

**CAMBIO  
CLIMÁTICO  
GLOBALIZACIÓN  
Y SUBDESARROLLO**

RAMÓN PICHES MADRUGA (Cienfuegos, 1962). Licenciado en Economía del Comercio Exterior por la Universidad de La Habana (1985). Master en Ciencias Sociales por la Universidad de Lund, Suecia (1991) y Doctor en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (1998). Investigador Titular y Subdirector General del Centro de Investigaciones de la Economía Mundial (CIEM). Profesor Titular Adjunto de la Facultad de Economía, Universidad de La Habana, miembro del Buró del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) por dos mandatos 1997-2002 y 2002-2008; y miembro del Comité Científico Asesor del Instituto Interamericano para la Investigación sobre los Cambios Globales (IAI) desde 2007. Coordinador del Capítulo de escenarios socioeconómicos y ambientales para América Latina y el Caribe, en el proyecto GEO-4 del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2004-2008).

Ha escrito tres libros: *Petróleo en el mundo actual* (CIEM, 1993); *Desarrollo sostenible: un reto global* (Editorial de Ciencias Sociales, 2004); y *Economía mundial, energía y medio ambiente* (Editorial de Ciencias Sociales, 2004). Además ha publicado diversos artículos en revistas y libros nacionales y extranjeros. En 2004 recibió la Medalla "Alfonso Caso" de la UNAM y ha participado en investigaciones del CIEM que han sido premiadas por la Academia de Ciencias de Cuba en 1990, 1992, 1998 y 2000.

**CAMBIO  
CLIMÁTICO  
GLOBALIZACIÓN  
Y SUBDESARROLLO**

**RAMÓN PICHES MADRUGA**



EDITORIAL CIENTÍFICO-TÉCNICA, LA HABANA, 2008

Edición: Golde Szklarz Grinfeld  
Diseño de cubierta: Eloy Hernández Dubrosky  
Diseño interior: Julio Víctor Duarte Carmona  
Realización: Caridad Castaño Jorge  
Corrección: Gladys Estrada García  
Emplane: Madeline Martí del Sol

© Ramón Pichs Madruga, 2008  
© Sobre la presente edición:  
Editorial Científico-Técnica, 2008

ISBN 978-959-05-0536-2

INSTITUTO CUBANO DEL LIBRO  
Editorial Científico-Técnica  
Calle 14 no. 4104, entre 41 y 43, Playa,  
Ciudad de La Habana, Cuba.  
e-mail: editorialmil@cubarte.cult.cu

## ÍNDICE

Introducción / 1
Retos del desarrollo sostenible y debate científico sobre el cambio climático / 3
Desarrollo sostenible: aspiraciones y realidades / 3
Medio ambiente y desarrollo: un enfoque integral / 5
Recursos financieros y tecnologías para el desarrollo sostenible / 8
El debate científico sobre el cambio climático / 12
Impactos, vulnerabilidad y adaptación ante el cambio climático / 27
Impactos y vulnerabilidad. Las nuevas evidencias / 27
Enfoque regional. La vulnerabilidad del Tercer Mundo / 31
La adaptación como estrategia de respuesta ante el cambio climático / 42
Subdesarrollo y déficit de agua dulce: retos para la adaptación al cambio climático / 46
Déficit de agua dulce: un reto global / 46
Subdesarrollo y déficit de agua dulce / 50
Preocupación internacional: debates y compromisos / 54
Recursos financieros para un uso sostenible del agua / 57
El control del agua dulce como fuente de conflictos / 59
El agua en el contexto de los Tratados de Libre Comercio: el caso latinoamericano / 61
Recursos de agua dulce y adaptación al cambio climático / 65
Problemas ambientales globales vinculados al cambio climático. Los casos de la desertificación y la pérdida de biodiversidad / 67

Desertificación y subdesarrollo: desafíos para la adaptación al cambio climático / 68	
La desertificación como reto ambiental / 68	
Cambio climático y desertificación / 72	
Pérdida de la biodiversidad y subdesarrollo: lecciones para la adaptación al cambio climático / 76	
Pérdida de biodiversidad y subdesarrollo / 77	
Pérdida de la diversidad biológica y cambio climático / 82	
Contribución del sector energético al cambio climático / 85	
Desequilibrios e inequidades en el consumo energético mundial / 85	
Dinámica y estructura del consumo de energía comercial / 89	
Tendencias del consumo energético y de las emisiones de gases de efecto invernadero / 89	
Petróleo / 93	
Gas natural / 97	
Carbón mineral / 99	
Tendencias de la energía nuclear / 100	
Opciones y retos de la mitigación del cambio climático en el sector energético / 103	
Potencialidades de la sostenibilidad energética desde la perspectiva del IPCC / 104	
Ahorro y eficiencia energética / 109	
Fuentes renovables de energía / 114	
Biocombustibles y subdesarrollo / 120	
Cooperación energética / 126	
Cooperación energética en la iniciativa Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA) / 126	
Petrocaribe: energía para el desarrollo socioeconómico / 128	
Petrocaribe: fórmulas preferenciales para los países caribeños / 129	
Contribución de Petrocaribe a la mitigación del cambio climático / 130	
Estado de las negociaciones multilaterales sobre cambio climático / 133	
Las negociaciones multilaterales / 133	
“Mecanismos de flexibilidad” del Protocolo de Kyoto / 142	
Negociaciones post-Kyoto / 151	

Cuba ante el cambio climático / 161  
  Impactos, vulnerabilidad y adaptación / 161  
    Capacidad de adaptación / 169  
  Mitigación del cambio climático / 171  
    Revolución Energética / 173  
    Capacidad de mitigación / 178  
  Cuba en el contexto internacional: debates, negociaciones  
  y cooperación / 180  
Anexos / 183  
Bibliografía / 199



## INTRODUCCIÓN

El debate académico y político acerca del cambio climático y sus implicaciones socioeconómicas han pasado a un primer plano, con las nuevas evidencias aportadas por diversos estudios internacionales, así como las contribuciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) y el *Informe Stern* (2006). El ex vicepresidente de los Estados Unidos, Al Gore, también se sumó al numeroso grupo de científicos, académicos y políticos que han levantado su voz ante este reto global, con la difusión del documental “Una verdad incómoda”.

Adicionalmente, las preocupaciones en torno a este asunto se pusieron de manifiesto en diversas reuniones internacionales en el curso del año 2007, en que el cambio climático constituyó uno de los principales temas de la agenda global, como la edición del Foro Económico Mundial en Davos, Suiza, en enero de 2007; la reunión del Grupo de los Ocho en Heiligendamm, Alemania, en junio de 2007; y el segmento de alto nivel sobre cambio climático convocado por el Secretario General de Naciones Unidas, Ban Ki Moon, en Nueva York, el 24 de septiembre de 2007.

Además, ha continuado el proceso negociador multilateral en el contexto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y del Protocolo de Kyoto (PK), con un momento de gran trascendencia en la 13ra. Conferencia de las Partes de la CMNUCC en Bali, Indonesia, que sesionó en diciembre de 2007. A pesar de las

reticencias de los Estados Unidos, en esta reunión se logró un acuerdo para iniciar negociaciones en relación con nuevos compromisos para hacer frente al cambio climático más allá de 2012, año en que cesa el mandato del Protocolo de Kyoto. Sin embargo, no fue posible lograr acuerdos relacionados con metas concretas de reducción de emisiones para las próximas décadas.

Este debate acerca del cambio climático, sus causas e implicaciones para distintos grupos de países ha coincidido con el afianzamiento del neoliberalismo que ha marcado las tendencias globalizadoras en la economía mundial, lo que se deja sentir con mayor fuerza en: el comercio y las finanzas internacionales, la cooperación internacional, el sector energético, la esfera de la ciencia y la tecnología, la cultura, las relaciones políticas, la sociedad y el medio ambiente.

Los países subdesarrollados, en particular aquellos segmentos más vulnerables, como los pequeños estados insulares y regiones pobres afectadas por la desertificación, la inseguridad alimentaria y el déficit de agua dulce, se encuentran expuestos a un elevado grado de vulnerabilidad económica, social y ambiental.

Este libro pretende retomar los aspectos esenciales del debate más reciente acerca del cambio climático; y examinar esas conclusiones a la luz de las actuales tendencias globalizadoras en la economía mundial y de la vulnerabilidad de los países subdesarrollados en este contexto.

Agradezco la contribución de todos aquellos colegas que hicieron comentarios o sugerencias para mejorar este trabajo en las distintas fases de elaboración, en especial, Gladys Hernández Pedraza, Julio Torres Martínez, Avelino Suárez Rodríguez, Juan Llanes Regueiro, Carlos López Cabrera y Luis Paz Castro. Sus aportes fueron de mucha utilidad para la redacción final del texto. Las limitaciones o deficiencias que puedan persistir en la versión última del documento son de mi entera responsabilidad.

## **RETOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE Y DEBATE CIENTÍFICO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

El *Informe Planeta Vivo* (2006), publicado por la ONG World Wildlife Fund (WWF), revela que la huella ecológica de la humanidad, nuestro impacto sobre el planeta, se ha triplicado desde 1961, y excede en la actualidad en casi un 25 % la capacidad del planeta para regenerarse. Entre 1970 y 2003 la salud de los ecosistemas cayó en un 30 %. Los más de quince años transcurridos desde la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, de Río de Janeiro, Brasil (1992), se han caracterizado por el deterioro continuo de la calidad ambiental mundial, al tiempo que se han agudizado los principales problemas socioeconómicos internacionales.

En el proceso de negociaciones internacionales se ha hecho cada vez más evidente el carácter global de muchos de los fenómenos ambientales que más preocupan a la humanidad, la interrelación que existe entre ellos y la creciente brecha socioeconómica que caracteriza a las relaciones Norte-Sur.

### **Desarrollo sostenible: aspiraciones y realidades<sup>1</sup>**

El desarrollo sostenible es definido como un proceso multidimensional, basado en objetivos económicos, sociales y am-

<sup>1</sup> Ver Ramón Pichs: *Energía, medio ambiente y economía mundial*, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 2004.

bientales, y donde cada una de estas dimensiones constituye una condición necesaria, pero no suficiente, para la sostenibilidad. Luego de dos décadas de predominio de las corrientes neoliberales a escala global, los resultados registrados en materia económica, social y ambiental son decepcionantes, sobre todo si se analizan desde la perspectiva Norte-Sur.

En el *plano económico*, la brecha que separa a los países desarrollados y subdesarrollados continúa siendo preocupante. Los países subdesarrollados, con un 80 % de la población mundial, aportan solo el 22 % del PIB global; mientras que a los países altamente desarrollados,<sup>2</sup> con alrededor del 14 % de la población mundial, les corresponde alrededor del 73 % del Producto Interno Bruto (PIB) total.<sup>3</sup> Debe tenerse en cuenta que la mayoría de los países subdesarrollados son afectados por serias restricciones comerciales y financieras, vinculadas directa o indirectamente a la elevada deuda externa que grava sobre sus economías.

Tales disparidades en el orden económico se traducen en grandes inequidades en el *plano social*, que se expresan en un creciente número de pobres e indigentes en las áreas más subdesarrolladas del planeta e incluso en la proliferación de cinturones de pobreza en los propios países desarrollados. Según datos del Banco Mundial, alrededor de 1 200 millones de personas viven con menos de un dólar al día y 2 800 millones con menos de dos dólares por día.

Por demás, la pobreza de ingresos se asocia a registros negativos en los principales indicadores de salud, educación, alimentación, vivienda y otras áreas básicas del desarrollo humano. El Índice de Desarrollo Humano<sup>4</sup> para el conjunto

<sup>2</sup> Excluidas las llamadas “economías en transición” de Europa del este y la ex URSS.

<sup>3</sup> Calculado a partir del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo —PNUD— (2007).

<sup>4</sup> El Índice de Desarrollo Humano, es un índice sintético —endosado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo— que se calcula teniendo en cuenta tres dimensiones fundamentales: 1) Vida prolongada y saludable (esperanza de vida al nacer), 2) Conocimientos (combina la tasa de alfabetización en adultos y la tasa de matriculación), y 3) Ingresos. En el *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008* del PNUD, el país que registra mayor desarrollo humano (2005) es Islandia con 0,968 y el más rezagado es Sierra Leona, con 0,336.

de los países subdesarrollados fue de 0,691 en 2005, frente a un valor promedio de 0,947 para los países más industrializados; con registros altamente preocupantes en las regiones más pobres, como África Subsahariana (0,493) y Asia Meridional (0,611) (PNUD, 2007).

En el *orden ambiental* se han agravado los problemas que más preocupan a la humanidad, como expresión de los limitados esfuerzos internacionales para hacer frente al deterioro del medio. Si bien los principales elementos causales del deterioro de la calidad ambiental global se asocian, sobre todo, al impacto adverso de la actividad socioeconómica en los países industrializados; la actitud de los gobiernos de estos países dista mucho del reconocimiento de sus niveles de responsabilidad histórica en este campo.

Como es de suponer, las mayores afectaciones se concentran en las regiones más pobres del planeta, que son, además, las más vulnerables desde el punto de vista económico, social y ecológico para enfrentar situaciones o eventos ambientales extremos.

En el Mensaje de Cuba a la Cumbre de Río de Janeiro en 1992, se expresa que un análisis integral de la relación entre medio ambiente y desarrollo en el actual contexto internacional debe tomar en consideración la deuda ecológica del mundo desarrollado y la persistencia de un entorno de subdesarrollo, pobreza y deterioro ambiental, que afecta a las tres cuartas partes de la humanidad.

### **Medio ambiente y desarrollo: un enfoque integral**

*Los patrones de crecimiento seguidos por los países industrializados* han ocasionado los mayores daños al medio ambiente global, sobre todo si se analizan los irracionales patrones de producción y consumo que han predominado en estos países, desde una perspectiva histórica. Según estimados del PNUD, el 20 % más rico de la población mundial, residente

en los países de mayores ingresos absorbe más del 85 % del total de gastos en consumo privado.

En correspondencia con las estadísticas antes expuestas, la quinta parte de la población mundial que vive en los países de mayores ingresos es la que genera la mayor parte de la contaminación del medio ambiente global. En el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub>, les corresponde el 58 %; y solo los Estados Unidos emiten cerca de la cuarta parte de este gas de efecto invernadero. Cada habitante de los Estados Unidos emite como promedio al año unas 20 toneladas de CO<sub>2</sub>; es decir, más de nueve veces las emisiones correspondientes a un habitante promedio del Tercer Mundo y casi ocho veces las emisiones per cápita de un latinoamericano y caribeño medio.

Según estimados de WWF, la huella ecológica per cápita de los países industrializados supera ampliamente a la de los países subdesarrollados. Así, por ejemplo, en los Estados Unidos este indicador alcanza las 9,6 hag/habitante, mientras que en Bangladesh es de 0,5 hag/habitante (ver cuadro 1).

CUADRO 1

HUELLA ECOLÓGICA PER CÁPITA EN PAÍSES SELECCIONADOS

<i>Regiones y países</i>	<i>Huella ecológica por habitante (hag = hectáreas globales)</i>
ÁFRICA	1,1
Somalia	0,4
MEDIO ORIENTE Y ASIA CENTRAL	2,2
Afganistán	0,1
ASÍA PACÍFICO	1,3
Australia	6,6
Nueva Zelanda	5,9
Japón	4,4
China	1,6
India	0,8
Bangladesh	0,5
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	2,0
México	2,6
Brasil	2,1
Haití	0,6

AMÉRICA DEL NORTE	9,4
ESTADOS UNIDOS	9,6
UNIÓN EUROPEA (UE-25)	4,8
EUROPANO UE	3,8
PROMEDIO MUNDIAL	2,23

FUENTE: WWF 4(2006: p. 28).

La pobreza ha sido identificada como uno de los obstáculos principales para un desarrollo ambientalmente seguro y la mayoría de estos pobres viven en áreas ecológicamente vulnerables. El debate acerca del vínculo entre desarrollo y medio ambiente, revitalizado a partir de la Cumbre de Río de Janeiro en 1992, ha mostrado que en torno al eje Norte-Sur se acumulan los más agudos contrastes en lo que respecta a la equidad y la justicia social.

En este contexto no es casual el creciente número de desplazados por razones ambientales. Entre otros problemas, resultan particularmente preocupantes las presiones a que están sometidos importantes recursos naturales, como los suelos y las reservas de agua dulce en las naciones subdesarrolladas.

La grave situación socioeconómica y ambiental que afecta a las naciones pobres podría tornarse aún más difícil en las próximas décadas, sobre todo si se tiene en cuenta que casi 2 000 millones de personas adicionales se sumarían a la población mundial en el período 2000-2025, y casi todo ese incremento tendrá lugar en los países subdesarrollados.

Uno de los documentos fundamentales aprobados en la Cumbre de Río fue la *Agenda 21*, considerada como un plan general de acción mundial, que contiene estrategias para prevenir el deterioro del medio ambiente y establecer las bases para un desarrollo sostenible a escala planetaria en el siglo XXI. Con el propósito de dar un seguimiento efectivo a los acuerdos de la Cumbre —en especial a lo expresado en la *Agenda 21*—, en 1992 se establece la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), que se ha reunido anualmente para evaluar el cumplimiento de lo acordado.

La *Agenda 21* dedica especial atención al financiamiento para el desarrollo sostenible; la transferencia de tecnologías idóneas; el cambio de los patrones de producción y consumo

insostenibles; la lucha contra la pobreza; el fomento de la cooperación internacional; el desarrollo de capacidades técnicas, financieras e institucionales internas en los países subdesarrollados; entre otros temas, en los que lejos de registrarse un progreso significativo, más bien se ha retrocedido a nivel internacional en los últimos quince años.

Asimismo, se han hecho mucho más evidentes algunos de los problemas ambientales globales, que más preocupan a la humanidad, tales como: el cambio climático derivado del reforzamiento del efecto invernadero; la pérdida de la diversidad biológica; el deterioro de la capa de ozono; la contaminación urbana; el tráfico transfronterizo de desechos peligrosos; la contaminación de los mares, océanos y zonas costeras, y el deterioro ambiental asociado a las condiciones de subdesarrollo y pobreza en que viven las tres cuartas partes de la población mundial.

Con el objetivo de mitigar algunos de estos problemas ambientales, a partir de la Cumbre de la Tierra se han reforzado las convenciones internacionales ya existentes y se han adoptado otras nuevas, como: la Convención sobre Diversidad Biológica, la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Convención Marco sobre Cambio Climático.

Las preocupaciones en relación con el vínculo entre medio ambiente y desarrollo, ya expresadas en las Cumbres de Río de Janeiro (1992) y Johannesburgo (2002), reflejan el carácter urgente de las medidas de mitigación y las que hay que asumir, pero en la práctica muy poco se ha avanzado en las direcciones requeridas para lograr un desarrollo sostenible.

### **Recursos financieros y tecnologías para el desarrollo sostenible**

Los recursos financieros destinados al desarrollo sostenible siguen siendo demasiado limitados, y muchas veces condicionados; el acceso de las naciones más pobres a las tecnologías ambientalmente idóneas continúa muy restringido; no se han registrado modificaciones sustanciales en los patrones insostenibles de funcionamiento socioeconómico global y,

como consecuencia, se han agravado los problemas ambientales locales, regionales y globales que afectan a la humanidad.

En los pasados quince años, los países industrializados, en lugar de adoptar programas de mitigación viables y en correspondencia con sus niveles de responsabilidad internacional en torno al vínculo entre medio ambiente y desarrollo, han ejercido fuertes presiones para reinterpretar, en función de sus intereses, la letra de diversos acuerdos internacionales en esta materia, y eludir la adopción de compromisos concretos.

En franco contraste con las aspiraciones de equidad y justicia en las relaciones internacionales, el "nuevo orden mundial globalizado", que se ha impuesto en las esferas económica y política, obstaculiza el avance en materia de integración entre medio ambiente y desarrollo.

En *materia financiera*, la *Agenda 21* destaca que los países subdesarrollados requerirían unos 125 000 millones de dólares anuales, procedentes de fuentes externas, sin considerar el aporte que deben realizar los propios países del Sur, lo que contrasta notablemente con las cifras de los desembolsos reales.

Además, en condiciones en que la deuda externa de este grupo de países ha continuado creciendo hasta superar los 2,5 millones de millones de dólares; la proporción que representa la Ayuda Oficial para el Desarrollo (AOD) con relación al Producto Nacional Bruto (PNB) de los países industrializados cayó de 0,34 % en 1992 a 0,27 % en 1995, y apenas 0,22 % en 2000, frente a un compromiso internacional de aportar 0,7 % del PNB de los países desarrollados para tales fines. En 2005 la proporción de la AOD reportada había aumentado nominalmente a cerca del 0,3 % del PNB de los países donantes, debido a la inclusión en estos flujos de los montos destinados a las iniciativas de alivio de deudas y otros que no representan realmente nuevos recursos para el desarrollo. En 2007 esa proporción fue de 0,28 %.

Hasta el momento, las escasas iniciativas que han pretendido vincular la solución al problema de la deuda y la protección del medio en los países subdesarrollados han presentado serias limitaciones, como refleja la experiencia de los canjes de deuda por naturaleza. Durante la segunda mi-

tad de los años ochenta y comienzos de los noventa del pasado siglo, que fue el período de mayor auge de esa fórmula financiera, el monto agregado de deuda externa involucrada era de apenas unos 100 millones de dólares, y muchas de las expectativas creadas en relación con las “bondades” de ese mecanismo de mercado se disiparon con el tiempo.

Las políticas macroeconómicas aplicadas en la mayoría de los países subdesarrollados en los últimos quince años, lejos de contribuir a repartir equitativamente los costos de la crisis y del ajuste entre los distintos sectores de la población, han provocado un deterioro aún mayor de los estratos más pobres.

En medio de la aguda competencia por atraer inversiones de capitales extranjeros, las naciones receptoras han recurrido muchas veces al peligroso expediente de subvalorar los recursos naturales por la vía de la no fijación de restricciones para su uso por parte de los inversionistas foráneos, lo que compromete seriamente la capacidad productiva de economías subdesarrolladas. Este enfoque, basado en el uso indiscriminado de los recursos naturales, guarda una estrecha relación con la visión de mercado y la perspectiva neoliberal, predominante en diversos círculos internacionales.

La puesta en práctica de iniciativas como el Área de Libre Comercio para las Américas (ALCA), el Plan Puebla Panamá (PPP), los Tratados de Libre Comercio (TLC) y otras afines contribuiría a consolidar el control transnacional sobre los recursos naturales de los países subdesarrollados e incrementaría significativamente las presiones sobre el medio ambiente.

En lo referido a la transferencia internacional de tecnologías ambientalmente idóneas, el requerimiento de un mayor acceso de los países subdesarrollados a los nuevos adelantos tecnológicos continúa chocando con las nuevas estrategias corporativas y las actuales políticas comerciales de los países industrializados, que tienden a imponer normas más estrictas y uniformes para la protección de la propiedad intelectual; como se refleja en las directivas de la Organización Mundial de Comercio (OMC).

Hasta el momento, a nivel internacional, se ha avanzado preferentemente en el desarrollo de tecnologías ambientales de fase final, destinadas a controlar la contaminación una vez

que esta se ha producido; en lugar de dar mayor prioridad a aquellas tecnologías limpias orientadas a reducir de modo sustancial la contaminación, desde las primeras fases del ciclo productivo, o a eliminarla cuando sea posible y que, por tanto, suponen cambios significativos en los patrones de producción y consumo. Según algunos estimados de la Unión Europea, el mercado global de las tecnologías ambientales era del orden de los 550 000 millones de euros a comienzos de esta década; y la mayor parte de este monto correspondía al comercio de tecnologías de fase final.

También resulta preocupante que, en muchas ocasiones, el suministro de ciertas tecnologías a países subdesarrollados se condicione a la aceptación por la parte receptora de desechos peligrosos generados en países desarrollados y que, supuestamente, podrían ser utilizados como fuentes de energía o material reciclable. El incremento del costo de tratamiento de los desechos tóxicos en los países industrializados (hasta unos 3 000 dólares por tonelada) ha estimulado la exportación de desechos tóxicos de países desarrollados a los países subdesarrollados, donde se pueden enterrar sin tratar por unos 5 dólares la tonelada, según datos ofrecidos por el PNUD para finales de la década pasada.

