultivos resistentes a la temperatura y a las plagas; nuevas tecnologías que reduzcan la disminución del rendimiento de los cultivos; mejoras en la eficiencia de riego; y planteamientos integrales de la gestión de las cuencas fluviales y de las zonas costeras que tengan presentes los problemas actuales y futuros, y en particular el cambio climático.

## 7. Necesidades de investigación

Las deficiencias e insuficiencias que se ponen en evidencia en este informe especial sugieren diversas áreas prioritarias de actividad en el futuro mediante las que ayudar a los responsables de políticas en su difícil tarea.

Se necesitaría, en particular:

- Mejores datos de referencia, tanto climáticos como socioeconómicos
- Mejores escenarios, especialmente de precipitación, fenómenos extremos, efectos de los aerosoles de sulfatos y cambios a escala regional
- Una mejor comprensión de los efectos ecológicos y fisiológicos del aumento de concentración de CO<sub>2</sub>, teniendo presente la competencia entre especies y la migración de éstas, los suelos y nutrientes, la aclimatación, y una separación entre el rendimiento de los cultivos, las raíces, los tallos y las hojas
- Modelos dinámicos del clima, de los procesos de la biosfera y de otros factores socioeconómicos, a fin de tener en cuenta el carácter evolutivo del cambio climático
- Evaluaciones de impacto para muy diversos escenarios y supuestos, con objeto de evaluar riesgos, particularmente en regiones que abarcan principalmente países en desarrollo y pequeños Estados insulares, en que los recursos para investigación y evaluación han sido hasta la fecha inadecuados
- Un análisis de las opciones de adaptación, y en particular de la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías y oportunidades de adaptar las actuales tecnologías a contextos nuevos
- Evaluaciones integradas que abarquen distintos sectores, desde el cambio climático hasta los costos económicos o de otro tipo, y que abarquen distintos países y regiones, y en particular las adaptaciones y otros cambios socioeconómicos.

## Autores/participantes

Robert T. Watson (Estados Unidos), Marofu C. Zinyowera (Zimbabue), Richard H. Moss (Estados Unidos), Reid E. Basher (Nueva Zelanda), Martin Beniston (Suiza), Osvaldo F. Canziani (Argentina), Sandra M. Díaz (Argentina), David J. Dokken (Estados Unidos), John T. Everett (Estados Unidos), B. Blair Fitzharris (Nueva Zelanda), Habiba Gitay (Australia), Bubu P. Jallow (Gambia), Murari Lal (India), R. Shakespeare Maya (Zimbabue), Roger F. McLean (Australia), M. Q. Mirza (Bangladesh), Rap Nellson (Estados Unidos), Ian P. Noble (Australia), Leonard A. Nurse (Barbados), H. W. O. Okoth-Ogendo (Kenia), A. Barrie Pittock (Australia), David S. Shriner (Estados Unidos), S. K. Sinha (India), Roger B. Street (Canadá), Su Jilun (China), Avelino G. Suárez (Cuba), Richard S. I. Tol (Países Bajos), Laura Van Wie McGrory (Estados Unidos), Masatoshi Yoshino (Japón).

# LISTA DE PUBLICACIONES DEL IPCC

## I. PRIMER INFORME DE EVALUACIÓN DEL IPCC (1990)

- a) **CAMBIO CLIMÁTICO — Evaluación científica del IPCC.** Informe de 1990 del Grupo de trabajo sobre la Evaluación Científica del IPCC (*también en chino, francés, inglés y ruso*)
- b) **CAMBIO CLIMÁTICO — Evaluación de los impactos del IPCC.** Informe de 1990 del Grupo de trabajo sobre Evaluación de los impactos (*también en chino, francés, inglés y ruso*).
- c) **CAMBIO CLIMÁTICO — Estrategias de respuesta del IPCC.** Informe de 1990 del Grupo de trabajo sobre Estrategias de Respuesta del IPCC (*también en chino, francés, inglés y ruso*).
- d) **Resúmenes para responsables de políticas, 1990.**