Además, debe recordarse que históricamente una de las vías de exportación de contaminación desde el Norte industrializado hacia el Sur subdesarrollado ha sido la transferencia de tecnologías ineficientes y contaminantes, que han contribuido a la difusión de patrones de consumo y de funcionamiento económico derrochadores de materias primas y de energía en los países receptores.

En sentido general, el balance de los últimos quince años confirma que la solución a los dilemas económicos, sociales y ambientales que enfrenta la humanidad a inicios del nuevo milenio, reclama una buena dosis de voluntad política de los tomadores de decisiones para la puesta en práctica de estrategias de desarrollo sostenible que reconozcan la necesaria integración entre los problemas económicos, sociales y ambientales, como dimensiones que se complementan y refuerzan entre sí. Desde una perspectiva de largo plazo y con un enfoque inte-

gral, el crecimiento económico resulta incompatible con rezagos en términos de equidad y calidad ambiental.

Una solución duradera a los problemas ambientales globales y el avance en materia de desarrollo sostenible pasa necesariamente por una profunda reestructuración de las relaciones económicas y políticas internacionales, sobre bases de equidad y justicia social.

### **El debate científico sobre el cambio climático**

Las preocupaciones acerca del comportamiento del clima han acompañado al hombre a lo largo de su evolución, pero no cabe dudas de que en el contexto actual los efectos acumulados de la propia actividad humana amenazan la estabilidad del sistema climático.

El cambio climático es uno de los retos ambientales globales que más preocupan a la humanidad y, en correspondencia con esto, en los últimos años se ha intensificado el debate científico acerca de este problema, sus causas, impactos y estrategias para enfrentarlo. Al calor de este debate, el conocimiento en torno a este asunto ha dejado de ser un privilegio de estudiosos y expertos sobre estos temas y progresivamente ha ido calando en la opinión pública universal.<sup>5</sup>

Cuando se habla de *cambio climático*, muchas veces también se utiliza el término *efecto invernadero*, es decir, no faltan quienes de manera equivocada emplean indistintamente estos conceptos.

En este sentido, cabe recordar que el *efecto invernadero* es un fenómeno natural, gracias al cual existe vida en la Tierra; y que las preocupaciones en torno al *cambio climático* no se derivan del *efecto invernadero* en sí, sino del reforzamiento de ese efecto, a partir de las actividades humanas.

<sup>5</sup> El *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008* del PNUD definió al cambio climático como una tragedia en marcha, y alertó que permitir el avance de esta tragedia representaría una violación sistemática de los derechos humanos de los pobres y de las futuras generaciones y un paso de retroceso en cuanto a los valores universales (PNUD, 2007: p. 4).

Debe comprenderse, ante todo, que el clima es un sistema complejo y que el Sol es la única fuente de energía externa a nuestro planeta. Consecuentemente, la temperatura de la Tierra es el resultado del equilibrio entre la energía que se recibe de los rayos solares y la energía que se devuelve al espacio desde la superficie del planeta; es decir, la vida depende de ese equilibrio natural.

La energía solar llega en forma de radiaciones de onda corta, que atraviesan la atmósfera y calientan la superficie del planeta; luego, esa energía vuelve a salir en forma de rayos infrarrojos de mayor longitud de onda. Si toda la radiación se devolviera directamente al espacio, la temperatura media del planeta sería de 30 °C inferior a la actual y la Tierra se convertiría en un planeta inhabitado.

En este proceso la atmósfera tiene un papel importante, ya que gracias a los gases de efecto invernadero que la componen es absorbida gran parte de la radiación infrarroja. Esos gases actúan como los vidrios de un invernadero, que dejan pasar la luz y retienen gran parte del calor. Por tanto, el efecto invernadero no es un fenómeno creado por el hombre; es un fenómeno natural, gracias al cual se ha logrado estabilizar la temperatura a niveles que permiten la vida en el planeta.

Sin embargo, cuando el hombre aumenta las emisiones de esos gases de efecto invernadero más allá de ciertos límites, afecta el equilibrio natural; por ejemplo, a partir de la utilización de combustibles fósiles (petróleo, carbón mineral y gas) o mediante la destrucción de sumideros de estos gases (como los bosques). Esto es lo que resulta preocupante; no el efecto invernadero en sí, que como se ha explicado es un fenómeno natural y favorable, sino el reforzamiento del efecto invernadero hasta niveles que comprometen el comportamiento equilibrado de los sistemas climático, ecológico, económico y social.

En la secuencia histórica de los estudios científicos vinculados al cambio climático resaltan nombres prominentes como los del físico francés Jean Baptiste Fourier, quien aportó la primera descripción del efecto invernadero en 1827; y el del químico sueco Svante August Arrhenius, con sus aportes acerca de la influencia del CO<sub>2</sub> en el calentamiento de la atmósfe-

ra, que datan de 1895. Se destaca el científico norteamericano Charles Keeling con sus mediciones de la acumulación progresiva del CO<sub>2</sub> en la atmósfera, iniciadas en 1957 (ver recuadro 1).

#### RECUADRO 1

##### CRONOLOGÍA SOBRE LA CIENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

1827:	Primera descripción del efecto invernadero por el físico francés Jean Baptiste Fourier (1786-1830) en sus <i>Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires</i> .
1861-1873:	Inicio de las observaciones meteorológicas estandarizadas.
1895:	El químico sueco Svante August Arrhenius (1859-1927) sugiere la influencia del CO <sub>2</sub> en el calentamiento climático. Este científico ayudó a fijar las bases de la química moderna y obtuvo el Premio Nobel de Química en 1903.
1957:	Inicio de las mediciones del CO <sub>2</sub> por el científico norteamericano Charles Keeling (1928-2005) en Hawai y en Alaska. La <i>Curva Keeling</i> mide la acumulación progresiva de CO <sub>2</sub> en la atmósfera.
1972:	El tema es tratado en la <i>Conferencia Mundial sobre el Medio Humano</i> , en Estocolmo, Suecia.
1979:	<i>Primera Conferencia Mundial sobre el Clima</i> en Ginebra, Suiza.
1985:	<i>Conferencia científica sobre la evolución y el papel del CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero en las variaciones climáticas</i> , en Villach, Austria.
1988:	Creación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, a partir de esfuerzos conjuntos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de Naciones para el Medio Ambiente (PNUMA).

- 1989: *Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima* en La Haya, Holanda.
- 1990: *Primer Informe de Evaluación del IPCC.*
- 1992: *Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo*, donde se abre a la firma la Convención Marco de las Naciones sobre el Cambio Climático.
- 1995: *Segundo Informe de Evaluación del IPCC.*
- 2001: *Tercer Informe de Evaluación del IPCC.*
- 2002: *Cumbre sobre Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002.* Se debate acerca de diversos temas muy vinculados al cambio climático, como el de la energía.
- 2006: Publicación del *Informe Stern*, coordinado por el economista británico Nicholas Stern.
- 2007: *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008*, publicado por el Programa de Naciones Unidas sobre el Desarrollo, dedicado al cambio climático.
- 2007: *Cuarto Informe de Evaluación del IPCC*, donde se destaca que el cambio climático es inequívoco.
- 2007: Se otorga el Premio Nobel de la Paz, de forma compartida, al IPCC y al ex vicepresidente de los Estados Unidos, Al Gore.

A partir de principios de la década de los setenta, el tema del cambio climático comienza a incorporarse en la agenda de grandes conferencias internacionales, como la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, en Estocolmo, Suecia (1972) y, veinte años después, la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en Río de Janeiro. También se destacan, por sus resultados en cuan-

FUENTE: Elaboración propia.

to a la concientización global acerca del cambio climático, las dos Conferencias Mundiales sobre el Clima (Ginebra, 1979 y La Haya, 1989) y la Conferencia de Villach, Austria (1985).

Un componente básico del debate internacional actual acerca del cambio climático, ha girado en torno a las evaluaciones científicas que han sido elaboradas por expertos en estos temas a partir de 1990, sobre todo a instancias del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

Desde la perspectiva del IPCC, el *cambio climático* se refiere a cualquier cambio ocurrido en el clima en el transcurso del tiempo, bien sea debido a la variabilidad natural o provocado por la acción del hombre. Este enfoque difiere de otras perspectivas de análisis, como la incorporada a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, según la cual este se refiere a cambios en el clima atribuidos directa o indirectamente a la actividad humana.<sup>6</sup>

Desde su creación, el IPCC ha llevado a cabo cuatro evaluaciones integrales sobre el cambio climático que han servido de amplia referencia, tanto para la comunidad científica, como para los tomadores de decisiones. Adicionalmente, ha publicado diversos informes especiales, así como otros documentos técnicos y metodológicos.

El *Primer Informe de Evaluación*, que fue publicado en 1990, sirvió de base para la preparación de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El *Segundo Informe* (1995), proporcionó información científica muy valiosa, que sirvió de referencia en las negociaciones sobre el Protocolo de Kyoto. El *Tercer Informe*, difundido en 2001, aportó nuevas evidencias acerca del cambio climático que apoyaron el proceso previo a la entrada en vigor del Protocolo. El *Cuarto Informe*, aprobado en 2007, estuvo en el centro del intenso debate sobre el cambio climático que caracterizó a ese año; aportó nuevos argumentos científicos y concluyó que el calentamiento del sistema climático es inequívoco.

Tomando como referencia la estructura organizativa del IPCC durante el período de elaboración de su *Cuarto Informe*

<sup>6</sup> Ver IPCC (2007a).

de Evaluación, las actividades de esta institución han girado en torno a tres grupos de trabajo: Grupo de Trabajo I, dedicado a la evaluación de los aspectos científicos del cambio climático; Grupo de Trabajo II, orientado a los temas de impactos, vulnerabilidad y adaptación ante el cambio climático; y Grupo de Trabajo III, relacionado con la mitigación del cambio climático.

El 1ro. de febrero de 2007 fue aprobado en París el *Informe Cambio climático 2007: Base de las Ciencias Físicas*<sup>7</sup> del Grupo de Trabajo I del IPCC. De acuerdo con este informe, que ha tenido gran resonancia internacional, el carácter inequívoco del calentamiento del sistema climático resulta evidente a partir del incremento global observado en las temperaturas del aire y los océanos, el generalizado derretimiento de los hielos polares y el crecimiento del nivel del mar.

Ese Informe señala que el efecto neto promedio de las actividades humanas desde 1750, ha sido un calentamiento global; y destaca el aporte combinado de las emisiones de gases de efecto de invernadero en ese proceso. Según el IPCC, es muy probable que el incremento del aporte de dichos gases durante la era industrial no haya tenido precedentes en más de 10 000 años.

El hecho de que se utilice el año 1750, como referencia, reviste gran importancia para el análisis de las causas del cambio climático con una perspectiva histórica, ya que ese año coincide con la fecha aproximada del inicio de la Revolución Industrial en Inglaterra; es decir, marca el inicio de la era industrial y de la utilización a gran escala de combustibles fósiles. Como es conocido, la industrialización comenzó en Inglaterra y luego se expandió, sobre todo a partir del siglo XIX, a otros países, en particular aquellos que en la actualidad son altamente industrializados, como los Estados Unidos, Francia, Alemania, Países Bajos, entre otros.

Según el nuevo estudio científico del IPCC, que resulta mucho más avanzado que el informe anterior de esa institu-

<sup>7</sup> Se trata del *Resumen para políticos* de la Contribución del Grupo de Trabajo I del IPCC al *Cuarto Informe de Evaluación* de esa institución de Naciones Unidas.

ción<sup>8</sup> concluido en 2001, es muy probable que la mayor parte del incremento observado en las temperaturas promedio globales desde mediados del siglo xx se explique por el aumento en las concentraciones antropogénicas<sup>9</sup> de gases de efecto invernadero. Las influencias humanas discernibles se extienden, además, a otros aspectos del clima como: el calentamiento oceánico, las temperaturas promedio continentales, las temperaturas extremas y los patrones de los vientos.

Las previsiones del IPCC, actualizadas en su *Informe Cambio climático 2007: Base de las Ciencias Físicas*, revelan importantes conclusiones, que se exponen seguidamente:<sup>10</sup>

- Las concentraciones atmosféricas globales de gases de efecto invernadero como dióxido de carbono, metano y óxido nitroso se han incrementado de forma marcada, como resultado de las actividades humanas desde 1750 y exceden significativamente los niveles preindustriales.<sup>11</sup>
- En el caso del dióxido de carbono, que es el principal gas de efecto invernadero, la concentración atmosférica global se ha incrementado desde un nivel preindustrial de alrededor de 280 partes por millón (ppm) hasta 379 ppm en 2005.
- La tasa de crecimiento promedio anual de las concentraciones de dióxido de carbono durante los años 1995-2005 (1,9 ppm) fue mayor que durante todo el período del que se tienen registros sistemáticos, es decir, 1960-2005 (1,4 ppm).
- La fuente fundamental del incremento de las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono desde el período preindustrial ha sido el uso de combustibles fósiles, con una contribución menor derivada del cambio en el uso de la tierra. Las emisiones anuales de dióxido de car-

<sup>8</sup> Se refiere al *Tercer Informe de Evaluación* (TAR por sus siglas en inglés: *Third Assessment Report*): [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

<sup>9</sup> Derivadas de la actividad humana.

<sup>10</sup> Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor.

<sup>11</sup> Los niveles preindustriales son los niveles anteriores a la Revolución Industrial en Inglaterra, es decir, niveles anteriores a 1750.

bono a partir de la utilización de combustibles fósiles se incrementaron de un promedio de 23,5 giga-toneladas en la década de los noventa hasta 26,4 giga-toneladas en 2004-2005.<sup>12</sup>

- El efecto neto promedio de las actividades humanas a escala global, desde 1750, ha sido un calentamiento global estimado en 1,6 Watts por m<sup>2</sup>, con un nivel muy alto de certidumbre en estos cálculos.
- El aporte combinado del aumento del dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso al calentamiento global es de +2,3 Watts por m<sup>2</sup>, y su incremento durante la era industrial es *muy probable* que no haya tenido precedentes en más de 10 000 años. En el caso del dióxido de carbono, su contribución al calentamiento global aumentó en 20 % entre 1995 y 2005, la mayor tasa de crecimiento decenal en al menos los últimos doscientos años.
- El calentamiento del sistema climático es inequívoco, lo que resulta evidente a partir del incremento promedio global observado en las temperaturas del aire y los océanos, el derretimiento generalizado de los hielos y el crecimiento medio global del nivel del mar.
- Once de los últimos doce años (1995-2006) se ubican entre los doce más calurosos desde 1850; y en los cien años comprendidos entre 1906 y 2005 se registró un aumento de 0,74 °C.
- El océano ha estado absorbiendo más del 80 % del calor añadido al sistema climático, lo que genera una expansión de las aguas oceánicas, con la consecuente elevación del nivel del mar.
- Entre los factores que han contribuido al incremento del nivel mar se encuentran la disminución de los glaciares y las cubiertas de nieve en ambos hemisferios, así como el derretimiento de las capas de hielo de Groenlandia y la

<sup>12</sup> Giga = 10<sup>9</sup>.

Antártida (1993-2003). El incremento total del nivel del mar en el siglo xx se estima en 0,17 metros; y es muy probable que la actividad humana haya contribuido a este aumento.

- Se han observado cambios numerosos en el clima a largo plazo, en las escalas continental, regional y de cuencas oceánicas, entre los que pueden mencionarse cambios en las temperaturas y los hielos del Ártico, particularmente en la cantidad de precipitaciones, salinidad oceánica, patrones de los vientos y eventos extremos como las sequías, abundantes precipitaciones, olas de calor y la intensidad de los ciclones tropicales.
- Las temperaturas promedio en el Ártico se incrementaron a una tasa que casi duplica la tasa promedio global en los pasados cien años.
- Entre 1900 y 2005 se registró un aumento de las precipitaciones en el oriente de Norteamérica y Sudamérica, en el norte de Europa y en áreas septentrionales y centrales de Asia. La sequía afectó las zonas del Sahel, el Mediterráneo, sur de África y Asia meridional.
- Se han observado sequías más duraderas e intensas en amplias áreas desde 1970, principalmente en zonas tropicales y subtropicales.
- Los días y noches fríos, y las heladas se han tornado menos frecuentes, en tanto los días y noches calurosos y las olas de calor se han tornado más frecuentes.
- Existe evidencia, basada en observaciones, del incremento de la actividad ciclónica intensa en la zona del Atlántico Norte desde alrededor de 1970, lo que se ha correlacionado con el incremento de las temperaturas de la superficie oceánica en las áreas tropicales. En otras zonas también se estima un incremento de la actividad ciclónica intensa, aunque en esos casos existe mayor preocupación en cuanto a la calidad de las bases de datos disponibles para el análisis. No existe una tendencia clara en cuanto al número anual de ciclones tropicales.

- La información paleoclimática<sup>13</sup> apoya la interpretación de que el calentamiento de la última mitad del siglo xx es inusual en al menos los 1 300 años anteriores.
- Es muy probable que la mayor parte del incremento observado en las temperaturas promedio globales desde mediados del siglo xx se explique por el aumento experimentado en las concentraciones antropogénicas de gases de efecto invernadero. Las influencias humanas discernibles se extienden, además, a otros aspectos del clima como: el calentamiento oceánico, las temperaturas promedio continentales, las temperaturas extremas y los patrones de los vientos.
- El calentamiento promedio global de la superficie asociado a una duplicación de las concentraciones de CO<sub>2</sub> es probable que esté en el rango de 2 °C a 4,5 °C, con un mejor estimado de 3 °C.
- Para las próximas dos décadas, se proyecta un calentamiento de alrededor de 0,2 °C por década, para el conjunto de escenarios de emisiones considerados en este estudio. Aun cuando se mantuviesen constantes, a los niveles del año 2000, las concentraciones de todos los gases de efecto invernadero y los aerosoles, se esperara un calentamiento adicional de 0,1 °C por década.
- De continuar el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero a las tasas actuales o superiores, se produciría un calentamiento adicional e induciría muchos cambios en el sistema climático global durante el siglo XXI, que probablemente serían mayores que en el siglo xx.
- De mantenerse las tendencias actuales, el rango del incremento de la temperatura global para la última década del siglo XXI, según los escenarios evaluados por el *Informe del IPCC*, oscilaría entre 1,1 °C<sup>14</sup> y 6,4 °C<sup>15</sup> –con un

<sup>13</sup> Información que aportan ciertas fuentes como: los restos fósiles, los anillos de los árboles, muestras de hielo, entre otras.

<sup>14</sup> Límite inferior del “escenario bajo” evaluado en este estudio.

<sup>15</sup> Límite superior del “escenario alto” evaluado en este estudio.

rango de mejores estimados entre 1,8 °C y 4,0 °C– tomando como referencia el promedio de las últimas dos décadas del siglo xx.<sup>16</sup>

- El rango del incremento del nivel del mar para la última década del siglo XXI, según los escenarios evaluados por el *Informe del IPCC*, oscilaría entre 0,18<sup>17</sup> y 0,59 metros,<sup>18</sup> tomando como referencia el nivel promedio de las últimas dos décadas del siglo xx.<sup>19</sup>
- El aumento de las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> conduce a un incremento de la acidificación de los océanos.
- Las emisiones antropogénicas pasadas y futuras de CO<sub>2</sub> continuarán contribuyendo al calentamiento global y a la elevación del nivel del mar por más de un milenio, debido a las escalas de tiempo requeridas para remover a ese gas de la atmósfera.

Estos resultados de la ciencia acerca del cambio climático, en el ámbito del IPCC, reflejan un alto grado de consenso en la comunidad científica internacional acerca del agravamiento de este reto global desde mediados del siglo XVIII y de la incidencia de la acción del hombre en ese proceso, debido —sobre todo— a la utilización creciente de combustibles fósiles como: el carbón mineral, el petróleo y el gas natural.

En la actualidad existen nuevas y más evidencias de que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos cincuenta años es atribuible a actividades humanas, y de que está

<sup>16</sup> Estas proyecciones están en correspondencia con las expuestas en el Informe anterior del IPCC (2001), aunque no directamente comparables, dadas las modificaciones en la metodología empleada. El Informe anterior del IPCC (2001) señalaba que para 1990-2100 el incremento de la temperatura global sería de entre 1,4 °C y 5,8 °C.

<sup>17</sup> Límite inferior del “escenario bajo” evaluado en este estudio.

<sup>18</sup> Límite superior del “escenario alto” evaluado en este estudio.

<sup>19</sup> Estas proyecciones están en correspondencia con las expuestas en el Informe anterior del IPCC (2001), pero no son coincidentes debido a diferencias metodológicas entre ambos estudios en cuanto al tratamiento de las incertidumbres. El Informe anterior del IPCC (2001) señalaba que en el período 1990-2100 podría alcanzar entre 0,09 y 0,88 m.

asociado al incremento de las concentraciones de los principales gases de efecto invernadero (GEI), como CO<sub>2</sub>, metano, ozono troposférico, óxido nitroso y (clorofluorocarbonos (CFC).

En el cuadro 2 se relacionan las concentraciones de CO<sub>2</sub>, desde la etapa preindustrial hasta el presente y las proyecciones para 2100, según fuentes especializadas.

CUADRO 2  
CONCENTRACIONES DE CO<sub>2</sub>  
(en partes por millón)

<i>Períodos</i>	<i>Concentraciones (ppm)</i>
Etapa preindustrial	280
2000	368
2005	379
2100	540-970

FUENTE: IPCC (2001) e IPCC (2007).

Aunque persiste incertidumbre en los estudios, proyecciones y mediciones del cambio climático y sus efectos, la comunidad científica internacional reconoce que debe prevalecer el principio precautorio en el diseño de estrategias de respuesta ante este problema ambiental. Es decir, se debe actuar oportunamente para evitar las consecuencias negativas que podrían desencadenarse y hay que crear condiciones para la adaptación ante aquellos impactos que ya se están produciendo o podrían producirse en un futuro próximo.

El enfoque precautorio supone, ante todo, la aplicación oportuna de medidas para reducir las emisiones en sus fuentes, tales como: el sector energético, la industria, el transporte, la agricultura y el manejo de desechos, entre otras.

Adicionalmente, este enfoque debe partir del reconocimiento de los niveles de responsabilidad histórica de los distintos grupos de países con el cambio climático y sus consecuencias. Mientras los países industrializados son los principales responsables de las concentraciones de gases de efecto invernadero, sobre todo desde una perspectiva histórica; los países subdesarrollados son los más vulnerables, en particular los

pequeños estados insulares y los llamados países menos adelantados (PMA).

La mayoría de los gases de efecto invernadero tienen una larga permanencia en la atmósfera (más de cien años en algunos casos), de modo que no solo se trata de analizar la contribución actual de los países industrializados al calentamiento global, sino además los efectos acumulados de tales emisiones, lo que evidencia la necesidad de examinar la deuda ecológica de estos países con la humanidad desde una perspectiva histórica (ver cuadro 3).

CUADRO 3  
EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR GRUPOS DE PAÍSES

Países	Emisiones de CO <sub>2</sub> 2000 (%)	Emisiones de CO <sub>2</sub> históricas (1850-2002)(%)
Países desarrollados	57,5	76,0
Estados Unidos	20,9	29,3
Países subdesarrollados	42,5	24,0
Total	100	100

FUENTE: PNUD (2007) y World Resources Institute (2005).

A la hora de diseñar estrategias de respuesta ante el cambio climático, también debe tenerse muy en cuenta el vínculo existente entre este fenómeno y otros problemas ambientales globales, tales como: el agotamiento de la capa de ozono, la pérdida de biodiversidad biológica, la desertificación y la deforestación. De esta forma, se evitaría que las medidas que se adopten para enfrentar el cambio climático agraven otros problemas ambientales y viceversa, con lo que se contribuiría a soluciones más integrales y sostenibles.

En general, las estrategias de respuesta fundamentales en la lucha frente al cambio climático son: la *mitigación* y la *adaptación*. La mitigación se refiere básicamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la absorción de dichas emisiones por la vía de la captura biológica<sup>20</sup> o la captura

<sup>20</sup> Por ejemplo, la absorción de CO<sub>2</sub> por sumideros como los bosques.

geológica<sup>21</sup> de emisiones. La adaptación, por su parte, supone acciones para reducir la vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático.<sup>22</sup>

Las estrategias de respuesta ante el cambio climático deben considerar, además, la inercia de los sistemas climático, ecológico y socioeconómico, así como el carácter irreversible de las interacciones entre estos sistemas, lo que refuerza la importancia de acciones preventivas en materia de adaptación y mitigación. Mientras mayor y más rápida sea la reducción de emisiones, menor y más lento será el calentamiento proyectado.

También hay que subrayar que la adaptación no evitaría todos los daños, pero se necesitaría a todas las escalas para complementar la mitigación. Ni la adaptación, ni la mitigación, por sí solas, pueden evitar todos los impactos significativos del cambio climático; sin embargo, pueden complementarse mutuamente y de conjunto pueden reducir significativamente los riesgos del cambio climático. En ambos casos —es decir, tanto para la mitigación, como para la adaptación— se impone la necesidad de superar las barreras que impiden avanzar con más celeridad; y dar prioridad a un enfoque integral<sup>23</sup> que vincule el desarrollo con la equidad y la sostenibilidad.<sup>24</sup>

Según las evaluaciones más recientes del IPCC, el mejoramiento de la capacidad de respuesta de la sociedad mediante la adopción de patrones de desarrollo sostenible es una forma de promover, tanto la adaptación como la mitigación. Esto facilitaría la implementación efectiva de ambas opciones, así

<sup>21</sup> Por ejemplo, la captura de CO<sub>2</sub> en depósitos subterráneos u oceánicos.

<sup>22</sup> Uno de los resultados de la Reunión de las Partes de la Convención de Cambio Climático de Montreal 2005 fue la adopción de un Programa de Acción para la Adaptación por cinco años (ver documento FCCC/CP/2005/L.3 en [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)).

<sup>23</sup> Este enfoque integral ha quedado expresado en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en particular en el objetivo 7, que busca garantizar la sostenibilidad ambiental.

<sup>24</sup> De acuerdo con la perspectiva del PNUD, el enfrentamiento del cambio climático debe basarse en el reconocimiento de tres rasgos básicos de este reto ambiental: 1) Inercia y carácter acumulativo; 2) Desafío a escala global; 3) La acción colectiva no es una opción, es un imperativo (PNUD, 2007: pp. 4 y 5).

como la influencia de estas en la planificación y el desarrollo sectorial (ver IPCC 2007b y c).

Sin bien la ciencia del cambio climático ha evolucionado con gran rapidez en los últimas décadas, el progreso en términos de estrategias de respuesta ante este desafío global es todavía lento, tímido y fragmentado. La comunidad internacional aún carece de un marco multilateral de largo plazo frente al cambio climático, que sea aceptado por todas las partes como un proceso coherente y efectivo, con umbrales y metas bien definidos.

## **IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

El cambio climático provocado por el reforzamiento del efecto invernadero es un problema ambiental que ha atraído la atención de la opinión pública internacional en los últimos años, por sus consecuencias manifiestas y previsibles. Más recientemente se han elevado las voces de los que demandan la adopción de medidas urgentes para enfrentar este reto global, tanto dentro la comunidad científica internacional, como a nivel intergubernamental, en los movimientos sociales y en otros espacios de debate y toma de decisiones.

### **Impactos y vulnerabilidad. Las nuevas evidencias**

En términos de impactos y vulnerabilidad ante el cambio climático, debe tenerse en cuenta que el número de personas afectadas por desastres relacionados con el cambio climático aumentó de unos 740 millones en la década de 1970 a más de 2 000 millones en la década de los noventa; y las pérdidas materiales crecieron de 131 000 millones de dólares en los años setenta hasta 629 000 millones de dólares en la última década del siglo xx, de acuerdo con estadísticas del *Informe sobre desastres mundiales*.

Unos 262 millones de personas fueron afectadas por los desastres climáticos anualmente, entre 2000 y 2004, y más del 98 % de ellas residen en el mundo subdesarrollado. Esta situación tiende a agravarse ya que, por ejemplo, un incremento de 3-4 °C supondría que unos 330 millones de personas serían desplazadas de forma temporal o permanente por las inundaciones. Además, unos 344 millones de personas se hallan expuestas a los ciclones tropicales, cada vez más intensos (PNUD, 2007: pp. 8 y 9).

Según el informe *Cambio climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*, del IPCC, entre los posibles impactos que podrían derivarse del cambio climático se esperaría un incremento notable de la temperatura global —con el consecuente repliegue de los glaciares—, lo que conduciría, a su vez, a una elevación significativa del nivel del mar, con serias afectaciones para territorios vulnerables como los estados insulares.<sup>1</sup>

También se preveía la posibilidad de una mayor intensidad y frecuencia de eventos extremos, como: las inundaciones, las olas de calor, las sequías y otros; y se apuntaba que podría aumentar la probabilidad de que ocurran huracanes y ciclones más intensos y que esa tendencia se traduciría en elevados costos socioeconómicos. Las alteraciones previstas en los regímenes de lluvias y en los ecosistemas implicarían serias afectaciones para numerosas especies, incluida la extinción de muchas de ellas.<sup>2</sup>

A partir de las previsiones anteriores, cabría esperar que los distintos sectores socioeconómicos sufran serios daños y perjuicios como resultado del cambio climático. Así, por ejemplo, *la agricultura y la pesca* experimentarían una reducción de los rendimientos en zonas tropicales y subtropicales, lo que agravaría los problemas de inseguridad alimentaria que afectan a numerosos países subdesarrollados ubicados en esas latitudes. Adicionalmente, se reforzaría la escasez de agua y, por tanto, se haría mucho más difícil y costoso el acceso a este

<sup>1</sup> Esta preocupación ha sido expuesta en diversos foros internacionales como la Conferencia Internacional de Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (Mauricio, enero de 2005).

<sup>2</sup> Para más detalles ver IPCC (2001b).

recurso básico. También se agudizarían los problemas de salud y se tornaría más preocupante la inequidad.

En cuanto a la *industria* y la *infraestructura*, se registrarían pérdidas y encarecimiento de diversos insumos; y el turismo experimentaría afectaciones en instalaciones y sensibles erogaciones.

De acuerdo con el informe *Cambio climático 2007: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*,<sup>3</sup> la cantidad de estudios sobre las tendencias observadas en el medio ambiente físico y biológico y su relación con los cambios climáticos regionales se ha incrementado significativamente desde la *Tercera Evaluación IPCC del 2001*. También ha mejorado la calidad de los datos; sin embargo, existe una notable falta de balance geográfico en cuanto a los datos y a la bibliografía sobre los cambios observados, con una marcada escasez de estudios en los países en desarrollo.

Sobre la base de las evidencias aportadas por las observaciones, en todos los continentes y en la mayoría de los océanos, muchos sistemas naturales son afectados por los cambios climáticos regionales, particularmente por los incrementos de temperatura. En este sentido, el IPCC destaca, por ejemplo:

- El incremento del número y del área de los lagos glaciares.
- El aumento de la inestabilidad del suelo en las regiones de hielos permanentes y de avalanchas en regiones montañosas.
- Cambios en algunos ecosistemas del Ártico y la Antártica.
- Calentamiento de lagos y ríos en muchas regiones, con efectos sobre la estructura térmica y la calidad del agua.
- Acidificación de los océanos, como resultado de la absorción de carbono, entre otros efectos.

Según el IPCC, una evaluación global de los datos registrados desde 1970 ha mostrado la probabilidad de que el ca-

<sup>3</sup> Se refiere a la contribución del Grupo de Trabajo II a la *Cuarta Evaluación del IPCC*, aprobada a comienzos de abril de 2007, en Bruselas, Bélgica (ver IPCC, 2007b).

lentamiento antropogénico (provocado por la actividad humana) haya tenido una influencia discernible sobre muchos sistemas biológicos y físicos.

De acuerdo con el *Informe de Síntesis de la Cuarta Evaluación del IPCC* (2007d), las cinco “razones de preocupación” identificadas en la *Tercera Evaluación* siguen siendo un marco viable para considerar las vulnerabilidades clave. En la *Cuarta Evaluación* se destaca que dichas “razones” son más contundentes en la actualidad y se han identificado muchos riesgos con un alto grado de certidumbre. Se proyecta que algunos de los riesgos podrían ser mayores u ocurrirían con menores incrementos de temperatura. También ha mejorado la comprensión acerca de la relación entre los impactos (bases de las “razones de preocupación”) y la vulnerabilidad (que incluye la habilidad para adaptarse a los impactos).

Las cinco “razones de preocupación”<sup>4</sup> antes mencionadas se refieren a:

- *Riesgos para sistemas únicos y amenazados*, tales como: los sistemas polares, las comunidades de zonas montañosas elevadas y de las pequeñas islas.
- *Riesgos de eventos climáticos extremos*, tales como: las sequías, las olas de calor y las inundaciones.
- *Distribución de impactos y vulnerabilidades*, donde se destaca que las regiones ubicadas en latitudes bajas y las áreas menos desarrolladas enfrentan generalmente los mayores riesgos.
- *Impactos agregados*, con costos netos de los impactos derivados de un aumento del calentamiento que se incrementarían con el tiempo.
- *Riesgos de las singularidades a gran escala*, con especial referencia a la contribución de la expansión térmica de los océanos a la elevación del nivel del mar, que se proyecta sea mucho mayor que la observada en el siglo XX,

<sup>4</sup> Ver *Summary for Policy Makers of the Synthesis Report of the IPCC Fourth Assessment Report*, aprobado en Valencia, noviembre de 2007 (IPCC, 2007d).

con las consecuentes pérdidas en las zonas costeras y otros impactos asociados.

Además, el IPCC aporta información relevante acerca de los cambios futuros proyectados, en el curso del siglo XXI, en seis sectores (recursos de agua dulce; ecosistemas; alimentación; sistemas costeros y costas bajas; industria, asentamientos y sociedad; y salud) y ocho regiones (África, Asia, Australia y Nueva Zelanda, Europa, América Latina, Norteamérica, Regiones Polares y Pequeñas Islas). Los impactos reflejan cambios proyectados en las precipitaciones y otras variables climáticas, además de la temperatura, el nivel del mar y las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Tanto en el plano regional, como sectorial, los efectos netos del cambio climático serían más negativos mientras mayor sea el cambio en el clima. Los sectores y regiones más vulnerables son aquellos estrechamente vinculados a recursos sensibles al cambio climático; sobre todo los ubicados en áreas expuestas a eventos climáticos extremos.

En el sector de la salud, por ejemplo —uno de los más sensibles socialmente—, el cambio climático tiende a afectar a millones de personas pobres, debido a impactos tales como: el aumento de la malnutrición; la mayor incidencia de algunas enfermedades como la diarrea, malaria,<sup>5</sup> dengue y enfermedades respiratorias; y las muertes por olas de calor, inundaciones, tormentas, incendios forestales y sequías.

### **Enfoque regional. La vulnerabilidad del Tercer Mundo**

En cuanto al enfoque regional de los impactos proyectados por el IPCC, las mayores afectaciones derivadas del cambio climático se concentran en regiones donde predominan los

<sup>5</sup> Unos 220-440 millones de personas podrían verse expuestas a la malaria, una enfermedad que en la actualidad cobra alrededor de un millón de muertes al año (PNUD, 2007: p. 10).

países subdesarrollados como Asia, África, América Latina y las pequeñas islas.

### *África*

Los países africanos, que cuentan con el 12,9 % de la población mundial, apenas aportan el 2,5 % de las exportaciones mundiales de bienes y servicios, según datos del FMI (2007).

Dentro del continente africano, se destaca —por su baja capacidad de adaptación— la región subsahariana, con un índice de desarrollo humano de 0,493,<sup>6</sup> una esperanza de vida al nacer de 49,6 años<sup>7</sup> y una tasa de alfabetización en adultos de 60,3 %. En esta región, la agricultura aporta el 16 % del PIB y emplea al 58 % de la fuerza de trabajo (ver PNUD, 2007).

La deuda externa africana ascendió a unos 244 000 millones de dólares al cierre de 2007, y los pagos por concepto del servicio de esa deuda totalizaron unos 37 000 millones de dólares en ese año (8,8 % de los ingresos por exportación).

En su *Cuarta Evaluación sobre Cambio Climático*, el IPCC confirma que África es uno de los continentes más vulnerables a la variabilidad y al cambio climático y en este sentido se destacan las siguientes afectaciones:<sup>8</sup>

- Entre 75 y 250 millones de personas estarían expuestas a un incremento del *stress* hídrico debido al cambio climático para 2020.
- La producción agrícola de muchos de estos países —así como el acceso a los alimentos—, se vería severamente comprometida por la variabilidad y el cambio climático. Se proyecta una contracción del área agrícola y de los rendimientos potenciales, particularmente en áreas ári-

<sup>6</sup> El índice correspondiente a los países de altos ingresos de la OCDE fue de 0,947.

<sup>7</sup> Esto contrasta con 79,4 años de esperanza de vida en los países más desarrollados de la OCDE.

<sup>8</sup> Ver IPCC (2007b). Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor.

das y semi-áridas, con implicaciones adversas en términos de inseguridad alimentaria y malnutrición en el continente. En algunos países, los rendimientos de la agricultura que depende de las lluvias se reducirían en hasta 50 % para 2020.

- La disponibilidad local de alimentos sería negativamente afectada por la reducción de las pesquerías en los grandes lagos, debido al incremento de las temperaturas de las aguas.
- Los costos de adaptación en África podrían ser del orden de 1-5 % del PIB. Los manglares y los arrecifes coralinos serían seriamente dañados, con consecuencias negativas adicionales para las pesquerías y el turismo.

### *Asia*

Los países subdesarrollados de Asia cuentan con más de la mitad (52,4 %) de la población mundial y aportan el 12,7 % de las exportaciones mundiales, según datos del Fondo Monetario Internacional –FMI– (2007).

En el continente asiático, una de las áreas más vulnerables es la parte meridional. Los nueve países que se ubican en esa zona tienen un índice de desarrollo humano de 0,611, una esperanza de vida al nacer de 63,8 años y una tasa de alfabetización de adultos de 59,5 %. En estos países la agricultura aporta el 17 % del PIB y emplea al 55 % de la fuerza de trabajo.

La deuda externa del conjunto de países subdesarrollados de Asia (sin incluir al Medio Oriente)<sup>9</sup> ascendió a 953 000 millones de dólares al concluir 2007 y el servicio de la deuda en ese año fue de 129 000 millones de dólares (5,7 % de las exportaciones de bienes y servicios).

Entre sus conclusiones acerca de la vulnerabilidad de Asia, el IPCC apunta que el cambio climático obstaculiza el de-

<sup>9</sup> La deuda del Medio Oriente fue de 354 000 millones de dólares y el servicio de dicha deuda totalizó unos 35 000 millones de dólares al cierre de 2007.

sarrollo sostenible en la mayoría de los países subdesarrollados de Asia, y en esta dirección resalta que:<sup>10</sup>

- El derretimiento de glaciares en la Cordillera del Himalaya incrementaría las inundaciones y las avalanchas, y afectaría los recursos de agua en las próximas dos o tres décadas. Esto provocaría una disminución de los flujos de los ríos en la medida en que se vayan replegando los glaciares.
- La disponibilidad de agua dulce en el centro, sur, este y sudeste de Asia disminuiría debido al cambio climático, sobre todo en las cuencas de grandes ríos; lo que unido al crecimiento de la población y de la demanda de agua, afectaría adversamente a más de mil millones de personas para la década de 2050.
- Las áreas costeras sensibles y muy pobladas, como los mega-deltas del sur, este y sudeste de Asia, se verían expuestas a un creciente riesgo de inundaciones.
- Los rendimientos de los cultivos podrían incrementarse en hasta 20 % en el este y sudeste de Asia; mientras podrían decrecer en hasta 30 % en el centro y sur de Asia para mediados del siglo XXI. La combinación de ambas tendencias, considerando además el rápido crecimiento poblacional y de la urbanización, reforzaría el alto riesgo de hambre en varios países subdesarrollados asiáticos.
- La morbilidad endémica y la mortalidad debido a enfermedades como la diarrea, fundamentalmente asociadas con las inundaciones y las sequías, aumentarían como consecuencia de los cambios esperados en el ciclo hidrológico provocados por el calentamiento global. Además, el incremento de la temperatura del agua en las costas podría exacerbar la proliferación y la toxicidad del cólera en el sur de Asia.

<sup>10</sup> Ver IPCC (2007b). Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor.

## *América Latina*

Los países de América Latina y el Caribe cuentan con una población de 557 millones de habitantes (2005), es decir, 8,5 % de la población mundial y aportan el 5,6 % del PIB global y el 5,2 % de las exportaciones mundiales de bienes y servicios, según datos del FMI (2007).

Con un índice de desarrollo humano de 0,803, una esperanza de vida al nacer de 72,8 años y una tasa de alfabetización en adultos de 90,3 %, según el PNUD (2007), esta región se ubica como la de mayor desarrollo humano del área subdesarrollada. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que esta es la zona del mundo con mayor desigualdad en la distribución del ingreso, lo que se traduce en serias afectaciones socioeconómicas para los sectores más pobres. En esta región la agricultura aporta el 7 % del PIB y da empleo al 18 % de la fuerza de trabajo.

La deuda externa regional, ascendió en 2007 a unos 835 miles de millones de dólares; con pagos por concepto de utilidades e intereses en ese año que alcanzaron los 174 000 millones de dólares (20,4 % de las exportaciones).

En materia de vulnerabilidad ante el cambio climático, el IPCC reconoce que:<sup>11</sup>

- El incremento en la temperatura, y la concomitante reducción del agua del suelo, conduciría a un gradual reemplazo del bosque tropical por sabana en el este de la Amazonía hacia mediados de este siglo. La vegetación semiárida sería reemplazada en tendencia por vegetación de tierras áridas.
- Existe riesgo de una pérdida significativa de biodiversidad mediante la extinción de especies en muchas áreas tropicales de América Latina.
- El cambio climático provocaría la salinización y desertificación de las tierras agrícolas en las áreas más secas; y se

<sup>11</sup> Ver IPCC (2007b). Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor.

reduciría la productividad de importantes cultivos y de la ganadería, con adversas implicaciones en términos de seguridad alimentaria. El rendimiento de los cultivos de soya aumentaría en zonas templadas.

- La elevación del nivel del mar aumentaría el riesgo de inundaciones en zonas de costas bajas. El incremento de la temperatura superficial del mar debido al cambio climático tendría efectos adversos sobre los arrecifes coralinos de Mesoamérica y causaría cambios en la ubicación de los bancos de peces del sudeste del Pacífico.
- Los cambios en los patrones de precipitación y la desaparición de los glaciares en Latinoamérica afectarían significativamente la disponibilidad de agua para el consumo humano, la agricultura y la generación de electricidad.

### *Pequeñas islas*

Las pequeñas islas, en particular los estados insulares subdesarrollados, son áreas especialmente vulnerables ante los impactos del cambio climático, entre otras razones, por la elevada dependencia de estos países con relación al medio ambiente costero-oceánico y su capacidad de adaptación limitada.

Por lo general, se trata de países subdesarrollados con una alta dependencia del comercio exterior —y de un reducido número de mercados—, para su funcionamiento económico. Adicionalmente, enfrentan serios obstáculos para diversificar sus economías y para insertarse en los mercados internacionales de crédito (ver CIEM, 2004).

Entre los 177 países reportados en el *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008*, se ubican 31 de los 39 miembros de la Alianza de Pequeños Estados Insulares en desarrollo (AOSIS, por sus siglas en inglés), con una población total de unos 55 millones de habitantes, según datos de 2005. El índice de desarrollo humano promedio de estos 31 países insulares o de costas bajas es de 0,745, un valor que supera a la media del conjunto de los países subdesarrollados (0,691), pero es muy

inferior al nivel de los países más desarrollados de la OCDE (0,947).

Resulta contrastante que estos países, con muy baja contribución a las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero,<sup>12</sup> se ubiquen entre los más afectados por el cambio climático. Su capacidad de adaptación es baja y los costos de adaptación son elevados con relación al PIB. En efecto, con el último informe del IPCC ha quedado corroborado que:<sup>13</sup>

- Las pequeñas islas resultan especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, la elevación del nivel del mar y los eventos extremos.
- El deterioro de las condiciones costeras, por ejemplo mediante la erosión de las playas y el blanqueamiento de corales,<sup>14</sup> afectaría los recursos locales (como las pesquerías), y reduciría el valor de estos destinos turísticos.
- La elevación del nivel del mar exacerbaría las inundaciones, la erosión y otros desafíos costeros, lo que a su vez amenazaría la infraestructura vital, así como los asentamientos e instalaciones, que apoyan la vida de las comunidades insulares.<sup>15</sup>
- El cambio climático reduciría los recursos de agua en muchas islas pequeñas, como las del Caribe y el Pacífico, hasta el punto en que resultarían insuficientes para sa-

<sup>12</sup> Los 31 países de la AOSIS antes mencionados, apenas aportan el 0,6 % de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

<sup>13</sup> Ver IPCC (2007b). Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor.

<sup>14</sup> Los corales son vulnerables al estrés térmico y tienen baja capacidad de adaptación. Se proyecta que un incremento de la temperatura superficial de los océanos de alrededor de 1-3 °C, resultaría en eventos más frecuentes de blanqueamiento y ampliaría la mortalidad de corales, a menos que se produjera una adaptación térmica de los corales.

<sup>15</sup> Los humedales costeros y manglares serían afectados de manera negativa por la elevación del nivel del mar. Las inundaciones que esto provoca ponen en riesgo especial a las áreas densamente pobladas y zonas de costas bajas donde la capacidad de adaptación es relativamente baja y que enfrentan otros retos tales como las tormentas tropicales.

tisfacer la demanda durante períodos de escasas lluvias hacia mediados de siglo.

- Con el aumento de las temperaturas, se incrementaría la invasión de especies no nativas, en particular en las islas ubicadas en las latitudes medias y altas.

En las regiones más desarrolladas, el IPCC también identifica signos de vulnerabilidad ante el cambio climático. Ciertamente, en los últimos tiempos algunos desastres naturales vinculados al cambio climático, como los intensos ciclones en la costa del Golfo de México, y las inundaciones recurrentes en zonas bajas de Europa han evidenciado los riesgos a que están expuestos, incluso, los países más desarrollados. Las situaciones de emergencia creadas por desastres de esa naturaleza, como el huracán Katrina que impactó a la ciudad de Nueva Orleans (Estados Unidos) y las áreas circundantes en 2005, también han puesto de manifiesto las asimetrías e inequidades existentes en muchas de esas sociedades, donde las mayores afectaciones se concentran en los sectores más pobres de la población.

En sentido general, la capacidad de adaptación de estas regiones desarrolladas es mucho mayor que la correspondiente a los países del área subdesarrollada. Cabe recordar que, en todos los casos, se trata de países con altos índices de desarrollo humano, y elevada capacidad tecnológica y financiera, para hacer frente a las inversiones que demanda la adaptación ante el cambio climático.<sup>16</sup>

## *Europa*

La capacidad de adaptación en el continente europeo es mayor en la parte occidental que en la oriental y dentro de la parte occidental es mayor en la zona central y norte, que en la

<sup>16</sup> A manera de ejemplo, en el Reino Unido se invierten anualmente unos 1 200 millones de dólares para construir mecanismos de defensa frente a las inundaciones (PNUD, 2007).

sur, según las evaluaciones realizadas por el Grupo II del IPCC. Acerca de los retos que enfrenta el viejo continente, el IPCC ha concluido que:<sup>17</sup>

- Por primera vez se ha documentado un amplio rango de impactos de los cambios en el clima actual, como la retirada de glaciares, cambios en las especies, e impactos sobre la salud provocados por olas de calor de magnitudes sin precedentes.
- Casi todas las regiones europeas serían afectadas negativamente por los impactos futuros del cambio climático, lo que supone desafíos para muchos sectores económicos. Se ampliarían las diferencias regionales en Europa, en cuanto a los recursos naturales; las inundaciones costeras serían más frecuentes y aumentaría la erosión. La mayoría de los organismos y ecosistemas tendrán dificultades para adaptarse al cambio climático. Las áreas montañosas enfrentarían la retirada de glaciares, la reducción de la cobertura de nieve y del turismo de invierno y una gran pérdida de especies (hasta 60 % en algunas áreas, bajo escenarios de altas emisiones en 2080).
- En el sur de Europa, el cambio climático empeoraría las condiciones de vida dadas las elevadas temperaturas y las sequías, en una región que ya resulta vulnerable a la variabilidad climática. También se reduciría la disponibilidad de agua, el potencial de hidroelectricidad, el turismo de verano y, en general, la productividad de los cultivos. Además, aumentarían los riesgos para la salud debido a las olas de calor y a la frecuencia de los incendios forestales.
- En Europa central y oriental, las precipitaciones de verano disminuirían, causando mayor estrés hídrico. Se incrementarían los riesgos para la salud asociados a las olas de calor. La productividad de los bosques declinaría y la frecuencia de los incendios se incrementaría.