**Escenarios de la emisiones** (preparado por el Grupo de trabajo sobre Estrategias de Respuesta del IPCC), 1990.

**Evaluación de la vulnerabilidad de las zonas costeras a la elevación del nivel del mar — metodología común, 1991.**

## II. SUPLEMENTO DEL IPCC (1992)

- a) **CAMBIO CLIMÁTICO 1992 — Informe suplementario a la evaluación científica del IPCC.** Informe de 1992 del Grupo de trabajo sobre Evaluación Científica del IPCC.
- b) **CAMBIO CLIMÁTICO 1992 — Informe suplementario a la evaluación de los impactos del IPCC.** Informe de 1990 del Grupo de trabajo sobre Evaluación de los impactos del IPCC.

**CAMBIO CLIMÁTICO: evaluaciones de 1990 y 1992 del IPCC—** Primer informe de evaluación del IPCC – Resumen general y resúmenes para responsables de políticas y suplemento del IPCC de 1992 (*también en chino, francés, inglés y ruso*).

**El cambio climático global y el creciente desafío del mar.** Subgrupo de trabajo sobre gestión de las zonas costeras del Grupo de trabajo sobre Estrategias de Respuesta del IPCC, 1992.

**Informe del Cursillo de Estudios Nacionales del IPCC, 1992.**

**Directrices preliminares para evaluar los impactos del cambio climático, 1992.**

## III. INFORME ESPECIAL DEL IPCC, 1994

- a) **Directrices de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero** (3 volúmenes), 1994 (*también en chino, francés, inglés y ruso*).
- b) **Directrices técnicas del IPCC para evaluar los impactos del cambio climático y las estrategias de adaptación, 1994** (*también en árabe, chino, francés, inglés y ruso*).
- c) **CAMBIO CLIMÁTICO 1994 — Forzamiento radiativo del cambio climático y evaluación de los escenarios de emisiones IS92 del IPCC.**

## IV. SEGUNDO INFORME DE EVALUACIÓN DEL IPCC, 1995

- a) **CAMBIO CLIMÁTICO 1995 — La ciencia del cambio climático** (incluido el Resumen para responsables de políticas). Informe del Grupo de trabajo I del IPCC, 1995.
- b) **CAMBIO CLIMÁTICO 1995 — Análisis científicos y técnicos de impactos, adaptaciones y mitigación del cambio climático.** (incluido el Resumen para responsables de políticas). Informe del Grupo de trabajo II del IPCC, 1995.
- c) **CAMBIO CLIMÁTICO 1995 — Las dimensiones económicas y sociales del cambio climático.** (incluido el Resumen para responsables de políticas). Informe del Grupo de trabajo III del IPCC, 1995.
- d) **Síntesis del Segundo informe de evaluación del IPCC sobre la información científica y técnica pertinente para interpretar el artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1995.**

(Nota: la síntesis del IPCC y los tres resúmenes para responsables de políticas se han publicado en un solo volumen y existen también en árabe, chino, francés, inglés y ruso).

## V. INFORME ESPECIAL DEL IPCC, 1995

**Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (3 volúmenes), 1995.**

## VI. DOCUMENTOS TÉCNICOS DEL IPCC

**Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático — Documento Técnico I del IPCC** (*también en francés e inglés*).

**Introducción a los modelos climáticos simples utilizados en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC — Documento Técnico II del IPCC** (*también en francés e inglés*).

**Estabilización de los gases atmosféricos de efecto invernadero: implicaciones físicas, biológicas y socioeconómicas — Documento Técnico III del IPCC** (*también en francés e inglés*).

**Implicaciones de las propuestas de limitación de emisiones de CO<sub>2</sub> — Documento Técnico 4 del IPCC** (*también en francés e inglés*).

## VII. INFORME ESPECIAL DEL IPCC, 1997

**Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad.** (Incluido en resumen para responsables de políticas). Informe especial del Grupo de trabajo II del IPCC, 1997.