<sup>17</sup> Ver IPCC (2007b). Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor.

- En el norte de Europa, el cambio climático provocaría inicialmente efectos mixtos, incluyendo algunos beneficios tales como: la reducción de la demanda de calefacción, el incremento de los rendimientos de los cultivos y el mayor crecimiento de los bosques. Sin embargo, en la medida en que se refuerce el cambio climático, sus impactos más negativos (inundaciones de invierno más frecuentes, mayores amenazas para los ecosistemas, y creciente inestabilidad de los suelos) superarían a los beneficios.

### *Norteamérica*

Los Estados Unidos y Canadá tampoco escapan al impacto del cambio climático, como lo reconoce el IPCC al proyectar que:<sup>18</sup>

- Un cambio climático moderado en las primeras décadas de este siglo incrementaría los rendimientos agregados de la agricultura dependiente de las lluvias entre 5 y 20 %, pero con importantes variaciones entre las regiones. Algunos cultivos, como aquellos que requieren grandes cantidades de agua, estarían expuestos a mayores desafíos.
- El calentamiento en las montañas occidentales causaría una disminución en la cobertura de nieve, aumentaría las inundaciones de invierno y reduciría los flujos de verano, lo que exacerbaría la competencia por los recursos de agua.
- Las áreas de bosques serían muy afectadas por la extensión del período de alto riesgo de fuegos forestales y un gran aumento de las superficies incendiadas.
- Incremento en el número, intensidad y duración de las olas de calor a lo largo del siglo en algunas ciudades, lo que tendría impactos adversos para la salud, sobre todo en el caso de la población de más edad.

<sup>18</sup> Ídem.

- Las comunidades costeras serían muy impactadas por el cambio climático, con niveles de pérdidas que aumentarían con el incremento de las tormentas tropicales.

### *Australia y Nueva Zelanda*

Para Australia y Nueva Zelanda, países industrializados que se ubican en el hemisferio Sur, el IPCC destaca que:<sup>19</sup>

- Como resultado de la reducción de las precipitaciones y del incremento de la evaporación, se intensificarían los problemas de seguridad en cuanto a los recursos de agua para 2030, en el sur y este de Australia; y en el norte y algunas regiones orientales de Nueva Zelanda.
- Se proyecta una pérdida significativa de biodiversidad para 2020 en algunas áreas ricas en diversidad biológica como la Gran Barrera Coralina.
- El desarrollo costero y el crecimiento poblacional en algunas áreas de Australia y Nueva Zelanda exacerbarían los riesgos asociados a la elevación del nivel del mar, al incremento de la severidad y frecuencia de las tormentas y a las inundaciones costeras para 2050.
- La producción agrícola y forestal declinaría hacia 2030 en gran parte del sur y el este de Australia; y en partes del este de Nueva Zelanda debido al incremento de la sequía y los incendios forestales. Sin embargo, en Nueva Zelanda, se prevén beneficios iniciales para la agricultura y la silvicultura en las zonas occidentales y meridionales.

Como ha podido apreciarse los impactos del cambio climático se exacerbarían en las próximas décadas y alcanzarían a todas las regiones del planeta, revelando las desigualdades socioeconómicas —y consecuentemente las diferentes capacidades de adaptación—, entre países desarrollados y subdesarrollados y entre grupos sociales al interior de los países.

<sup>19</sup> Ídem.

## **La adaptación como estrategia de respuesta ante el cambio climático**

La más reciente evaluación del IPCC reconoce el papel de la adaptación como estrategia de respuesta ante el cambio climático, que tiende a reducir la vulnerabilidad. Se destaca que la adaptación será necesaria para hacer frente a los impactos del cambio climático, que resulten inevitables por causa de las emisiones pasadas. Aunque las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero permanecieran a los niveles del año 2000, para finales de este siglo se produciría un calentamiento adicional de alrededor de 0,6 °C provocado por las emisiones pasadas.

Según el IPCC, la capacidad de adaptación es la habilidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos), para moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades y enfrentar las consecuencias. De modo consecuente, la vulnerabilidad de los sistemas suele ser inversamente proporcional a la capacidad de adaptación.

Esta capacidad descansa en gran medida sobre la base de recursos económicos y naturales de una región o país determinado, las redes sociales, las estructuras institucionales y de gobernabilidad, los recursos humanos y la tecnología, entre otros factores; y varía entre las regiones, sociedades, géneros y grupos de ingreso.

El desarrollo sostenible puede estimular la adaptación ante el cambio climático, incrementar la capacidad de adaptación y viceversa. Algunas actividades orientadas al desarrollo pueden, sin embargo, exacerbar las vulnerabilidades relacionadas con el clima, sobre todo en aquellos casos en que no se toman en consideración las distintas dimensiones del vínculo entre medio ambiente y desarrollo.

Las evaluaciones más recientes del IPCC reconocen las sinergias entre capacidad de adaptación y desarrollo sostenible, y destacan que las sociedades que siguen un patrón de desarrollo sostenible es probable que tengan mayor resiliencia ante los impactos del cambio climático. Se requiere más in-

formación acerca de los factores que contribuyen a esa sinergia y cómo las políticas que mejoran la capacidad de adaptación pueden reforzar el desarrollo sostenible y viceversa (IPCC, 2007b).

En sentido general, la evaluación realizada por el Grupo de Trabajo II del IPCC (2007b) presenta la mitigación y adaptación, como dos componentes básicos de las estrategias de respuesta al cambio climático, así como las barreras, límites y costos de la adaptación. De acuerdo con ese Informe, muchos impactos del cambio climático pueden ser evitados, reducidos o postergados con la mitigación (reducción de emisiones netas); y las medidas y programas que integran la adaptación y mitigación suelen tener mayores éxitos en la reducción de los riesgos asociados al cambio climático.

A escala global, las pérdidas promedio, asociadas a los impactos futuros del cambio climático, según la evaluación del IPCC (2007b), podrían ser de 1 al 5 % del PIB para un calentamiento de 4 °C, pero en los países subdesarrollados dichas pérdidas serían muy superiores.

Por su parte, el informe coordinado por el economista británico Nicholas Stern<sup>20</sup> llama la atención internacional acerca de la necesidad de actuar cuanto antes para reducir los impactos adversos del cambio climático y consecuentemente evitar, en gran medida, los costos elevados que se derivarían de la *no acción* en este campo.

El *Informe Stern* destaca la gravedad del cambio climático y señala que, en ausencia de acciones de respuesta ante este reto ambiental, los costos globales equivaldrían a la pérdida de 5-20 % del PIB global anual, en tanto que los costos de las acciones recomendadas para mitigar el cambio climático pudieran limitarse a alrededor de 1 % del PIB global anual (Stern, 2006 y PNUD, 2007: p. 8).

En este sentido, cabe destacar las limitaciones de recursos financieros para la adaptación de los países subdesarrollados, lo que se traduce en una capacidad de adaptación sumamente deprimida. Según datos compilados por los autores del

<sup>20</sup> Ex economista del Banco Mundial y asesor del gobierno del Reino Unido.

*Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008*, hasta mediados de 2007, los fondos multilaterales desembolsados para la adaptación al cambio climático en los países subdesarrollados ascendían apenas a unos 26 millones de dólares, lo que equivale al presupuesto de inversión de una semana en el Reino Unido para acciones de protección frente a las inundaciones (ver cuadro 4).

CUADRO 4

FINANCIAMIENTO MULTILATERAL PARA LA ADAPTACIÓN, 2007  
(en millones de dólares)

<i>Fondos creados</i>	<i>Total comprometido</i>	<i>Total recibido</i>	<i>Total desembolsado*</i>
Fondo para países menos adelantados <sup>1</sup>	156,7	52,1	9,8
Fondo especial para el cambio climático <sup>2</sup>	67,3	53,3	1,4
Fondo de adaptación <sup>3</sup>	5	5	-
Sub-total	229	110,4	11,2
Prioridad estratégica para adaptación <sup>4</sup>	50	50	14,8**
Total	279	160,4	26

Nota:

\* Neto de cargos.

\*\* Incluye cargos.

Fondos:

<sup>1</sup> Fondo creado en 2001. Ha recibido compromisos de 17 donantes.

<sup>2</sup> Se encuentra en operación desde 2005, con el objetivo de atender las necesidades especiales de adaptación a largo plazo de los países subdesarrollados.

<sup>3</sup> Se encuentra en operación desde 2004 y comprende unos 50 millones de dólares cada tres años para proyectos pilotos en un amplio rango de áreas, en particular el manejo de ecosistemas.

<sup>4</sup> Fondo para actividades concretas de adaptación, financiado con un 2 % de los créditos generados por el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto.

FUENTES: Tomado de PNUD (2007: p. 190, Tabla 4.1), que hace referencia a estadísticas del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) hasta abril de 2007.

De acuerdo con la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, las inversiones y fondos financieros requeridos para la adaptación hasta 2030 ascendería a varias de decenas de miles de millones, entre los que se incluyen unos 14 000 millones de dólares para el sector agrícola; 11 000 millones de dólares en el sector de la infraestructura para el suministro de agua (de este monto un 85 % corresponde a los países subdesarrollados); 5 000 millones de dólares en el sector de la salud del Tercer Mundo, para el tratamiento de enfermedades diarreicas, malnutrición y malaria; unos 11 000 millones de dólares (la mitad en los países subdesarrollados) para el mantenimiento de playas y construcción de diques costeros; entre 8 000 y 130 000 millones de dólares para nuevas infraestructuras de adaptación, entre otros. En general, el monto correspondiente a los países subdesarrollados asciende a 28-67 000 millones de dólares (UNFCCC, 2007).

De acuerdo con fuentes especializadas,<sup>21</sup> el financiamiento para fortalecer la capacidad de adaptación de los países subdesarrollados debe considerar al menos tres áreas clave: 1) *Acceso a la información necesaria*, como la información meteorológica; 2) *Inversiones en infraestructura para la adaptación*, teniendo en cuenta que cada dólar que se invierte en el manejo preventivo de desastres en los países subdesarrollados puede prevenir pérdidas equivalentes a siete dólares; 3) *Programas de protección social*.

Los requerimientos de ayuda financiera para la adaptación en los países subdesarrollados, estimados por el *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008* del PNUD, ascienden a unos 44 000 millones de dólares anuales hasta 2015, a lo que se añaden otros 40 000 millones anuales para programas de reducción de la pobreza que disminuirían la vulnerabilidad ante el cambio climático, y 2 000 millones de dólares anuales para reforzar la capacidad de respuesta ante desastres, para un total de 86 000 millones por año hasta 2015, lo que equivale a un 0,2 % del PIB de los países de la OCDE en ese año (PNUD, 2007).

<sup>21</sup> Ver PNUD (2007).

## **SUBDESARROLLO Y DÉFICIT DE AGUA DULCE: RETOS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

El acceso a los recursos de agua dulce, tanto en términos de cantidad, como de calidad, es una de las aristas más sensibles del vínculo entre desarrollo, equidad y sostenibilidad. En efecto, esta fue una de las áreas clave de debate en la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo 2002, fue el tema central del *Informe sobre Desarrollo Humano del PNUD* en 2006 y uno de los sectores tratados, con mayor grado de detalle, en el *Cuarto Informe de Evaluación del IPCC* (2007).

### **Déficit de agua dulce: un reto global**

El agua, considerada como “oro azul”, es un recurso esencial para la vida, dada su contribución al mantenimiento de una buena salud, su importancia para el sector agropecuario (irrigación de cultivos, uso para el ganado, entre otras actividades), su utilización con fines energéticos (por ejemplo, en la generación de hidroelectricidad) y en la conservación de la biodiversidad y el medio ambiente (sobre todo en lo referido a la protección de los ecosistemas), entre otros beneficios. El agua dulce sirve de hábitat para numerosos organismos; por ejemplo, 40 % de las 25 000 especies conocidas de peces.

A escala global, la agricultura utiliza alrededor del 70 % del agua dulce disponible; la industria, el 22 %; y el consumo

doméstico, el restante 8 %; aunque estas proporciones varían según se trate de regiones subdesarrolladas o desarrolladas. En el mundo desarrollado la industria absorbe el 59 % del agua utilizada (ver cuadro 5).

CUADRO 5  
USOS ALTERNATIVOS DEL AGUA

Usos	Países subdesarrollados	Países desarrollados
Agricultura	82	30
Industria	10	59
Uso doméstico	8	11
Total	100	100

FUENTE: UNESCO, 2003a.

Por las razones antes expuestas, la disponibilidad de agua dulce es un elemento central para un desarrollo sostenible; sin embargo, las acciones globales concertadas, dirigidas a conservar este recurso, no han recibido la prioridad adecuada.

Debe tenerse en cuenta que si bien el 70 % de la superficie de nuestro planeta está cubierto por agua, apenas un 2,5 % de esa agua es dulce. Solo el 0,26 % resulta accesible para el hombre en ríos, lagos y otros reservorios; mientras que el 2,24 % se encuentra congelada en las zonas polares como la Antártida y Groenlandia, en glaciares y en aguas subterráneas muy profundas (WMO-UNESCO, 1997).

Con relación al vínculo entre recursos hídricos y energía, un aspecto clave es la producción de electricidad de origen hidráulico, y de otras fuentes como: las mareas, las olas y la geotermia. De todas estas variantes, la hidroelectricidad es la que ha registrado mayor avance (2,740 TWh<sup>1</sup> anuales a escala global en 2001, con proyecciones de 4 210 TWh anuales para 2010), aunque solo una tercera parte del potencial económicamente viable ha sido explotado hasta la actualidad. Los países desarrollados aprovechan en la actualidad alrededor del 70 % de sus potencialidades para esta fuente energéti-

<sup>1</sup> Teravatios por hora = 10<sup>12</sup> vatios por hora.

ca, en tanto que las naciones subdesarrolladas solo utilizan un 15 % (UNESCO, 2003a).

Dentro del balance energético global de energía comercial, la hidroelectricidad representó alrededor del 6 % en 2006, es decir, unos 688 millones de toneladas de petróleo equivalente, de los cuales un 51 % correspondió al área desarrollada (BP, 2007).

Teniendo en cuenta las implicaciones ambientales y sociales adversas de las grandes plantas hidroeléctricas, en términos de daños a los ecosistemas y desplazamientos humanos, dada la necesidad de represar grandes volúmenes de agua; en las últimas décadas se ha impulsado la construcción de pequeñas unidades de generación –descentralizadas– en zonas rurales aisladas. China cuenta con más de la mitad de la capacidad mundial de generación eléctrica a partir de pequeñas hidroeléctricas (REN21, 2005).

Las actividades humanas modifican el ciclo hidrológico y pueden contaminar seriamente el agua disponible. Tanto la deforestación, como el cambio en el uso de la tierra, la expansión de las áreas pavimentadas, la construcción de represas y canales, la irrigación, el drenaje y otras actividades, pueden cambiar el balance hidrológico.

Paralelamente, tienden a crecer las pérdidas económicas y humanas derivadas de los desastres naturales y otros fenómenos relacionados con el agua. De unos 2 557 desastres naturales registrados entre 1991 y 2000, alrededor del 90 % estuvieron vinculados con el agua (ver cuadro 6).

CUADRO 6

DESASTRES NATURALES RELACIONADOS CON EL AGUA

<i>Desastres</i>	<i>% del total</i>
Inundaciones	50
Epidemias relacionadas con el agua	28
Sequía	11
Desprendimientos de tierra y avalanchas	9
Hambrunas	2
Total	100

FUENTE: UNESCO, 2003a.

La pérdida de la calidad del agua dulce por causa de la contaminación reduce considerablemente la disponibilidad de este recurso para el consumo. La contaminación de las aguas puede ser de origen agropecuario (derivada del uso intensivo de plaguicidas y fertilizantes tóxicos), industrial (por metales pesados, materia orgánica y otros componentes tóxicos), o urbano (dada la falta de tratamiento adecuado de los desechos urbanos sobre todo en las megaciudades y sus periferias).

Se estima que unos 2 millones de toneladas de desechos de origen industrial, doméstico y agrícola son arrojados cada día en las aguas; y la carga mundial de contaminación a partir de las aguas residuales pudiera ascender a unos 12 000 km<sup>3</sup> (UNESCO, 2003a).

Los acuíferos subterráneos también pueden ser contaminados debido a su mala utilización o sobreexplotación, como son los casos de aquellos ubicados en zonas costeras que son salinizados al descender significativamente el manto freático y penetrar las aguas del mar.

En las últimas décadas, los países desarrollados han reforzado las acciones y programas dirigidos a reducir la contaminación del agua dulce en sus territorios, lo que se ha traducido en legislaciones más estrictas, la promoción de investigaciones y el desarrollo de nuevas tecnologías. En los países subdesarrollados, la posibilidad de avanzar en estas direcciones ha sido mucho más limitada por las restricciones financieras y tecnológicas que enfrentan.

Además de los ecosistemas de agua dulce, existen otros como los costeros y oceánicos que también resultan de gran importancia, como fuentes renovables de alimentación, oportunidades para el turismo, el transporte y la biotecnología, entre otros beneficios. Muchos de estos ecosistemas, sin embargo, son objeto de sobreexplotación y creciente contaminación, lo que afecta sus potencialidades para contribuir al desarrollo sostenible. Se estima que un 80 % de la contaminación marina procede de las zonas terrestres, de tal forma que la salud del medio ambiente marino está determinada en alto grado por la salud de los ríos (WMO-UNESCO, 1997).

Por su parte, los problemas de baja eficiencia en la distribución y uso del agua dulce y la prevalencia de débiles siste-

mas de regulación y manejo de este recurso vital han provocado un reforzamiento del déficit de agua accesible para el hombre.

### **Subdesarrollo y déficit de agua dulce**

Durante el siglo xx el ritmo de crecimiento del consumo de agua fresca más que duplicó a la dinámica poblacional, como reflejo del uso insostenible de este importante recurso. Consecuentemente, la situación del agua se ha tornado aún más frágil en muchos países, sobre todo en regiones como en Medio Oriente, Norte de África y Asia Meridional.

Cerca de la tercera parte de la población mundial, ubicada preferentemente en el Tercer Mundo vive en países con problemas moderados o severos de falta de agua y esa proporción podría aumentar a dos terceras partes en 2025, con serias afectaciones en áreas como África y Asia occidental. Asia se halla bajo fuertes presiones en cuanto a dotación de recursos de agua, ya que con 60 % de la población mundial solo cuenta con 35 % del agua disponible.

Los problemas para acceder al agua dulce en las regiones subdesarrolladas se explican, al menos en parte, por la falta de correspondencia existente entre la distribución de los recursos de agua y la distribución de la población. En África, por ejemplo, el río Congo contiene alrededor de la tercera parte del flujo de los ríos de esa región, sin embargo, solo el 10 % de la población africana vive en esa cuenca hidrográfica. En América Latina, el 40 % de la población se concentra en el 25 % del territorio, donde se ubica solo el 10 % de los recursos regionales de agua dulce (PNUMA, 2004).

En algunas áreas, los niveles de los acuíferos subterráneos han declinado en decenas de metros debido a su sobreexplotación. En muchos casos la extracción de aguas subterráneas ocurre a una tasa mayor que la tasa de recarga natural de este recurso. Algunas zonas resultan muy vulnerables, como los estados insulares, donde tales prácticas pueden acelerar la intrusión salina, y las zonas áridas, donde las reservas de aguas

“fósiles” tienden a agotarse sin posibilidad de recarga natural en las actuales condiciones climáticas.

Según estadísticas de Naciones Unidas, unos 1 100 millones de personas (cerca de la quinta parte de la población mundial) aún no tienen acceso al agua potable; unos 2 600 millones de personas (alrededor del 40 % de la población) no pueden acceder a servicios de saneamiento adecuados. Se destaca que aproximadamente dos millones de niños mueren cada año por enfermedades relacionadas con el agua; y en los países más pobres, uno de cada cinco niños muere antes de cumplir cinco años, debido, en lo fundamental, a enfermedades infecciosas relacionadas con la cantidad y calidad de agua disponible (WEHAB WG, 2002 y PNUD, 2006).

En los países subdesarrollados, alrededor del 80 % de las enfermedades se asocian al consumo de agua no potable y a las malas condiciones sanitarias. Se estima que alrededor del 50 % de la población de estos países está expuesto a fuentes de agua contaminada (UNESCO, 2003a y PNUD, 2006). Ver cuadro 7.

#### CUADRO 7

##### PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN SIN COBERTURA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO ADECUADO

Regiones	Sin agua potable	Sin saneamiento adecuado
Asia meridional	15,0	60,6
Asia oriental y Pacífico	20,9	49,3
Estados árabes	12,1	25,8
África subsahariana	45,5	63,3
América Latina y el Caribe	9,0	21,8

FUENTE: PNUD (2006).

Así, los problemas derivados del estrés hídrico<sup>2</sup> y la *escasez de agua dulce*<sup>3</sup> crecen cada día, con el consecuente reforzamiento del círculo vicioso entre subdesarrollo, pobreza y de-

<sup>2</sup> Cuando la disponibilidad de agua dulce es inferior a los 1 700 m<sup>3</sup> per cápita anual.

<sup>3</sup> Cuando la disponibilidad de agua dulce es inferior a los 1 000 m<sup>3</sup> per cápita anual.

terioro ambiental que afecta a sectores mayoritarios de la población del Tercer Mundo. En efecto, la creciente competencia por acceder al agua afecta sobre todo a los pobres (particularmente a las mujeres); y se refuerza en los países afectados por la desertificación y la sequía.

De acuerdo con cifras del año 2000, unos 508 millones de personas vivían en 31 países con estrés hídrico o escasez de agua; para 2025, serían unos 3 000 millones de personas de unos 48 países las que se hallarían en esa situación. Solo en África, a los 14 países de ese continente que sufren estrés hídrico o escasez de agua en la actualidad, se sumarían otros 11 países en 2025 (ver cuadro 8).

CUADRO 8  
REGIONES BAJO ESTRÉS HÍDRICO

<i>Regiones</i>	<i>Disponibilidad de agua dulce (m<sup>3</sup> anuales por persona)</i>
Asia meridional y central	1 465
Sur de África	1 289
Norte de África	495

FUENTE: Revista *Time*, Amsterdam, 26 de agosto de 2002.

Las estadísticas relativas a la disponibilidad y acceso al agua dulce por parte de los distintos países y grupos sociales también revelan la creciente brecha entre ricos y pobres en cuanto al consumo de este recurso vital.

De acuerdo con las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y por el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), el requerimiento mínimo per cápita de agua por día —para beber y para la higiene personal básica— es de 20 litros, a partir de una fuente que no se halle a más de 1 kilómetro del hogar. Si a ese criterio de medición se incorporan otros usos como el baño y el lavado, el requerimiento mínimo aumentaría a 50 litros diarios por persona.

En los países desarrollados el consumo promedio de agua per cápita oscila entre 200 y 300 litros en la mayoría de los países europeos y 575 litros en los Estados Unidos; mientras que en países pobres como Mozambique el nivel medio es inferior a 10 litros (PNUD, 2006).

El predominio de tecnologías obsoletas y de sistemas deficientes de distribución de agua explican, en alto grado, la utilización insostenible de este recurso en los países subdesarrollados, donde alrededor del 50 % del agua potable y el 60 % del agua para riego se pierde por falta de soluciones tecnológicas adecuadas.

En general, el déficit de agua potable está en la base de las condiciones de pobreza, inseguridad alimentaria y crecientes flujos migratorios que caracterizan la realidad de sectores mayoritarios de la población del Tercer Mundo. En la India, por ejemplo, el 69 % de la población que vive en zonas de secano son pobres, mientras que en las zonas que cuentan con riego esa proporción es de un 26 % (UNESCO, 2003a).

En términos de seguridad alimentaria, debe tenerse en cuenta que el encarecimiento de los suministros de agua tiende a elevar a su vez los precios de los productos agrícolas como los cereales, que constituyen un componente básico en la dieta de muchos países subdesarrollados.

El aumento futuro de la producción de alimentos de los países subdesarrollados sería aportado por las tierras de riego, que hoy día representan el 20 % de la tierra cultivable y aportan el 40 % de los cultivos de alimentos. En la actualidad, alrededor del 60 % de los cultivos de alimentos de los países subdesarrollados crecen bajo un régimen de agricultura dependiente de la lluvia y ocupan el 80 % de las tierras de labranza (FAO, 2003).

Con relación al crecimiento de los flujos migratorios por razones vinculadas al déficit de agua, cabe recordar que entre 1991-2000 las sequías provocaron más de 80 000 muertes y representaron el 11 % del total de desastres relacionados con el agua.

El crecimiento registrado en las últimas décadas los desastres naturales relacionados con el agua ha afectado, sobre todo, a los más pobres. Alrededor del 97 % de las muertes ocasionadas

nadas por tales desastres entre 1990 y 2001 se concentraron en los países subdesarrollados. Asia fue escenario del 35 % de tales eventos extremos y África del 29 %.

Las áreas subdesarrolladas presentan serias limitaciones para evaluar sus recursos de agua por el deterioro de las redes nacionales dedicadas a este fin. De hecho, se calcula que en las últimas décadas las capacidades para determinar y evaluar sus recursos de agua en muchos países pobres han retrocedido en comparación con los niveles de finales del decenio de 1960 (WMO-UNESCO, 1997).

### **Preocupación internacional: debates y compromisos**

La disminución de los recursos de agua dulce en términos de cantidad y el deterioro de su calidad se perfila entre los principales problemas en materia de medio ambiente y desarrollo para el siglo XXI, según los informes del PNUMA.

En las últimas décadas, los temas relativos a la disponibilidad y calidad del agua dulce han sido objeto de amplio debate internacional en el contexto de importantes conferencias internacionales como las celebradas en Dublín, Irlanda, en 1992 y en Mar del Plata, Argentina, en 1997; el 2do. Foro Mundial del Agua de La Haya (2000) y la Conferencia Internacional sobre el Agua Dulce de Bonn (2001). Asimismo, el decenio 1981-1990 fue proclamado por Naciones Unidas como el Decenio del Agua Potable y el Saneamiento, 2003 como Año Internacional del Agua Dulce, y 2005-2015 como la Década de Naciones Unidas del Agua Dulce.

En la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), celebrada en Brasil, en 1992, los problemas vinculados al déficit de agua fueron ampliamente discutidos. De hecho, el capítulo 18 de la *Agenda 21*, dedica atención especial a la "protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce" y aboga por la "aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenamiento y uso de los recursos de agua dulce".

Cabe señalar que uno de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, adoptados en la Cumbre del Milenio de septiembre de 2000, se propone reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso a agua potable, para el año 2015.

Uno de los cinco ejes temáticos básicos o áreas clave de debate durante la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible, de Johannesburgo (2002) fueron el agua y el saneamiento.<sup>4</sup> Así, además de endosarse lo acordado en la Cumbre del Milenio en relación con el agua, en el Plan de Implementación de esta Cumbre, se incluyó el compromiso de reducir a la mitad la proporción de personas que carecen de acceso a los servicios de saneamiento. Adicionalmente, en Johannesburgo se acordó desarrollar programas para el manejo integrado de recursos hídricos y de eficiencia en esta esfera, para 2015.

Durante la Cumbre de Johannesburgo, los gobiernos, las organizaciones multilaterales, los bancos internacionales, las ONG y el sector privado anunciaron más de veinte iniciativas de cooperación en materia de agua y sanidad, que involucran más de mil millones de dólares. Estaría por ver el alcance real de estas y su contribución al desarrollo sostenible de las comunidades beneficiadas.

El debate internacional sobre la utilización sostenible del agua dulce se refiere, tanto a la necesidad de contar con un servicio de abastecimiento que sea eficiente y equitativo, como a la necesidad de potenciar la contribución de los recursos de agua a la preservación del medio ambiente, y al manejo integrado de este recurso, incluyendo un manejo sostenible de los ecosistemas costeros.

A escala internacional cada vez cobra más fuerza el reconocimiento de las cuencas hidrográficas como un nivel clave para la evaluación de los recursos hídricos y para la planificación de un desarrollo sostenible.

Además, se aboga por la generalización del empleo de “sistemas de producciones más limpias”, que tiendan a ahorrar agua (por ejemplo, riego por goteo) y a minimizar la contaminación de ese recurso, en vez de continuar con el enfoque

<sup>4</sup> Los otros ejes temáticos de la Cumbre fueron: energía, salud, agricultura y biodiversidad.

tradicional de emplear sistemas de riego que son dilapidadores (por ejemplo, campos anegados o regaderas) y “tecnologías de fase final” (por ejemplo, estaciones depuradoras), que solo buscan remediar la contaminación del agua después que ha ocurrido.

La preservación del agua dulce y de su calidad, como componente del desarrollo sostenible, debe tenerse muy en cuenta a la hora de analizar otros problemas ambientales globales —como el cambio climático, la deforestación, la pérdida de la diversidad biológica y la desertificación—, y las estrategias de respuesta para enfrentarlos.

En cuanto al vínculo entre biodiversidad y protección de las aguas, cabe mencionar que la diversidad biológica de las aguas interiores se ha reducido significativamente como consecuencia de alteraciones del hábitat y la degradación de esos ecosistemas. De las especies que habitan en las aguas interiores se calcula que el 24 % de los mamíferos, el 12 % de las aves y un tercio de las especies de peces estudiadas en detalle se encuentran amenazadas (UNESCO, 2003a).

Según estadísticas del PNUMA, 3 011 especies de agua dulce se encuentran amenazadas, en peligro de extinción o extintas, de las cuales 1 039 son peces. Entre las especies amenazadas se hallan cuatro de las cinco especies de delfines de río, dos de las tres de manatí, alrededor de 40 de las de tortugas y más de 400 de las de crustáceos de aguas interiores (PNUMA, 2004).

La preocupación internacional acerca de la utilización de los recursos hídricos del planeta ha llevado a algunos autores a incluir en el análisis el concepto de “agua virtual”, referido al agua que contienen los productos. Desde su aparición a comienzos de los años noventa, este concepto ha sido empleado para calcular el uso real de agua de un país (su huella hídrica).

Estos estudios revelan que el comercio de “agua virtual” ha aumentado en las últimas cuatro décadas y que aproximadamente el 15 % del agua que se consume a escala global es bajo esta modalidad. El intercambio de productos agrícolas ha sido identificado como el componente más importante del comercio de “agua virtual” (UNESCO, 2003b).

En este debate se destaca, asimismo, que una buena parte de las exportaciones de “agua virtual” se sostiene gracias a los subsidios que recibe la agricultura de exportación en los países desarrollados, lo que al propio tiempo compromete la seguridad alimentaria de los países subdesarrollados.

En general, a pesar de la preocupación internacional creciente en torno a este tema, en la práctica muy pocas veces las declaraciones y compromisos conducen a acciones concretas y viables, en función de los intereses de los sectores mayoritarios de la población. Una de las mayores limitaciones en esta esfera es la falta de financiamiento para el desarrollo y la tendencia a recurrir cada vez más a fórmulas neoliberales, basadas en mecanismos de mercado y privatizaciones, como pretendidas soluciones.

### **Recursos financieros para un uso sostenible del agua**

Uno de los principales problemas para avanzar en el cumplimiento de las metas internacionales en relación con el uso sostenible del agua dulce es el referido a los limitados recursos financieros disponibles para este fin, sobre todo en el contexto actual de predominio de políticas macroeconómicas neoliberales que tienden a contraer significativamente los presupuestos sociales, y de persistencia de un elevado nivel de endeudamiento externo en los países subdesarrollados que ya supera los 2,5 millones de millones de dólares.

De acuerdo con estadísticas del Banco Mundial, se requeriría un flujo de financiamiento del orden de los 600 000 millones de dólares para enfrentar las inversiones requeridas en infraestructura para el suministro de agua en la presente década. Según otras fuentes, los requerimientos totales de fondos para este sector —incluyendo el aporte de los propios países subdesarrollados—, fluctúa entre 110 y 180 000 millones de dólares anuales.

En el caso de la agricultura, por ejemplo, los costos del regadío oscilan entre 1 000 y 10 000 dólares por hectárea; y

los costos futuros de inversión total anual se estiman en unos 25 000-30 000 millones de dólares (UNESCO, 2003a).

Ante estas realidades, se ha recurrido cada vez más a las privatizaciones del suministro de agua dulce, como parte de la tendencia a sobredimensionar los mecanismos de mercado en este sector tan estratégico.

Esta ola de privatizaciones ha sido promovida en gran medida por grandes empresas transnacionales como: *Vivendi*, *Ondeo*, *Berlin Water* y otras, con el apoyo de las principales organizaciones monetarias y financieras internacionales como: el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial. Según algunos estimados, el número de personas dependientes del servicio de abastecimiento privado pasaría de unos 300 millones en los años recientes a unos 1 600 millones en 2015.

Entre las críticas más comunes a la privatización de los servicios de abastecimiento de agua cabe mencionar la tendencia de los suministradores privados a fomentar el consumo más que el ahorro, como condición para la maximización de las ganancias comerciales, lo que entra en franca contradicción con los objetivos del desarrollo sostenible.

De igual forma, los negocios privados en este sector tienden a preferenciar el suministro a aquellos segmentos de la población que tienen mayor poder adquisitivo, en detrimento de grupos mayoritarios de la población rural y de bajos ingresos, que suelen quedar excluidos o limitados de un servicio mucho más caro.

En varias ocasiones, la privatización del abastecimiento se traduce en un control monopólico por parte del inversionista privado, que suele ir acompañado de altas tarifas y una mala calidad del servicio. Entre los intentos fallidos de privatización del agua se encuentran los casos de los sistemas municipales de suministros de megaciudades del mundo subdesarrollado como: Buenos Aires, Johannesburgo, Nueva Delhi y Manila, e incluso en importantes ciudades de países desarrollados como Atlanta y Nueva Orleans.

Por tales razones, no resulta casual que la ola de privatizaciones del suministro de agua haya tenido como contrapartida crecientes movimientos de resistencia ciudadana, como

quedó demostrado con la experiencia de las protestas populares contra la privatización del agua en Cochabamba, Bolivia (1999), que constituyeron un antecedente directo de posteriores movilizaciones populares del pueblo boliviano contra el saqueo de otros recursos naturales del país –como el gas natural–, y que llevaron a la caída del gobierno neoliberal de Gonzalo Sánchez de Losada en 2003 y, posteriormente, al ascenso al poder de Evo Morales.

### **El control del agua dulce como fuente de conflictos**

Existen 261 cuencas fluviales compartidas y 145 naciones con territorios que se benefician de tales cuencas. Las cuencas hidrográficas internacionales representan casi la mitad de la superficie terrestre del planeta y albergan alrededor del 40 % de la población mundial (PNUMA, 2004). Sin embargo, la idea de un manejo transfronterizo de los sistemas hídricos del planeta, con una perspectiva de largo plazo, no pasa de ser una quimera en las condiciones actuales.

El control del acceso y el suministro de agua dulce ha sido tradicionalmente motivo de diversos conflictos y guerras, situación que tiende a agravarse en el contexto actual y prospectivo ante la creciente escasez de este recurso, sobre todo en ciertas regiones como el Medio Oriente y el Norte de África.

En el Medio Oriente, por ejemplo, los problemas de acceso a los recursos hídricos están en la base de las tensiones que involucran a varios países de la región como: Siria, Jordania, Israel, Egipto, Yemen, Arabia Saudita, Irak, Kuwait y Libia. Por lo general, se trata de países que registran un rápido crecimiento poblacional bajo condiciones climáticas muy severas, caracterizadas por el predominio de los desiertos y zonas áridas, las escasas precipitaciones y altas tasas de evaporación. En muchos casos, tales tensiones se originan por el alto grado de dependencia externa que se tiene para acceder al agua necesaria. Esta dependencia, sobre todo de países vecinos, supera en ocasiones el 50 %.

En esta región debe recordarse que el control del agua dulce ha sido una de las obsesiones del ocupante israelí en los territorios palestinos y en otros países vecinos. Debe recordarse que las sucesivas guerras de ocupación israelí en el Levante han significado una apropiación creciente por parte de Israel de los recursos hídricos de países vecinos, lo que incluye buena parte del agua de la meseta del Golán sirio y de los afluentes del río Jordán, la casi totalidad de los acuíferos de Cisjordania y la Franja de Gaza y recursos de agua del Sur del Líbano. En este sentido, el desvío del agua de Galilea hacia el corredor de agua de Israel constituye un foco importante de tensiones en esta área.

También en esta zona se destacan los conflictos históricos por los recursos de agua dulce de la cuenca de los ríos Tigris y Éufrates, que involucran a países como Turquía, Siria e Irak. Los conflictos entre estos tres países se han agravado de modo considerable a partir de 1992 con la puesta en marcha de varios proyectos de represas en Turquía que afectan el flujo del río Éufrates aguas abajo. Los países árabes de la zona han expresado inquietud ante posibles proyectos hidráulicos regionales que puedan reforzar el control turco sobre las fuentes hídricas de la zona (Domínguez, 2002).

En África, existe un elevado potencial para nuevos conflictos por el control del agua dulce de grandes ríos como el Nilo (el más largo del mundo) y el Níger. Además de la muy desigual distribución de sus recursos hídricos, este continente es afectado seriamente por la estacionalidad de las lluvias y la falta de infraestructuras adecuadas.

La cuenca del Nilo, por ejemplo, es compartida por varios países africanos (Egipto, Sudán, República Democrática del Congo, Tanzania, Rwanda, Burundi, Uganda, Kenya, Etiopía y Eritrea), entre los cuales Egipto ha desempeñado históricamente un papel clave, dado su ubicación geográfica (en la desembocadura), su alto grado de dependencia de dicho río y su mayor poderío militar (Domínguez, 2002).

Muchos de esos conflictos han tenido, entre otras implicaciones negativas, un saldo significativo de personas desplazadas de sus lugares de origen, lo que ha reforzado los flujos migratorios en estas zonas.

Por lo antes expuesto, el reforzamiento de las acciones de cooperación internacional en esta materia es un imperativo del momento actual, donde los criterios de uso eficiente e integrado de los recursos de agua constituyen elementos claves a considerar.

En los últimos cincuenta años se han registrado unas 1 200 acciones de cooperación y se han firmado unos 200 tratados sobre distintos cursos fluviales internacionales (excluyendo la navegación), pero, por lo general, se trata de acciones limitadas e insuficientes en áreas tan sensibles como: la repartición del agua, el aseguramiento de su calidad y la solución de conflictos. Además, en muchas ocasiones no se incluye a todos los países ribereños, lo que pone en riesgo la sostenibilidad de tales acciones o tratados (UNESCO, 2003a).

Muchos de los países implicados, sobre todo aquellos que por su ubicación geográfica o por su poderío militar ejercen el control de los recursos de determinadas regiones, suelen mostrar poca voluntad política para avanzar en la concertación de acuerdos internacionales sostenibles en esta esfera.

### **El agua en el contexto de los Tratados de Libre Comercio: el caso latinoamericano**

Además de contar con reservas significativas de petróleo, carbón y gas natural, y una amplia diversidad biológica, América Latina y el Caribe disponen de una dotación privilegiada de agua potable, lo que constituye uno de los atractivos fundamentales de la región para las empresas transnacionales y el gobierno de los Estados Unidos en el contexto de la iniciativa norteamericana de un Área de Libre Comercio para las Américas y otros tratados de libre comercio.

En efecto, con el 8,5 % de la población mundial, América Latina y el Caribe cuentan con el 27 % de los recursos hídricos del planeta; es decir, unos 27 354 m<sup>3</sup> per cápita, frente a una disponibilidad de 8 838 m<sup>3</sup> en los Estados Unidos (ver cuadro 9).

*CUADRO 9*  
**DISPONIBILIDAD DE RECURSOS DE AGUA EN PAÍSES  
 SELECCIONADOS DE LAS AMÉRICAS**

<i>Países</i>	<i>Disponibilidad anual per cápita en m<sup>3</sup></i>	<i>Estados Unidos = 1</i>
Suriname	479 467	54,3
Guyana	279 799	31,7
Canadá	87 971	10,0
Perú	68 039	7,7
Belice	66 470	7,5
Chile	61 007	6,9
Panamá	51 616	5,8
Colombia	50 400	5,7
Bolivia	37 941	4,3
Nicaragua	37 484	4,2
Venezuela	35 002	4,0
Ecuador	34 952	4,0
Brasil	31 849	3,6
Costa Rica	27 936	3,2
Uruguay	17 680	2,0
Paraguay	17 102	1,9
Honduras	14 818	1,7
Guatemala	11 805	1,3
Argentina	9 721	1,1
Estados Unidos	8 838	1,0
Sudamérica	36 988	4,2
América Latina y el Caribe	27 354	3,2

FUENTE: Elaborado a partir de UNDESA (2001).

Si bien la región latinoamericana y caribeña, en su conjunto, dispone de una abundante dotación de recursos hídricos, su distribución no es uniforme, lo que se traduce en tensiones en algunas zonas de la región para acceder a estos recursos. Los problemas de suministro de agua dulce afectan sobre todo a los más pobres, y en particular al 9 % de la población que se encuentra marginada de este servicio.

La cobertura de agua potable y saneamiento difiere considerablemente entre las zonas urbanas y rurales. A comienzos de esta década, el 94 % de la población urbana accedía al agua potable y el 86 % contaba con servicios de saneamiento, mien-

tras que las proporciones correspondientes al área rural eran de 66 % y 49 %, respectivamente (WEHAB WG, 2002).

Al igual que en otras esferas del desarrollo sostenible, el avance de la región en la dirección de un manejo eficiente e integrado de sus recursos hídricos choca, entre otras restricciones, con las limitaciones tecnológicas y financieras que afectan a los países del área. Para América Latina y el Caribe, el cumplimiento del objetivo de desarrollo del milenio referido a la reducción a la mitad de la proporción de personas sin acceso al agua potable tendría un costo estimado de unos 7 450 millones de dólares (CEPAL-PNUMA, 2002).

Debe tenerse en cuenta, además, que el 55 % de la superficie territorial de América Latina y el 75 % de los recursos hídricos superficiales corresponden a cuencas compartidas (Stancich, 2003), lo que en ausencia de la voluntad política requerida para fomentar la cooperación, pudiera reforzar los conflictos transfronterizos.

En años recientes, el estudio, exploración y conservación de estos recursos hídricos compartidos ha devenido centro de encendidas polémicas, donde representantes de diversas organizaciones no gubernamentales han repudiado toda posibilidad de control foráneo o transnacional de esos recursos. Tal es el caso de la polémica generada con la puesta en marcha en 2003 de un proyecto de conservación del acuífero Guaraní, enorme reservorio de agua ubicado bajo los países del Mercosur — Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay — (Valente, 2004).

Al analizar los problemas que enfrentan los países de la región para asegurar la cobertura de agua potable y saneamiento a toda la población, debe tenerse en cuenta también la ineficiencia que prevalece en cuanto al uso de los recursos hídricos y su contaminación creciente.

La agricultura, por ejemplo, consume el 85 % de toda el agua utilizada, en una región donde dos terceras partes del territorio corresponde a zonas áridas o semiáridas; y de ese volumen de agua una buena parte se desperdicia. Además, las malas prácticas agropecuarias tienden a acelerar la erosión de las tierras, que hoy día afecta a más de 350 millones de

hectáreas, y esto a su vez refuerza la contaminación de las aguas de ríos, encarece el proceso de potabilización, disminuye la vida útil de los embalses y aumenta el daño ecológico de las zonas costeras (UAM, 2003).

El elevado grado de contaminación de ríos, acuíferos subterráneos y zonas costeras de la región se explica, asimismo, por las dificultades para realizar el tratamiento de las aguas residuales municipales, ya que solo entre 10 y 13 % de estas aguas es tratado y la mayor parte de las plantas de tratamiento presentan deficiencias en su funcionamiento.

Los problemas para garantizar el acceso de toda la población —en cantidad y calidad— a los recursos de agua dulce de la región se agravarían, sin dudas, bajo las condiciones de un ALCA u otros tratados de libre comercio con los Estados Unidos.

Con los tratados de libre comercio con Norteamérica, se tiende a favorecer a ultranza la privatización de los servicios de agua dulce, lo que dificultaría aún más el acceso de sectores de bajos ingresos a este servicio básico (sobre todo en el área rural y suburbana), con la consecuente secuela en cuanto a deterioro de las condiciones de salud y ambientales de esas áreas.

Un auge de las privatizaciones en esta esfera, en el contexto de los tratados de libre comercio, también favorecería el control de los recursos regionales de agua dulce por parte de empresas transnacionales radicadas en Norteamérica, ya que son precisamente las que estarían en mejores condiciones para competir y adjudicarse los proyectos más rentables.

En algunos casos, pudieran ponerse en práctica esfuerzos transnacionales para conservar ciertos acuíferos de gran interés; pero, tales proyectos, lejos de responder a una estrategia conservacionista en función de los intereses de la población regional, solo buscarían preservar un recurso globalmente escaso, según las prioridades e intereses de la potencia hegemónica.

De igual modo, los tratados de libre comercio con los Estados Unidos tienden a favorecer la actividad de inversionistas norteamericanos en sectores tan sensibles como: la agricultura, la minería, la silvicultura y otros, sin atender debidamente

las implicaciones sociales y ambientales adversas de tales acciones, lo que reforzaría de manera significativa la contaminación de los recursos de agua dulce de la región.

Otras iniciativas hemisféricas que ya están en marcha y que resultan afines al ALCA y a los tratados de libre comercio con los Estados Unidos, como el Plan Colombia y el Plan Puebla Panamá, también son funcionales a los intereses del capital transnacional norteamericano en la región y, por tanto, representan una seria amenaza para el control soberano de los recursos naturales —incluida el agua dulce—, tanto en los países que constituyen base principal de operaciones de estas iniciativas, como de países vecinos.

### **Recursos de agua dulce y adaptación al cambio climático**

En medio de las tendencias antes expuestas, en relación con las dificultades actuales y futuras para el acceso de amplios sectores de la población a los recursos de agua; las previsiones acerca de las implicaciones del cambio climático en este campo se traducen en nuevas preocupaciones.

De acuerdo con estimados especializados, unos 1 800 millones de personas adicionales podrían vivir en zonas de escasez de agua para 2080 (PNUD, 2007: p. 9). Se calcula que el cambio climático pudiera explicar alrededor del 20 % del incremento de la escasez global de agua en un futuro previsible.

Como se mencionó antes, de acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, los recientes cambios regionales en el clima, sobre todo los aumentos de temperatura, ya han afectado a los sistemas hidrológicos, así como a los ecosistemas terrestres y marinos en muchas partes del planeta. El cambio climático agravaría la escasez de agua en muchas zonas del mundo donde este recurso ya resulta insuficiente.

La *Cuarta Evaluación sobre Cambio Climático* del IPCC (2007) proyecta una disminución en la disponibilidad de agua dulce de 10-30 % en algunas regiones secas en latitudes me-

días y en los trópicos secos hacia mediados de siglo, algunas de las cuales son áreas bajo estrés hídrico. En las latitudes altas y en algunas áreas tropicales húmedas la disponibilidad de agua se incrementaría entre 10-40 %.

El IPCC también prevé una expansión de las áreas afectadas por la sequía, y un aumento en la frecuencia de las precipitaciones intensas, con el consecuente incremento del riesgo de inundaciones. A lo largo de este siglo se esperaría, asimismo, una disminución del agua acumulada en los glaciares y en las cubiertas de nieve, lo que reduciría la disponibilidad de agua en zonas abastecidas por estas fuentes en regiones montañosas donde vive más de una sexta parte de la población mundial.

Por todo lo antes expuesto, los programas de adaptación al cambio climático deben considerar acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad de las distintas regiones, países y comunidades en cuanto al suministro de agua dulce, con criterios de desarrollo, equidad y sostenibilidad.

También debe tenerse en cuenta las opciones de mitigación del cambio climático que ofrecen los recursos de agua dulce, en particular, el uso de la hidroenergía, como fuente renovable, a la cual se asocian oportunidades y retos en el contexto de la sostenibilidad.

Se requiere dar prioridad a la creación de capacidades institucionales y tecnológicas en este sector, como parte de estrategias integrales de desarrollo sostenible, sobre todo en las regiones más pobres, que son las que enfrentan mayores presiones y desafíos.

## **PROBLEMAS AMBIENTALES GLOBALES VINCULADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO. LOS CASOS DE LA DESERTIFICACIÓN Y LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD**

Como se expuso en el primer capítulo, el período transcurrido desde la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, de Río de Janeiro, Brasil (1992) —pasando por la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible, de Johannesburgo, Sudáfrica (2002)—, se ha caracterizado por el deterioro continuo de la calidad ambiental mundial, al tiempo que se han agudizado los principales problemas socioeconómicos internacionales.<sup>1</sup>

El cambio climático está muy vinculado a otros problemas ambientales globales como: la desertificación, la pérdida de la diversidad biológica, la deforestación, el deterioro de la capa de ozono, entre otros. Por esta razón, al diseñar estrategias de respuesta ante el cambio climático, deben tenerse muy en cuenta estos vínculos, para potenciar las sinergias y reducir los impactos adversos que puedan derivarse de determinadas prácticas de mitigación o adaptación al cambio climático sobre otras esferas ambientales.

En este capítulo se hará referencia, en particular, a los vínculos entre el cambio climático y otros dos problemas ambien-

<sup>1</sup> Ver Ramón Pichs: "Medio ambiente y desarrollo. Balance de los últimos diez años", en CIEM, *Temas de Economía Mundial*, no. 3, La Habana, 2003, pp. 18-30.

les que también han sido centros de atención de Convenciones de las Naciones Unidas, después de la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro; se trata de la desertificación y la pérdida de diversidad biológica.

### **Desertificación y subdesarrollo: desafíos para la adaptación al cambio climático**

La creciente desertificación y el cambio climático son dos de los grandes retos ambientales para este siglo, no solo por sus implicaciones directas e inmediatas, sino, además, por efectos indirectos y de más largo plazo que podrían comprometer el futuro socioeconómico de sectores mayoritarios de la población mundial —sobre todo en el Tercer Mundo— y la salud ambiental del planeta.

Con relación a las afectaciones sobre el Tercer Mundo, cabe recordar que si en 1950 el 68 % de la población mundial vivía en las regiones menos desarrolladas, en la actualidad esa proporción se ha elevado a 80 %. De los 77 millones de personas que se suman anualmente a la población mundial, el 97 % vive en las regiones menos desarrolladas.

### **La desertificación como reto ambiental<sup>2</sup>**

Considerando que la desertificación afecta a la quinta parte de la población mundial y a un tercio de la superficie terrestre, en el período posterior a la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, 1992) se adoptó la *Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación*, que entró en vigor en diciembre de 1996. En la actualidad más de 170 países han ratificado esta Convención, la cual define la desertificación como el proceso de

<sup>2</sup> Ver Pichs, Ramón (2004).

degradación de las tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, donde las tierras son vulnerables, la vegetación es escasa y el clima es muy hostil.

Se estima que la degradación del suelo ha afectado a unos 1 900 millones de hectáreas de tierras en todo el mundo, con impactos muy negativos en especial para las economías subdesarrolladas, altamente dependientes de las actividades agrícolas (ver cuadro 10).

Se calcula que en los años noventa unos 1 035 millones de hectáreas de las llamadas "tierras secas susceptibles" del mundo (20 % de este tipo de tierras) estaban afectadas por la degradación de los suelos provocada por el hombre; y de ese total el 45 % estaba afectado por la erosión del agua, el 42 % por la erosión del viento, el 10 % por el deterioro químico y el 3 % por el deterioro físico de la estructura de los suelos (PNUMA, 2000).

La desertificación tiene su origen, principalmente, en las variaciones climáticas y las actividades humanas, entre otros factores interactuantes. Se destacan, como causas: los sistemas vigentes de tenencia de tierras, los desplazamientos de comunidades afectadas por conflictos armados, el uso inapropiado del suelo y la gestión ambiental deficiente.

En la medida en que contribuye a degradar los sistemas naturales del mundo, la desertificación tiende a socavar las bases del desarrollo de numerosos países, con implicaciones negativas para los segmentos más pobres de la población, que resultan vulnerables.

La desertificación avanza sobre tierras agrícolas a ritmos de más de 6 millones de hectáreas anuales, lo que representa una amenaza importante para las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del planeta. Se estima que cada año desaparecen 24 000 millones de toneladas de tierra fértil por este concepto.

CUADRO 10  
AGRICULTURA Y DEGRADACIÓN DE TIERRAS

<i>Indicadores</i>	
Valor anual de la producción agrícola	1,3 millones de millones de dólares
% de las tierras agrícolas degradadas	65 %

FUENTE: UNDP-UNEP-WB-WRI: *A guide to World Resources 2002-2004. Decisions for the Earth. Balance, Voice and Power*, Washington, D. C., 2002.

La desertificación cuesta al mundo unos 42 000 millones de dólares al año por concepto de pérdida de ingresos (9 000 millones de dólares en el caso del continente africano), según estimados de Naciones Unidas.

Entre 1991 y 2000, las sequías provocaron más de 280 000 muertes y representaron el 11 % del total de desastres relacionados con el agua. Bajo los efectos de la desertificación, se estima que unos 60 millones de personas se desplazarían desde las zonas desérticas de África subsahariana hacia África del Norte y Europa entre 1997 y 2020.

Si bien la desertificación no es un fenómeno exclusivo de los países pobres (el 30 % del territorio de los Estados Unidos está afectado por este fenómeno), no cabe dudas que las poblaciones más vulnerables se concentran en el Tercer Mundo. En la actualidad más 110 países de África, Asia y América Latina se hallan en situación de riesgos derivados de la desertificación.

En el caso de *África*, donde dos tercios del continente es hoy día desierto o zona árida, la desertificación está estrechamente vinculada —como causa y efecto, al mismo tiempo—, con la pobreza, la migración y la seguridad alimentaria. Este continente de 892 millones de habitantes (cifra de 2005), cuenta con tres cuartas partes de su superficie agrícola de zonas áridas afectadas por la degradación.

*Asia*, por su parte, posee 1 700 millones hectáreas de tierra árida, semiárida y subhúmeda seca que van desde la costa mediterránea hasta las costas del Pacífico. Además, en este

continente se concentra la mayor cantidad de personas afectadas por la desertificación y la sequía.

También en *América Latina y el Caribe* la desertificación es tema de preocupación, ya que una cuarta parte del territorio regional es desierto o zonas áridas, y persisten grandes presiones sobre los recursos del suelo que están provocando más degradación de estas tierras.

Entre las actividades humanas que más contribuyen a la desertificación se encuentra la *agricultura*; que a su vez es uno de los sectores económicos más afectados por los procesos de degradación de suelos y avance de los desiertos. Ésta es solo una de las aristas del círculo vicioso entre subdesarrollo, pobreza y deterioro ambiental, que afecta a amplios sectores de la población del Tercer Mundo.

Ciertamente, tanto el sobrepastoreo como el cultivo intensivo, la deforestación y los métodos inapropiados de irrigación son prácticas que contribuyen a la desertificación y la sequía, con serias implicaciones socioeconómicas para los millones de personas que dependen directamente del suelo para sus actividades de reproducción y subsistencia (ver cuadro 11).

Muchas de las prácticas agrícolas inapropiadas antes mencionadas están asociadas no solo a las condiciones de pobreza de las naciones afectadas, sino también a la imposición de modelos de producción y comercio que resultan más funcionales a los intereses de las grandes transnacionales agrícolas que a las prioridades de los productores del Tercer Mundo.

#### CUADRO 11

##### FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS (en millones de Km<sup>2</sup>)

<i>Causas</i>	<i>Superficie de tierra afectada</i>
Sobrepastoreo	6,7
Deforestación	5,7
Mal manejo agrícola	5,4
Consumo de leña como energía	1,4
Industria y urbanización	0,2

FUENTE: Revista *Time*, "Green Century-World Summit Special Report", Amsterdam, 26 de agosto de 2002.

Los efectos de la agricultura sobre las reservas de agua fresca resultan particularmente preocupantes en zonas como el sur de Asia, África subsahariana y el Medio Oriente. Alrededor del 70 % de agua dulce extraída es utilizada con fines agrícolas, y la agricultura intensiva tiende a incrementar la competencia por el agua.

Se estima, además, que las pérdidas de agua derivadas de la agricultura basada en riego es del orden del 25-40 % del consumo de agua con fines agrícolas. De los 260 millones de hectáreas de tierra irrigada a escala mundial, unos 80 millones son afectados por la salinización.

Asimismo, cabe señalar que la superficie de tierra cultivable por persona en los países subdesarrollados cayó desde 0,32 hectáreas entre 1961 y 1963 a 0,21 hectáreas entre 1997 y 1999 y se estima que se reduciría hasta 0,16 hectáreas para 2030. La erosión del suelo es responsable de alrededor del 40 % de la degradación de tierras a escala global, en tanto que la pobreza extrema, el hambre y los sistemas vigentes de tenencia de tierras empujan a los pobres a zonas marginales con ecosistemas frágiles y caracterizados por la sequía y la baja fertilidad del suelo. Debe tenerse en cuenta que el 70 % de los pobres del Tercer Mundo viven en zonas rurales y dependen directa o indirectamente de la agricultura para sobrevivir.

El creciente proceso de desertificación está también vinculado con el reforzamiento del efecto invernadero y el *cambio climático* global, sobre todo si se tiene en cuenta que los factores climáticos también se incluyen entre las causas del avance de los desiertos. Entre otras cosas, las altas temperaturas persistentes durante meses tienden a provocar sequías que frenan el crecimiento de la vegetación.

### **Cambio climático y desertificación**

Como señala el IPCC, el cambio climático y la desertificación están estrechamente vinculados debido a las sinergias entre degradación de tierras y las precipitaciones. El cambio climático puede exacerbar la desertificación mediante la alteración

de los patrones espaciales y temporales de temperatura, lluvias, irradiación solar y vientos. A su vez, la desertificación agrava el cambio climático por las emisiones de CO<sub>2</sub> de la vegetación que desaparece y mediante la reducción del potencial de secuestro de carbono de las tierras desertificadas.

Las áreas que experimenten una reducción de las lluvias y un incremento de las temperaturas como resultado del cambio climático, también podrían experimentar disminuciones en la productividad agrícola, en la productividad ganadera, en la cobertura de bosques y la biodiversidad de plantas, lo que colocaría a la población local bajo riesgo de mayores hambrunas. Los suelos quedarían más expuestos a la erosión del viento y se reduciría la capacidad a largo plazo del suelo para retener el agua.

De acuerdo con las proyecciones internacionales, como resultado del cambio climático asociado al reforzamiento del efecto invernadero, la desertificación se exacerbaría en las áreas más vulnerables, como son los casos de las zonas sur, norte y oeste de África.

#### RECUADRO 2

#### CAMBIO CLIMÁTICO, DESERTIFICACIÓN Y SUBDESARROLLO

##### *Principales afectaciones para las regiones subdesarrolladas*

- La capacidad de adaptación de los sistemas humanos es baja debido a la falta de recursos económicos y tecnología.
- Alta vulnerabilidad de la agricultura: frecuentes sequías, inundaciones y pobreza.
- Los eventos extremos se han incrementado en las áreas templadas y tropicales, incluyendo inundaciones, sequías, fuegos forestales y ciclones tropicales.
- Las disminuciones en la productividad agrícola y en la acuicultura debido al estrés térmico y de recursos de agua, la elevación del nivel del mar, inundaciones, sequías y ciclones tropicales afectarían la seguridad alimentaria de muchos países, particularmente en los pequeños países importadores de alimentos. Los cultivos de subsistencia en algunas zonas serían afectados.

- En las zonas tropicales, sobre todo en áreas secas, se espera una reducción de la productividad de los cultivos, incluso para pequeños incrementos locales de temperaturas (1-2 °C), que tienden a incrementar el riesgo del hambre.
- En las zonas ubicadas en latitudes medias y altas, se espera un ligero incremento de la productividad de los cultivos para incrementos promedio de la temperatura local de hasta 1-3 °C, dependiendo del cultivo; y para incrementos superiores de temperatura, la productividad de los cultivos disminuiría en algunas regiones.
- A escala global, se proyecta que la producción potencial de alimentos aumente con incrementos en la temperatura promedio local en el rango de 1-3 °C; pero para incrementos de temperatura mayores se proyecta una disminución de la producción de alimentos.
- El incremento de la frecuencia de las sequías e inundaciones se espera que afecten negativamente a la producción local de bienes de subsistencia, sobre todo en las latitudes bajas (zonas tropicales).
- Se esperan cambios regionales en la producción y distribución de ciertas especies de peces, debido al calentamiento continuado, con efectos adversos proyectados para acuicultura y la pesca.
- Podría decrecer la disponibilidad de agua. Ejemplo: en los países africanos de la costa mediterránea y del sur, dado que los principales ríos africanos son muy sensibles a la variación climática.
- La desertificación se exacerbaría por la reducción esperada en el promedio de precipitaciones anuales y en la humedad de los suelos. Ejemplo: en las zonas del sur, norte y oeste de África.
- El incremento de las sequías, inundaciones y otros eventos extremos se añadirían al estrés asociado a problemas con los recursos de agua dulce, seguridad alimentaria, salud e infraestructura, y limitarían el desarrollo.

FUENTE: Selección de textos realizada por el autor a partir de IPCC: *Climate Change 2001. Synthesis Report*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, pp. 234 y 235; y *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Contribución del Grupo de Trabajo II a la *Cuarta Evaluación del IPCC*, Bruselas, abril de 2007, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

La desertificación en África ha reducido en 25 % la productividad vegetativa potencial de más de 7 millones de kilómetros cuadrados, lo que representa alrededor de un cuarto del área del continente. Según el PNUMA, dos terceras partes del área desertificada de África se debe al sobrepastoreo y la tercera parte restante a las prácticas insostenibles de agricultura y silvicultura.

Las zonas africanas que se encuentran bajo mayor riesgo son el Sahel, un área semi-árida de unos 3,5 millones de kilómetros cuadrados ubicada a lo largo del límite sur del Desierto del Sahara; y países como Eritrea y Botswana, que solo cuentan con tierras secas. La muerte de unas 250 000 personas en el Sahel durante la gran sequía de 1968-1973 demuestra las magnitudes del riesgo a que están expuestas estas naciones. En los últimos veinticinco años se registró la reducción más significativa y sostenida de precipitaciones a escala global desde que se cuenta con mediciones de este indicador.

Según estimados del PNUD, las áreas afectadas por la sequía en África subsahariana podrían expandirse entre 60 y 90 millones de hectáreas, lo que se traduciría en pérdidas del orden de los 26 000 millones de dólares (a precios de 2003) en las zonas secas para el 2060 (PNUD, 2007: p. 9).

Con respecto al grado de responsabilidad de los distintos grupos de países en lo relacionado con el cambio climático y la desertificación, cabe reiterar que los principales responsables históricos de estos problemas ambientales son los países industrializados, debido a los patrones de producción y consumo insostenibles en que han basado su crecimiento económico.

Tanto la desertificación, como el cambio climático global están muy relacionados con otros problemas ambientales globales, entre los que cabe mencionar la *deforestación*, y muy vinculada a esta, la *pérdida de la diversidad biológica*.

Además de su impacto en cuanto a la degradación de los suelos, la deforestación tiene un elevado costo humano, toda vez que los bosques han constituido históricamente una fuente importante de alimentos, forrajes, combustibles, maderas, fibra y medicamentos para numerosas comunidades. Además,

entre las consecuencias de la deforestación se encuentran: menores precipitaciones, mayores temperaturas y grandes inundaciones.

Asimismo, la deforestación reduce los sumideros de CO<sub>2</sub>, y por esta vía contribuye al cambio climático. Se estima que el cambio en el uso de la tierra (en particular la deforestación tropical) fue responsable del 20 % de todas las emisiones de CO<sub>2</sub> causadas por los seres humanos en la década de los noventa.

En sentido general, las estrategias de respuesta ante la desertificación, el cambio climático y otros retos ambientales globales interrelacionados –como la deforestación y la pérdida de diversidad biológica–, deben partir del reconocimiento de la responsabilidad histórica de las naciones industrializadas en la generación de estos problemas (deuda ecológica), la adopción de compromisos internacionales en función del grado de responsabilidad de los distintos grupos de países, y el diseño de políticas de sostenibilidad a nivel local, nacional e internacional que integren las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo.

### **Pérdida de la biodiversidad y subdesarrollo: lecciones para la adaptación al cambio climático**

La diversidad biológica abarca, tanto la biodiversidad de los ecosistemas, como la de las especies y los genes. Se estima que el número total de especies sobre la Tierra es de entre 13 y 14 millones, y de esas especies solo 1,75 millones han sido descritas.

La diversidad biológica desempeña un papel muy importante en la vida de las sociedades mediante la provisión de múltiples servicios de los ecosistemas. En este sentido se destaca su aporte a la agricultura en cuanto a la formación de los suelos, el ciclo de los nutrientes y la polinización; los servicios culturales, entre otros (PNUMA, 2007).

## Pérdida de biodiversidad y subdesarrollo

Alrededor del 90 % del total de las especies existentes tienen su hábitat en las selvas tropicales húmedas, que cubren cerca del 8 % de la superficie terrestre del planeta. Así, las regiones más ricas en biodiversidad son áreas subdesarrolladas de África, Asia-Pacífico y América Latina.

América Latina y el Caribe, por ejemplo, cuentan con una gran variedad de tipos de ecosistemas (40 % de las especies de animales y vegetales existentes), entre los que se destacan:

- Bosques tropicales húmedos y secos, que cubren el 43 % del territorio; las praderas y sabanas (40,5 %); los desiertos y matorrales (11 %); los bosques templados y bosques de coníferas tropicales y subtropicales (5 %); y los manglares (0,5 %) (Dinerstein y otros 1995, en PNUMA, 2002).
- Los ríos y ecosistemas lacustres de la región, así como los ecosistemas marinos de las costas del Pacífico y del Atlántico, son hábitat productivos que poseen gran variedad de especies.
- El Caribe contiene el 7 % de los arrecifes de coral del mundo (cerca de 20 000 km<sup>2</sup>) y una gran riqueza en términos de diversidad biológica marina (UNEP, 2001, en PNUMA, 2002).

Siete de las 25 ecorregiones terrestres biológicamente más ricas del mundo se encuentran en la región latinoamericana y caribeña, y contienen, tomadas en conjunto, más de 46 000 especies de plantas vasculares, 1 597 especies de anfibios, 1 208 de reptiles, 1 267 de aves y 575 de mamíferos (Mittermeier, 1999, Myers y otros, 2000, en PNUMA, 2002).

Como tendencia preocupante, las especies de algunos grupos de plantas y animales se están extinguiendo a un ritmo de entre 50 y 100 veces más rápido que la velocidad media natural prevista. Cada año se pierden unas 60 000 especies de plantas y animales.

Los cambios de la biodiversidad debido a las actividades humanas fueron más rápidos en los pasados cincuenta años que en cualquier otro momento de la historia humana; y se requerirá un gran esfuerzo para cumplir con el objetivo de reducir la tasa de pérdida de la diversidad biológica para 2010, que fuera adoptado por la Convención sobre Diversidad Biológica y endosado por la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (2002) (MEA, 2005 y PNUMA, 2007).

Según cálculos de WWF (2006) la poblaciones de especies terrestres disminuyeron en alrededor de un 30 % entre 1970 y 2003 (con una contracción de un 55 % en el caso de las especies tropicales). En el ambiente marino, que cubre casi el 70 % de la superficie del planeta, las poblaciones de especies se redujeron como promedio en un 27 % durante esos años. Por su parte, el índice de especies de agua dulce cayó en un 28 % aproximadamente en ese período.

Entre los factores que han provocado la destrucción del hábitat natural de la flora y la fauna silvestre, y pérdidas de la biodiversidad se encuentran: la deforestación y los incendios forestales, el cambio climático, la contaminación ambiental y la introducción de especies exóticas.

La amplia difusión de la agricultura intensiva ha significado, en muchos casos, el desplazamiento de variedades locales por otras genéticamente uniformes, con las consecuentes afectaciones para la biodiversidad. A manera de ejemplo, la más reciente fiebre de producción de biocombustibles a partir de materias primas agrícolas (maíz, caña de azúcar, soja, canola, y otras), y en función de los intereses de grandes compañías transnacionales agrícolas, energéticas y automovilísticas, no solo representa un serio reto para la seguridad alimentaria de los pobres, sino que además tiende a generar impactos sumamente adversos para la diversidad biológica, y para los recursos de agua dulce.

Las afectaciones en el ambiente marino costero y en las aguas interiores son provocadas, en gran medida, por la destrucción del hábitat, la contaminación y la pesca excesiva. En este sentido cabe destacar, por ejemplo, que alrededor del 60 % de las poblaciones de peces ha sido sobre-explotado. Asimismo, más de la mitad de los arrecifes coralinos del mundo están amenazados por la actividad del hombre.

Con relación a la deforestación, cabe recordar que, hacia comienzos de esta década, más del 80 % de los bosques que cubrían la Tierra habían sido talados, fragmentados o degradados de una u otra forma; y el 39 % de los bosques naturales remanentes se encontraban bajo peligro de ser desmontados. De la superficie total de bosques de 3 500 millones de hectáreas, algo más de la mitad se encuentra en los países subdesarrollados (ver cuadro 12).

Se estima que un total de 13,7 millones de hectáreas de bosques son talados o incendiados cada año; con grandes afectaciones registradas en América Latina, África y Asia.

La deforestación se ha reforzado en las últimas décadas como resultado de la ampliación de la frontera agropecuaria, la extracción de madera con fines comerciales, y la utilización con fines energéticos en zonas pobres, entre otros factores.

Asia es el continente que experimenta la presión forestal per cápita más alta, ya que en los países asiáticos reside el 60,6 % de la población mundial y solo cuentan con el 14,2 % de la cobertura mundial de bosques. Durante los años 1990-2000, sin embargo, la mayor pérdida de cobertura forestal se registró en África (-8,01 %) y América del Sur (-4,19 %).

#### CUADRO 12

##### MAYORES PÉRDIDAS DE LA CUBIERTA FORESTAL, POR PAÍSES 1990-2000

<i>Países</i>	<i>Pérdida forestal neta (miles de hectáreas)</i>
Brasil	23 093
Indonesia	13 124
Sudán	9 589
Zambia	8 509
México	6 306
República del Congo	5 324
Myanmar	5 169
Nigeria	3 984
Zimbabwe	3 199
Argentina	2 851

FUENTE: "Population Reference Bureau", en *Nexos*, Washington, D. C., 2002.

En el año 2000 se estableció el Foro sobre Bosques de las Naciones Unidas, con el propósito de promover la administración, conservación y desarrollo sostenible de todos los tipos de bosques.

Mientras los países desarrollados insisten en la necesidad de conservar a toda costa los bosques tropicales húmedos, ubicados preferentemente en naciones subdesarrolladas; la mayoría de los países subdesarrollados se han pronunciado contra aquellas propuestas que puedan erosionar el control soberano de cada país sobre los bosques y los productos forestales.

Además, los países subdesarrollados han destacado la necesidad de adoptar un enfoque integral sobre los bosques, que considere los requerimientos de financiamiento adicional, el acceso a tecnologías ambientalmente idóneas, programas concretos para combatir la pobreza y asegurar los beneficios a las comunidades locales, la garantía de que las medidas comerciales con fines ambientales no enmascaren barreras no arancelarias, y la inclusión en las negociaciones de los distintos tipos de bosques, no solo tropicales, sino también los templados y boreales.

Las tendencias neoliberales mundiales de privatización y comercialización de la biodiversidad y de las funciones de los ecosistemas, financiadas por instituciones financieras internacionales, es vista por las comunidades locales como un proceso que erosiona su vida y su cultura. Los pueblos indígenas y las comunidades locales consideran que sus derechos y necesidades se ven relegados a un segundo plano en el marco de las negociaciones multilaterales.

En efecto, resultan preocupantes los peligros de saqueo genético y piratería biológica a que están expuestas las áreas de bosques tropicales húmedos de las regiones subdesarrolladas, donde se concentra la mayor riqueza en biodiversidad del planeta.

Muchas de las iniciativas comerciales más recientes, diseñadas y promovidas desde los principales centros de poder económico —como es el caso del proyecto de Área de Libre Comercio para las Américas y otros tratados de libre comercio—,

buscan perpetuar el libre acceso de las grandes transnacionales biotecnológicas y farmacéuticas a los bancos de genes del Tercer Mundo, y pretenden, además, proteger con gran rigor los derechos de propiedad intelectual de esas empresas, sin respetar la soberanía nacional ni los derechos de propiedad asociados al conocimiento tradicional acumulado por estas naciones. Con frecuencia, diversas organizaciones sociales conservacionistas, aliadas de grandes corporaciones, también “se visten de verde” con la finalidad de aumentar su lucro mediante la biopiratería.

La Convención sobre Diversidad Biológica, que entró en vigor en 1993, refleja un cambio de actitud en la estrategia global para la conservación de la biodiversidad; es decir, se procura satisfacer las necesidades humanas de recursos biológicos y, simultáneamente, asegurar la sostenibilidad a largo plazo del capital biológico de la Tierra.

La Convención tiene tres objetivos básicos, que son: la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes, y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de dicho uso. Esta Convención ha sido ratificada por más de 180 países, con la notoria exclusión de los Estados Unidos que no es parte de esta.

Con relación a la importancia estratégica de los recursos de biodiversidad, debe tenerse en cuenta, entre otras consideraciones, que todos los años se derivan medicamentos por un valor superior a los 100 000 millones de dólares de las plantas y de los animales de los bosques del mundo. Se estima, también, que unos 3 000 millones de personas dependen de los medicamentos tradicionales como fuente principal de medicinas.

Hasta el momento, el avance operativo de la referida Convención ha sido insuficiente, lo que resulta preocupante, dada la persistencia de una pérdida creciente de la diversidad biológica a escala global.

El área total de los sitios protegidos ha aumentado continuamente durante los tres últimos decenios, pasando de menos de 3 millones de km<sup>2</sup> en 1970 a más de 12 millones de km<sup>2</sup> a fines de la década de los noventa; pero se requiere poner en práctica medidas efectivas para reducir de forma significativa en 2010 el ritmo actual de pérdida de biodiversidad.

La preocupación por la degradación y la pérdida de tales hábitat llevó al establecimiento de la Convención sobre los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar), en 1971. La Convención de Ramsar constituye el marco de la acción nacional y de la cooperación internacional para la conservación y uso prudente de los humedales y sus recursos.

En el diseño de estrategias para la conservación de la biodiversidad, no debe relegarse la solución a los problemas de pobreza que afrontan sectores mayoritarios de la población en regiones ricas en biodiversidad. Cabe destacar que en las veinticinco “zonas críticas” para la protección de la biodiversidad, identificadas por la organización “Conservación Internacional”, residen 1 100 millones de personas, con una tasa de crecimiento poblacional que supera, como promedio, a la media global; y un alto grado de dependencia de la agricultura. Sin embargo, resulta paradójico que en las últimas décadas la ayuda internacional orientada hacia el sector agrícola de los países subdesarrollados haya declinado en términos reales.

### **Pérdida de la diversidad biológica y cambio climático**

Como se ha señalado antes, existe un vínculo estrecho entre la pérdida de la diversidad biológica y el cambio climático, que constituyen dos de los retos ambientales globales que más preocupan a la humanidad. Por un lado, el cambio climático tiende a acelerar la pérdida de especies de plantas y animales; y, por otro lado, al afectarse algunos de los mayores hábitat de especies, como son los bosques, también tiende a reforzarse el cambio climático ya que estos hábitat son también sumideros de gases de efecto invernadero.

El cambio climático y, en particular, los incrementos de temperatura, tienden a generar presiones adicionales sobre los ecosistemas, ya que alteran las estaciones de reproducción de plantas y animales, los patrones de migración de los animales, la extensión de las estaciones de crecimiento, la distribución de las especies, el tamaño de las poblaciones, la frecuencia

de las plagas y enfermedades, entre otras afectaciones. En general, tiende a aumentar el riesgo de extinción para muchas especies que ya son vulnerables (IPCC, 2002).

Según la *Cuarta Evaluación del IPCC (2007b)*, la resiliencia (capacidad de adaptación natural) de muchos ecosistemas se vería probablemente rebasada durante este siglo debido a una combinación sin precedentes del cambio climático y las afectaciones asociadas (inundaciones, sequías, fuegos forestales, proliferación de insectos y acidificación oceánica) y otros condicionantes del cambio global (cambios en el uso de la tierra, contaminación y sobre-explotación de los recursos).

La *Cuarta Evaluación del IPCC (2007c)*, al evaluar las opciones de mitigación, destaca que las actividades en el sector de bosques pudieran reducir significativamente las emisiones e incrementar la captura de CO<sub>2</sub> por la vía de sumideros de bajo costo, al tiempo que se generan sinergias con la adaptación y el desarrollo sostenible. Alrededor del 65 % del potencial total de mitigación de este sector se ubica en los trópicos y alrededor del 50 % del total puede lograrse por la vía de la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación.

El IPCC señala que la absorción neta de carbono por parte de los ecosistemas terrestres en el curso de este siglo es probable que alcance un nivel máximo antes de mediados de siglo y después se debilitaría e incluso pudiera revertirse, con la consecuente amplificación del cambio climático. Sin embargo, al evaluar las opciones de mitigación en la agricultura, se destaca la contribución potencial de los suelos al incremento de los sumideros de carbono a la reducción de las emisiones de GEI y la utilización de recursos de la biomasa con fines energéticos.

Las conclusiones del Grupo de Trabajo II del IPCC (2007) se refieren a la probabilidad de que aproximadamente entre el 20 y 30 % de las especies de plantas y animales estudiadas hasta el momento muestre un aumento del riesgo de extinción, si el incremento de la temperatura excede 1,5-2,5 °C. También, dentro de ese rango de aumento de la temperatura se proyectan otras afectaciones a la biodiversidad y a los bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas (agua y alimentos).

El IPCC apunta, además, que la progresiva acidificación de los océanos por el incremento del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera tendría impactos negativos sobre organismos marinos, como los corales, y otras especies dependientes de estos.

A partir de los argumentos anteriores, el vínculo entre la protección de la diversidad biológica, la adaptación al cambio climático y las estrategias de desarrollo requieren una adecuada articulación, de tal forma que se consideren las dimensiones económicas, sociales y ambientales del desarrollo sostenible.

Debe tenerse en cuenta que la adaptación enfrentaría mayores retos en los países subdesarrollados, en comparación con los países desarrollados, por las limitaciones de su capacidad de adaptación. Las comunidades pobres, sobre todo aquellas ubicadas en áreas de alto riesgo son especialmente vulnerables por tener una capacidad de adaptación muy endeble frente a los eventos climáticos extremos.

## **CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Diversos sectores socioeconómicos —tales como: el energético, la industria, el transporte, la agricultura y el manejo de desechos—, contribuyen al cambio climático por la vía de sus emisiones de gases de efecto invernadero. Se calcula que el sector energético es el responsable de más de la mitad del calentamiento global, por el predominio de los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) en el consumo de energía.

### **Desequilibrios e inequidades en el consumo energético mundial**

Los combustibles fósiles representan cerca del 90 % del consumo mundial de energía comercial (solo el petróleo garantiza alrededor del 36 %)<sup>1</sup> y aportan alrededor de un 80 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> (principal gas de efecto invernadero). Consecuentemente, las medidas para el control del cambio climático deben dirigirse, en lo fundamental, a modificar los actuales patrones de producción y consumo de energía.

La situación energética mundial actual es el resultado de la combinación de diversas tendencias económicas, políticas, tecnológicas, sociales y ambientales, entre otras, que conflu-

<sup>1</sup> British Petroleum (BP), 2008.

yen en un complejo panorama de crisis y ajustes, signado en los años más recientes por una escalada de precios, sobre todo en los hidrocarburos y especialmente en el petróleo.

La elevación de los precios del petróleo, desde comienzos de este siglo, ha reforzado de manera significativa el cuestionamiento del modelo energético basado en los combustibles fósiles (petróleo, carbón mineral y gas natural), que avanzó de modo gradual hasta llegar a ser dominante, a partir del último tercio del siglo XVIII con el advenimiento de la Revolución Industrial en Inglaterra. Luego de dos siglos de despliegue de tales patrones energéticos, han resultado más evidentes los límites del modelo vigente, tanto en el orden económico (altos precios de la energía), como en el plano social (inequidad y pobreza energética) y ambiental (implicaciones adversas para el entorno).

En estas condiciones, en pleno siglo XXI, persiste un modelo energético asimétrico y excluyente, con una elevada dependencia de los combustibles tradicionales de la biomasa — como la leña — en las poblaciones más pobres del planeta, que no tienen acceso a los combustibles modernos para cubrir sus necesidades básicas. Al propio tiempo, resulta extremadamente limitado el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, sobre todo las llamadas “nuevas fuentes de energía renovable”; y existen enormes reservas no utilizadas de ahorro y eficiencia energética.

Muchos de estos problemas se han tornado más graves en los últimos veinticinco años, luego de más de dos décadas de políticas neoliberales que estimularon la desregulación y la liberalización energética. Estas fórmulas de mercado resultaron muy nocivas al propiciar el desmantelamiento del control estatal en diversos países y regiones, con el consecuente reforzamiento del control transnacional en esos segmentos estratégicos.

Así, una de las principales barreras para el fomento de la energía sostenible han sido los sistemas inadecuados de asignación de recursos para la investigación y desarrollo, que no tienen debidamente en cuenta criterios de sostenibilidad con una perspectiva de largo plazo.

Paralelamente, se han reforzado los conflictos internacionales y las guerras de rapiña de las grandes potencias por el control de los recursos energéticos del planeta, sobre todo aquellos no renovables, como el petróleo y el gas natural, que en su conjunto representan el 60 % de la energía comercial que se utiliza a escala global.

Como parte de las irracionales tendencias energéticas, que han prevalecido desde la Revolución Industrial en Inglaterra, el consumo global de energía primaria aumentó en más de diez veces a lo largo del siglo xx, mientras que la población mundial creció en cuatro veces (de 1,6 mil millones a 6,1 mil millones) (Smith, 2005), y todo parece indicar que continuaría el dinamismo de la demanda energética en las próximas décadas.

En cuanto a la inequidad en el acceso a la energía por parte de los distintos segmentos de la población mundial, se destaca el hecho de que los cerca de 1 000 millones de personas que viven en los países desarrollados consumen alrededor de la mitad de la energía primaria total, mientras que unos 2 000 millones de personas pobres (residentes en países subdesarrollados) no tienen acceso a fuentes de energía sostenible (BP, 2007 y FAO, 2005).

En el área subdesarrollada, las regiones de mayor desarrollo relativo, como América Latina y el Caribe y el Medio Oriente muestran un nivel de cobertura de electricidad que supera el 89 % de sus respectivas poblaciones, mientras que en las regiones más pobres la situación resulta muy preocupante. En África, solo el 35 % de la población total (apenas 19 % en el área rural) tiene acceso a la electricidad (Alliance for Rural Electrification, 2004).

Según las últimas estadísticas disponibles, los combustibles fósiles representan alrededor del 80 % del consumo global de energía primaria, distribuidos de la siguiente forma: petróleo, 33 %; carbón, 24 %; y gas natural, 21 %. El consumo restante está repartido entre las fuentes renovables (17 %) y la energía nuclear (5 %). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el porcentaje de las fuentes renovables, se divide a su vez entre las fuentes tradicionales de la biomasa (9 %), la hidroelectricidad a gran escala (6 %) y las llamadas "nuevas fuentes renovables", con apenas 2 % (ver anexo 1).

La elevada dependencia de los combustibles tradicionales, como la leña y los residuos de plantas y animales, tiene serias implicaciones adversas en los planos económico, social y ambiental para amplios sectores de la población de los países subdesarrollados, sobre todo en los países más pobres. Estas fuentes representan alrededor del 9 % del consumo global de energía primaria y alrededor de la tercera parte del correspondiente a los países del Tercer Mundo, pero en algunos de los países más pobres, como Cambodia, Uganda, Rwanda, República Democrática del Congo, Burundi, Etiopía, Chad y Sierra Leona, esa proporción supera el 90 % (ver anexo 2).

En términos de energía comercial, es decir excluyendo a las fuentes tradicionales de energía, los combustibles fósiles representan alrededor del 90 % del balance y, en su conjunto, han liderado la dinámica del consumo mundial en los pasados cuarenta años. La hidroenergía y la energía nuclear muestran un aporte similar, del orden del 6 % en cada caso, al balance global (ver anexos 3 y 4).

También en el segmento de la energía comercial, resultan evidentes grandes disparidades en cuanto al acceso de los distintos grupos de países. Si bien el consumo per cápita de energía comercial mundial es de 1,6 toneladas de petróleo equivalente; en países como los Estados Unidos este indicador alcanza las 7,8 toneladas, mientras que en los países subdesarrollados el promedio es de apenas 0,8 toneladas. En otras palabras, un norteamericano consume como promedio diez veces más energía comercial que un habitante del Tercer Mundo (ver anexo 5).

En las condiciones actuales, se impone la necesidad de una reestructuración energética global, que cambie significativamente los patrones actuales de generación y consumo de energía y que promueva el desarrollo sostenible sobre bases de equidad y justicia social.

Según los cálculos más recientes de la Agencia Internacional de Energía (AIE), la inversión total requerida para la creación de infraestructura de producción de energía entre 2005 y 2030 ascendería a unos 20 millones de millones de dólares, es decir, unos 800 000 millones de dólares anuales (IEA-Finfacts, 2006).

Los propios expertos de la AIE ponen en duda que inversiones de tal magnitud se realicen, en un entorno internacional como el actual, pero aún en el más optimista de los escenarios, no bastaría con incrementar sustancialmente los recursos de inversión en este sector; se requeriría además el reconocimiento y adecuado tratamiento de las inequidades que caracterizan al mundo actual en esta esfera. De persistir tales asimetrías, se alejaría aún más la posibilidad de resolver los graves problemas socioeconómicos y ambientales que afectan a la humanidad y en particular a los más pobres.

### **Dinámica y estructura del consumo de energía comercial**

La composición del balance de energía comercial en los últimos treinta años, tanto a nivel global, como en los países desarrollados y los subdesarrollados ha mostrado variaciones en dependencia, básicamente, del comportamiento de los precios internacionales de los hidrocarburos. En este sentido, pudieran identificarse tres períodos fundamentales a partir de comienzos de la década de los setenta: un período de altas cotizaciones del petróleo entre 1973 y 1985; uno de precios moderados, entre 1985 y 1999; y la escalada de precios registrada a partir del 2000 (ver anexos 6 al 8).

### **Tendencias del consumo energético y de las emisiones de gases de efecto invernadero**

Durante el período de altos precios del petróleo comprendido entre 1973 y 1985, la participación del petróleo en el balance mundial de energía comercial se redujo de 48 % a 39 %, como resultado de la sustitución petrolera por fuentes alternativas. El resto de las fuentes aumentaron su participación, pero las más dinámicas fueron la energía nuclear y el gas natural.

Los principales cambios en la composición del balance de energía comercial de los países desarrollados se registraron entre 1973 y 1985, al calor de los altos precios del petróleo vigentes en ese período. En esos años, el petróleo caro perdió posiciones de forma marcada (pasó de 52 % a 42 %), en tanto la energía nuclear y el carbón incrementaron su participación. En los países subdesarrollados, la participación del petróleo se redujo de 42 % a 35 % durante esos años.

En el período 1985-2000, en que predominaron niveles de precios relativamente estables y moderados se estancó la sustitución petrolera, el gas natural fue la fuente más dinámica y el carbón fue la fuente que más retrocedió. En los países desarrollados, la característica más notable fue el avance del gas natural, en detrimento del carbón. En los países subdesarrollados, al disminuir los precios, la proporción del petróleo aumentó de 35 % a 40 %, lo que estuvo acompañado de un aumento paralelo del gas natural de 10 % a 14 % y una marcada pérdida de posiciones del carbón de 46 % a 35 %.

En el período de altos precios más reciente, a partir del 2000, se destaca un retroceso del petróleo, principalmente en el Tercer Mundo, así como una recuperación del carbón, sobre todo en países subdesarrollados de Asia (China e India). La parte del petróleo en el consumo de los países subdesarrollados cayó de 40 % en 2000 a 33 % en 2005, lo que revela la sensibilidad de ese indicador en estos países, ante las variaciones de los precios del petróleo. En los países industrializados, la participación de las principales fuentes de energía comercial se mantuvo prácticamente sin cambios en esos años.

Los combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) representan alrededor del 90 % de la demanda global de energía comercial y en un contexto como el de los últimos veinticinco años, en que la elección tecnológica ha estado en función básicamente de los patrones del mercado, se ha favorecido el consumo de este tipo de combustibles (ver cuadro 13).

CUADRO 13

PARTICIPACIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES\*  
EN BALANCE DE ENERGÍA COMERCIAL 2006

Regiones	Total de combustibles fósiles (%)	Petróleo (%)
Norteamérica	87	39
América Latina	76	47
Europa y Eurasia	84	32
Medio Oriente	99	51
África	93	40
Asia y Pacífico (desarrollados)	85	43
Asia y Pacífico (subdesarrollados)	93	29
Mundial	88	36

\* Petróleo, carbón y gas natural.

FUENTE: Calculado a partir de BP (2007).

En correspondencia con lo antes expuesto, el informe del IPCC *Cambio climático 2007: Mitigación* examina las tendencias en las emisiones de gases de efecto invernadero y señala, entre otras conclusiones, las siguientes:<sup>2</sup>

- Las emisiones globales de GEI han crecido desde los tiempos preindustriales, con un incremento del 70 % entre 1970 y 2004.
- El incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, debido a las actividades humanas, desde el período preindustrial, ha conducido a un marcado incremento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto de invernadero.
- Entre 1970 y 2004, las emisiones globales de los seis GEI cubiertos por el Protocolo de Kyoto (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC y SF<sub>6</sub>) se incrementaron en un 70 % (24 % entre 1990 y 2004). Durante ese período, las emisiones

<sup>2</sup> Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor.

de CO<sub>2</sub> aumentaron en alrededor de un 80 % (28 % entre 1990 y 2004) y representaban el 77 % de las emisiones antropogénicas de GEI en 2004.

- A nivel sectorial, los mayores crecimientos de emisiones de GEI entre 1970 y 2004 se registraron en el sector de producción de energía (145 %), transporte (120 %) e industria (65 %).
- El efecto de la reducción (en 33 %) de la intensidad energética sobre las emisiones globales entre 1970 y 2004 ha sido menor que el efecto combinado del crecimiento del PIB global (en 77 %) y el crecimiento poblacional (en 69 %), que son dos factores condicionantes del crecimiento de las emisiones.
- La tendencia de reducción a largo plazo de la intensidad de carbono de la oferta energética se revirtió en el 2000.
- Persisten diferencias significativas en términos de ingreso per cápita, emisiones per cápita e intensidad energética entre los distintos países.
- En 2004, los países desarrollados tenían en 20 % de la población mundial, producían el 57 % del PIB global y generaban el 46 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero.
- En 2004 las emisiones de cinco GEI controlados por el Protocolo de Montreal (CFC, HCFC, CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub>, CCl<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>Br) representaban el 20 % del nivel que tenían en 1990.
- Existe un conjunto de políticas, incluidas las de cambio climático, seguridad energética y desarrollo sostenible, que han sido efectivas en la reducción de emisiones de GEI, en diferentes sectores, en muchos países. Pero, la escala de tales medidas no ha sido lo suficientemente grande para contrarrestar el crecimiento de las emisiones globales.

De acuerdo con fuentes especializadas, de mantenerse las tendencias y políticas actuales, el petróleo y el gas natural con-

tinuarán dominando la oferta energética mundial en las próximas décadas, a pesar del incremento de los precios de los hidrocarburos. Adicionalmente, se prevé un repunte de la energía nuclear, sobre todo en Asia.

Consecuentemente, en su informe *Cambio climático 2007: Mitigación del cambio climático*, el IPCC prevé que, de continuar las tendencias y las políticas actuales en relación con la mitigación, las emisiones globales de GEI continuarán creciendo en las próximas décadas:<sup>3</sup>

- Se proyecta un incremento del 25-90 % entre 2000 y 2030 en las emisiones de GEI.
- Para el 2030 y más allá, los combustibles fósiles mantendrán su posición dominante en el balance energético mundial. Así, las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentarían en 45-110 % entre 2000 y 2030.
- Entre dos tercios y tres cuartas partes del incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> vinculadas con la energía entre 2000 y 2030 procedería de los países subdesarrollados, con un nivel promedio de emisiones per cápita que seguiría siendo sustancialmente inferior al de los países desarrollados.

Teniendo en cuenta estas tendencias, el informe de la Agencia Internacional de Energía (*World Energy Outlook 2006*) revela que el futuro previsible (hasta 2030), basado en la extrapolación de las tendencias actuales, sería un escenario contaminado, inseguro y caro (ver IEA-Finfacts, 2006).

## **Petróleo**

En el caso del petróleo, se trata del combustible más comercializado (60 % del petróleo producido se comercializa a nivel internacional) y, consecuentemente, el comportamiento de sus precios impacta de modo significativo en el comercio y las

<sup>3</sup> Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor.

finanzas internacionales. Este portador energético constituye, además, el principal componente del balance de energía comercial global (36 %) y su dinámica de precios tiene implicaciones diferenciadas por grupos de países, según la ubicación en el comercio internacional de hidrocarburos (exportadores netos o importadores netos) y el nivel de desarrollo (alto, medio o bajo).

La situación petrolera de los años transcurridos del presente siglo, sobre todo a partir de 2004, ha estado marcada por los altos precios (ver anexo 9), como expresión de diversos factores extraeconómicos y económicos, entre los que se encuentran el estado de creciente volatilidad, incertidumbre y especulación, que se ha reforzado a partir de la invasión (2003) y ocupación de Irak por los Estados Unidos y las fuerzas aliadas; la rigidez de la oferta petrolera, como expresión de las limitaciones productivas de la OPEP y de los problemas en la infraestructura de refinación; la creciente demanda de hidrocarburos por parte de grandes consumidores como los Estados Unidos, y países de rápida industrialización como China, India y otros; y la persistente debilidad del dólar norteamericano, que es la moneda en la que se cotiza el petróleo.

En los años más recientes se han alcanzado niveles récord de precios nominales. En términos reales (es decir, considerando la variación de la inflación y del tipo de cambio del dólar) los precios se mantuvieron por debajo de los niveles de comienzos de la década de los ochenta hasta marzo de 2008.

Entre los principales productores de petróleo en 2006 se ubicaban: Arabia Saudita (13 % de la producción global), Rusia (12 %) y los Estados Unidos (8 %). Los mayores exportadores,<sup>4</sup> según datos de 2004, eran: Arabia Saudita (18 % de las ventas mundiales), Rusia (15 %) y Noruega (6 %).

Los principales consumidores en 2006 fueron: los Estados Unidos (24 % del consumo mundial de este producto), China (9 %) y Japón (6 %), y los mayores importadores,<sup>5</sup> de acuerdo con estadísticas de 2004, eran los Estados Unidos (28 % de las compras mundiales), Japón (11 %) y China (7 %) (BP, 2007; IEA, 2006).

<sup>4</sup> Incluye crudo y productos derivados.

<sup>5</sup> Ídem.

Dentro de este selecto grupo de países se destaca la doble condición de los Estados Unidos como gran productor y mayor consumidor de hidrocarburos del mundo; así como la pujante economía china que ha pasado a ocupar la segunda posición entre los grandes consumidores, aunque todavía muy alejada del primer puesto que ocupan los Estados Unidos.

En cuanto a las perspectivas del mercado petrolero, resulta preocupante la desaceleración en el crecimiento de las reservas de petróleo en los últimos veinte años, máxime si se tiene en cuenta la gran incertidumbre que persiste en este mercado y los largos períodos de maduración de las inversiones en exploración y desarrollo. De acuerdo con informes recientes de la Agencia Internacional de Energía (AIE), las inversiones de la industria mundial de petróleo y gas en el área de exploración y producción han experimentado un crecimiento muy limitado (apenas 5 % en términos reales) desde el 2000, y esto reforzaría la rigidez de la oferta en los próximos años (IEA-Finfacts, 2006).

Además, muchos países y regiones fuera del Medio Oriente (como Norteamérica, los territorios de la otrora Unión Soviética y el Mar del Norte) ya han alcanzado su pico productivo y otros lo alcanzarían en los próximos años,<sup>6</sup> lo que se traduciría en un reforzamiento de la dependencia del Medio Oriente, donde se concentra más del 60 % de las reservas mundiales (ver anexo 10). Todo esto hace pensar en la posibilidad de nuevas guerras y conflictos que inyectarían mayor inestabilidad en los mercados.

También cabría esperar un fuerte crecimiento de la demanda en los próximos años, a pesar de los altos precios, en países como: los Estados Unidos, China e India, lo que alimentaría las presiones alcistas de precios. Según el Departamento de Energía de los Estados Unidos, la demanda mundial de petróleo, en un escenario de referencia, se incrementaría en un 47 % entre 2003 y 2030, y el 43 % de ese aumento tendría

<sup>6</sup> De acuerdo con las más recientes proyecciones de la Agencia Internacional de Energía (*World Energy Outlook 2006*), la producción convencional de petróleo crudo de los países no miembros de la OPEP alcanzaría su nivel máximo a mediados de la próxima década (IEA-Finfacts, 2006).

lugar en los países subdesarrollados de Asia, incluidos China e India (DOE-EIA, 2006).

La escalada de precios del petróleo registrada a partir de 1999 y reforzada desde 2004 ha impactado significativamente a los distintos grupos de países; pero existen marcadas diferencias en cuanto a la capacidad de las distintas economías para enfrentar situaciones de esta naturaleza.

En el área desarrollada, que absorbe el 80 % de las importaciones globales de crudo, los efectos adversos han sido, en sentido general, mucho menos intensos que en períodos anteriores de elevadas cotizaciones petroleras (como 1973-1974 y 1979-1981), ya que estas economías son en la actualidad mucho menos vulnerables a los altos precios de la energía, dada la significativa reducción del consumo energético por unidad de PIB registrada por estas economías en los últimos treinta años.

En el mundo subdesarrollado, los más afectados han sido los importadores netos de energía, en los cuales se ha profundizado la crisis energética y se ha obstaculizado el acceso de sectores mayoritarios de la población a la energía necesaria para cubrir sus necesidades básicas.

Por su parte, las mayores compañías petroleras transnacionales han resultado las grandes beneficiarias de las elevadas cotizaciones petroleras; en particular aquellas firmas que han fortalecido su control sobre distintas fases del ciclo de producción y comercialización, como resultado de los recientes procesos de fusiones y adquisiciones en este sector. Entre las compañías más favorecidas se cuentan EXXON-MOBIL, British Petroleum, Royal Dutch Shell, Chevron-Unocal y Total S. A.

Como se indicó antes, en los años más recientes, el debate acerca de las implicaciones económicas adversas de los altos precios petroleros para los países importadores de energía, se ha combinado con una nueva oleada de preocupaciones acerca de los efectos ecológicos negativos de los actuales patrones de producción y consumo de energía, donde predominan los combustibles fósiles como el petróleo. Entre las consecuencias ambientales más preocupantes del modelo energético vigente se destacan las crecientes emisiones de gases de efecto invernadero — como el CO<sub>2</sub> —, derivadas de la producción y consumo de combustibles fósiles.

Existe una estrecha relación entre la participación de los distintos países en el consumo mundial de combustibles fósiles y su contribución a las emisiones del CO<sub>2</sub> como principal gas de efecto invernadero (ver anexo 11). Así, por ejemplo, los Estados Unidos absorben el 24 % del consumo mundial de petróleo y aportan el 21 % de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, lo que se traduce a emisiones de 21 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> anuales por habitante. En su conjunto, los países desarrollados consumen el 58 % del petróleo y emiten el 58 % del CO<sub>2</sub>; mientras en los subdesarrollados las proporciones correspondientes son 42 % y 43 %, respectivamente.

### **Gas natural**

Al igual que en el caso del petróleo, las reservas probadas de gas natural se encuentran muy concentradas, con 69 % ubicado en siete países (Rusia, Irán, Qatar, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, los Estados Unidos y Nigeria). De mantenerse la tasa actual de utilización de este combustible, las reservas probadas al cierre de 2006 alcanzarían para unos 63 años.

Más de la mitad de la producción y el consumo de gas natural tiene lugar en los Estados Unidos, Rusia y la Unión Europea. En 2006 los principales productores de gas natural fueron Rusia (21 %), los Estados Unidos (19 %), Canadá (7%), Irán (4 %), Argelia (3 %), Reino Unido (3 %) y Noruega (3 %). Los mayores exportadores fueron Rusia (20 % de las ventas globales), Canadá (13 %) y Noruega (11 %).

Los principales consumidores en 2006 fueron los Estados Unidos (22 %), Rusia (15 %), Irán (4 %), Reino Unido (3 %), Canadá (3 %), y Alemania (3 %). Los mayores importadores fueron los Estados Unidos (16 % de las compras mundiales), Alemania (12 %) y Japón (11 %) (BP, 2007; IEA, 2006).

El gas natural ha sido uno de los segmentos más dinámicos en el consumo mundial de energía comercial en los últimos treinta años y se espera un crecimiento aún mayor en las próximas décadas. Según estimados de la Agencia Interna-

cional de Energía, el aumento de la demanda de gas natural podría incrementarse sustancialmente para 2030; y de acuerdo con el Departamento de Energía de los Estados Unidos, la participación de este combustible en el balance global de energía comercial pasaría de 24 % en 2003 a 26 % en 2030 (DOE-EIA, 2006).

A diferencia del petróleo, la mayor parte del gas se consume localmente y solo se comercializa internacionalmente el 25 %. En lo fundamental, el comercio internacional de gas natural se lleva a cabo regionalmente, sobre todo en Norteamérica y Europa, que responden por las cuatro quintas partes del intercambio comercial a través de gaseoductos. El resto del comercio se realiza, en lo fundamental, con buques tanqueros que transportan el gas natural licuado (GNL), en áreas como Asia-Pacífico y el Medio Oriente, donde la infraestructura del GNL está más desarrollada. Se prevé que para 2030 se triplique el comercio global de gas natural, principalmente como GNL.

En América Latina y el Caribe los principales exportadores de gas natural a través de gaseoductos son Bolivia y Argentina, que según datos de 2006 exportaron 10,8 y 6,1 miles de millones de metros cúbicos, respectivamente.

El único país de América Latina y el Caribe que aparece en la lista de los grandes exportadores de GNL es Trinidad y Tobago que en 2006 exportó 16 000 millones de metros cúbicos, de los cuales el 67 % se dirigió a los Estados Unidos. Trinidad y Tobago cubrió en ese año el 65 % de las importaciones de GNL de los Estados Unidos.

El 38 % del consumo mundial de gas natural va dirigido a la generación de electricidad, el 27 % a la industria y el 27 % al sector residencial / comercial. El transporte apenas capta el 3 %, y el 5 % restante se destina a otros usos.

De los tres combustibles fósiles antes mencionados, el gas natural es el menos contaminante en cuanto a emisiones de carbono. Mientras el carbón mineral y el petróleo generan 26,8 y 20 toneladas de carbono por TJ<sup>7</sup> de energía, respectivamente; el gas natural emite 15,3 toneladas de carbono por TJ

<sup>7</sup> Terajoule = 10<sup>12</sup> joules.

de energía. En otras palabras, el gas natural podría suministrar los mismos servicios energéticos que el carbón con un 40 % menos de emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que lo convierte en un componente clave de las políticas de mitigación del cambio climático.

### **Carbón mineral**

El carbón es el más abundante de los combustibles fósiles; pero más de la mitad de las reservas probadas están ubicadas en solo tres países: los Estados Unidos (27 %), Rusia (17 %) y China (13 %). Otros países con importantes reservas son: India, Australia, Sudáfrica, Ucrania y Kazajstán. En 2006 los principales productores fueron: China (39 %), los Estados Unidos (19 %), Australia (7 %), India (7 %), Sudáfrica (5 %) y Rusia (5 %); y los mayores exportadores<sup>8</sup> en 2005 fueron: Australia (30 % de las ventas globales), Indonesia (14 %), Rusia (10 %), Sudáfrica (9 %), China (9 %) y Colombia (7 %).

El análisis del aporte regional a la producción mundial de carbón revela la preponderancia de Asia en este segmento energético, durante los últimos treinta años. En efecto, la parte asiática en la oferta global de carbón pasó de 24 % en 1973 a 57 % en 2005, donde predomina la contribución de China que pasó de 19 % a 45 % en ese período (IEA, 2006).

Este combustible fósil —el más contaminante— representa el 28 % del consumo de energía comercial (utilizado sobre todo en la generación de electricidad y procesos industriales). Solo se comercializa internacionalmente el 17 % del carbón producido, y en 2006 los principales consumidores fueron: China (39 %), los Estados Unidos (18 %), India (8 %), Japón (4 %), Rusia (4 %) y Sudáfrica (3 %). Los mayores importadores<sup>9</sup> en 2005 eran Japón (23 %), Corea del Sur (10 %), China Taipei (8 %), Reino Unido (6 %), Alemania (5 %) e India (5 %).

<sup>8</sup> Se refiere solo a las exportaciones de carbón bituminoso y antracita (*hard coal*) (IEA, 2006).

<sup>9</sup> Ídem.

La participación del carbón en el consumo mundial de energía comercial cayó de 29 % en 1985 a 24 % en 2000, en un período de precios bajos o moderados del petróleo en los mercados internacionales. Sin embargo, con la escalada de los precios petroleros –desde comienzos de este siglo– la parte del carbón se incrementó nuevamente hasta 28 % en 2006. El cambio experimentado en la primera mitad de esta década se ha registrado, básicamente, en el área subdesarrollada, donde el carbón pasó de un 46 % de la energía comercial consumida en 1985 a 35 % en 2000 y 44 % en 2005.

El dinamismo del carbón en el mundo subdesarrollado se explica, en lo fundamental, por la contribución de Asia –la región que experimenta el más rápido crecimiento del consumo energético en el mundo–, donde se ubican varios países con una elevada presencia del carbón en sus balances energéticos, como China e India. Este combustible representa el 70 % del consumo de energía comercial en China y el 56 % en la India (ver anexo 12).

Según el Departamento de Energía de los Estados Unidos, en un escenario de referencia, el consumo de carbón se duplicaría entre 2003 y 2030; y alrededor del 81 % de ese incremento ocurriría en el mundo subdesarrollado. La participación de este combustible en el balance de energía comercial global aumentaría tres puntos porcentuales en ese período, es decir, mostraría mayor dinamismo que el gas natural (DOE-EIA, 2006).

Luego de considerar los combustibles fósiles (88 % en 2006), el resto del balance global de energía comercial es aportado a partes aproximadamente iguales por la energía nuclear, y las fuentes renovables, en especial la hidroelectricidad.

### **Tendencias de la energía nuclear**

La energía nuclear, que apenas representaba 1 % del balance de energía comercial en 1973, llegó a aportar un 5 % en 1985 y desde entonces se mantuvo en torno al 6 %, debido a la

pérdida de dinamismo de este segmento energético en los últimos treinta años por razones económicas, ambientales, entre otras, que eclipsaron el auge registrado hasta comienzos de la década de los ochenta.

En los últimos veinticinco años el aporte de la energía nuclear a la generación mundial de electricidad se ha mantenido en torno al 16 %. A finales de 2006 existían 442 plantas nucleares en operación, con una capacidad instalada de 371 GWe.<sup>10</sup> De las unidades en operación, 103 estaban en los Estados Unidos, 59 en Francia, 55 en Japón y 31 en Rusia (IAEA, 2006) (ver anexo 13).

Los principales productores de electricidad de origen nuclear son los Estados Unidos (30 % del total mundial), Francia (16 %), Japón (11 %), Alemania (6 %), Rusia (6 %) y Corea del Sur (5 %). En general, el 85 % de la generación de este tipo de electricidad se concentra en los países de la OCDE (BP, 2007).

Los países más dependientes de la energía nuclear para la generación de electricidad son: Francia (donde esta fuente aporta el 79 %), Lituania (70 %), Bélgica (56 %), Eslovaquia (56 %), Ucrania (49 %), Corea del Sur (45 %), Suecia (45 %), Bulgaria (44 %), Armenia (43 %) y Eslovenia (42 %).

En los años más recientes se percibe un renovado interés en esta fuente energética, sobre todo en Asia. Por ejemplo, la India espera una expansión de la capacidad de generación de núcleo-electricidad en ocho veces para 2022 y China en cinco veces en los próximos quince años. Existen unas 29 plantas en construcción y muchas otras planeadas en China, India, Japón, Corea del Sur, Rusia, Sudáfrica y los Estados Unidos (IAEA, 2006).

En los debates internacionales sobre la energía nuclear, una de las aristas más polémicas es la relacionada con las implicaciones ambientales. En las últimas décadas, se han dejado sentir las preocupaciones acerca del impacto negativo de los accidentes nucleares, la disposición de desechos, y los peligros de proliferación de armamento nuclear, entre otras. Sin embargo, en los años más recientes se ha potenciado el aprovechamiento de la energía nuclear como una opción de mitigación ante el cambio climático.

<sup>10</sup> GWe= Giga Watts eléctricos.

Como parte de las tendencias más recientes en el sector energético mundial, también se ha abierto paso la necesidad de fomentar la sostenibilidad energética, a partir del fomento de las fuentes renovables y del ahorro y uso eficiente de la energía a escala global, lo que supone, además, promover la cooperación energética entre países y regiones.

## OPCIONES Y RETOS DE LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR ENERGÉTICO

A partir de los conceptos de *desarrollo humano*<sup>1</sup> y de *desarrollo sostenible*,<sup>2</sup> se pueden identificar tres dimensiones básicas de la sostenibilidad: económica, social y ambiental, como componentes de una misma agenda.

El análisis de los irracionales patrones de funcionamiento del sector energético a nivel mundial, así como sus implicaciones socioeconómicas y ambientales, revelan la necesidad de una reestructuración energética global, basada en un paradigma energético sostenible.

Una reestructuración energética sostenible estaría llamada a resolver diversos problemas, a escala planetaria, entre los que cabe mencionar:

- Implicaciones negativas de las tendencias alcistas en el precio de la energía para las economías nacionales.
- Vulnerabilidad social de amplios sectores de la población mundial, condicionada en alto grado por la escasa cobertura de servicios energéticos fundamentales.
- Impacto ecológico adverso del sector energético.

<sup>1</sup> Ver PNUD: *Informes sobre Desarrollo Humano* (desde 1990), [www.undp.org](http://www.undp.org).

<sup>2</sup> Ver "The World Commission on Environment and Development", *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford, 1987.

- Acelerado agotamiento de recursos energéticos no renovables, como el petróleo.

Dada la naturaleza global de los problemas económicos y ecológicos que se pretende resolver con una reestructuración energética sostenible, se requieren cambios radicales en los patrones de producción y consumo de energía a nivel global. No obstante, el ritmo y los patrones concretos de este proceso en cada región o país dependerán de las condiciones específicas de cada caso.

### **Potencialidades de la sostenibilidad energética desde la perspectiva del IPCC**

La contribución del Grupo de Trabajo III del IPCC a la Cuarta Evaluación de esa institución (*Cambio climático 2007: Mitigación del cambio climático*), aprobada a comienzos de mayo de 2007, refleja el consenso científico acerca de los aspectos tecnológicos, ambientales, económicos y sociales de la mitigación y su vínculo con las tendencias del sector energético. El informe se basa en las evaluaciones anteriores del IPCC e incorpora nuevos aportes científicos posteriores a 2001, año en que fue publicada la *Tercera Evaluación del IPCC*.

Al referirse a la *mitigación en el corto y mediano plazo* (hasta 2030), las conclusiones del IPCC revelan que:<sup>3</sup>

- Existe un potencial económico significativo para la mitigación de las emisiones globales de GEI en las próximas décadas, que podría neutralizar el crecimiento proyectado de las emisiones globales o reducir las emisiones por debajo de los niveles actuales.
- Parte del potencial de mitigación identificado corresponde a oportunidades de mitigación con costos netos negativos (beneficios), pero la realización de este potencial supone la eliminación de ciertas barreras u obstáculos.

<sup>3</sup> Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor.

- Ningún sector o tecnología, por sí solo, puede asumir todo el reto de la mitigación.
- El informe aporta una lista de tecnologías claves de mitigación, por sectores: producción de energía, transporte, edificios comerciales y residenciales, industria, agricultura, silvicultura/bosques y manejo de desechos.
- Para niveles de estabilización de concentraciones de GEI en el rango de 445 partes por millón (ppm) a 710 ppm, los costos macroeconómicos estimados en 2030 oscilarían entre una reducción del 3 % del PIB y un ligero incremento del PIB. Los costos regionales pueden diferir con relación a los promedios globales.
- La mayoría de los estudios consultados concluyen que la reducción del PIB resultante de las acciones de mitigación del cambio climático sería mayor para lograr una estabilización de las concentraciones de GEI a un nivel más bajo.
- Los cambios en los estilos de vida y en los patrones de conducta pueden contribuir a la mitigación del cambio climático. Las prácticas administrativas también pueden tener un papel positivo.
- En todas las regiones, las acciones para reducir emisiones de GEI generan cobeneficios a corto plazo en el sector de la salud, a partir de disminución de la contaminación de la atmósfera. Estos cobeneficios pueden llegar a ser significativos y compensar una parte sustancial de los costos de la mitigación.
- La integración de la reducción de la contaminación de la atmósfera y las políticas de mitigación del cambio climático ofrecen grandes reducciones potenciales de costos, en comparación con el tratamiento de estas políticas por separado.
- Es posible que se generen efectos sobre la economía global y las emisiones globales, derivados de las acciones de mitigación que emprendan los países desarrollados, aunque el alcance de tales efectos sigue siendo incierto. Por ejemplo, puede reducirse la demanda y los precios del

petróleo, y consecuentemente el crecimiento del PIB en los países dependientes de la exportación de petróleo.

En lo referido a la *mitigación en el largo plazo* (más allá de 2030), la evaluación del IPCC analiza los siguientes temas:<sup>4</sup>

- Para estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera, las emisiones necesitarían alcanzar un nivel máximo y luego declinar. Mientras más bajo se ubique el nivel de estabilización, más rápido se alcanzaría el nivel máximo y la declinación. Los esfuerzos de mitigación de las próximas dos o tres décadas tendrán un gran impacto sobre las oportunidades para alcanzar menores niveles de estabilización.
- El rango de niveles de estabilización evaluado puede lograrse con el empleo de un conjunto de tecnologías que se encuentran disponibles y otras que se comercializarían en las próximas décadas. Esto con el supuesto de que existen incentivos apropiados y efectivos para el desarrollo, adquisición, empleo y difusión de tecnologías y para hacer frente a las barreras existentes.
- La eficiencia energética ejerce un papel clave en la reducción de emisiones.
- Para una estabilización de concentraciones de GEI a niveles bajos, los escenarios ponen más énfasis en el uso de fuentes energéticas con bajo contenido de carbono, tales como: las fuentes renovables, la energía nuclear y el uso de la captura y almacenamiento de carbono.
- Si se incluyen opciones de mitigación para otros GEI (además del CO<sub>2</sub>) y para el CO<sub>2</sub> derivado del uso de la tierra, existiría más flexibilidad y efectividad (en cuanto a costos) para alcanzar la estabilización.
- La bioenergía moderna puede contribuir sustancialmente a la participación de las energías renovables en las opciones de mitigación.

<sup>4</sup> Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor.

- Para el logro de los objetivos de estabilización con reducción de costos, se requerirían inversiones en (y una amplia utilización de) tecnologías con bajas emisiones de GEI, así como el mejoramiento tecnológico mediante la Investigación-Desarrollo y Demostración (I + D + D).
- Se requiere que las barreras para el desarrollo, adquisición, empleo y difusión de tecnologías sean debidamente consideradas.
- Hacia el 2050, los costos macroeconómicos promedio globales de la mitigación multigases para lograr estabilización a niveles de entre 710 ppm y 445 ppm de CO<sub>2</sub>equivalente estarían entre un incremento del PIB del 1 % y una reducción del 5,5 %. Para países y sectores específicos, los costos varían de modo considerable con relación a los promedios globales.
- La toma de decisiones acerca del nivel apropiado de la mitigación global en el tiempo, considera un proceso interactivo de manejo de riesgos que incluye a la mitigación y a la adaptación, tomando en cuenta los daños reales y evitados del cambio climático. La selección de la escala y el momento en que se realizaría la mitigación de GEI involucra un balance de los costos económicos de reducciones de emisión más rápidas ahora, frente a los correspondientes riesgos a mediano y largo plazo de las demoras o retrasos.

Sobre el vínculo entre *desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático* el IPCC concluye que:<sup>5</sup>

- Un desarrollo más sostenible, mediante el cambio de los patrones de desarrollo, puede hacer una contribución importante a la mitigación del cambio climático, pero su implementación puede requerir recursos para eliminar múltiples barreras. Deben aprovecharse las oportunidades para utilizar las sinergias y evitar los

<sup>5</sup> Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor.

conflictos entre la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible.

- La respuesta ante el cambio climático puede considerarse como un elemento integral de las políticas de desarrollo sostenible.
- El cambio climático y otras políticas de desarrollo sostenible frecuentemente son sinérgicas, pero en ocasiones no lo son.
- Las políticas para responder ante el cambio climático relacionadas con la eficiencia energética y las fuentes renovables de energía, son muy beneficiosas económicamente, mejoran la seguridad energética y reducen la contaminación local.
- La reducción de la pérdida de hábitat naturales y de la deforestación pueden tener beneficios significativos en términos de conservación de la biodiversidad, del agua y del suelo y pueden ser implementadas de forma social y económicamente sostenible. La reforestación y las plantaciones energéticas pueden contribuir a la restauración de tierras degradadas, al manejo de las escorrentías, a la retención del carbono del suelo y a beneficios de las economías rurales, pero podrían competir con la tierra para la producción de alimentos y puede ser negativa para la biodiversidad, si no se diseñan de manera apropiada.
- El desarrollo sostenible mejora las capacidades de mitigación y de adaptación.

También, el *Informe del Grupo de Trabajo III* del IPCC incluye un análisis de las *políticas, medidas e instrumentos para mitigar el cambio climático* (ver anexo 14); y reconoce que persisten *brechas en el conocimiento* actual acerca de algunos aspectos de la mitigación del cambio climático, especialmente en los países subdesarrollados. Las investigaciones para disminuir estas brechas reducirían las incertidumbres y facilitarían la toma de decisiones en este campo.

En general, los patrones de una reestructuración energética sostenible se orientan en dos direcciones básicas:

- Incremento del ahorro y la eficiencia energética.<sup>6</sup>
- Desarrollo de las fuentes renovables de energía.

Un factor clave a considerar en este proceso de reestructuración energética es la necesaria cooperación entre productores y consumidores, a partir del principio del trato preferencial a los países de menor desarrollo relativo.

### **Ahorro y eficiencia energética**

Existe un enorme potencial para el ahorro y el uso eficiente de la energía en el mundo, aunque con significativas diferencias cuantitativas y cualitativas entre los países desarrollados y subdesarrollados.

Al relacionar el Índice de Desarrollo Humano (IDH) y el consumo de energía comercial per cápita para un conjunto de 64 países (tanto desarrollados, como subdesarrollados), puede observarse que cerca del 60 % de los países de este grupo exhiben un IDH mayor que 0,8; es decir, un nivel alto, según la metodología del PNUD. Sin embargo, de esos países con alto IDH, la mitad (sobre todo países industrializados) tiene niveles de consumo energético per cápita superiores a las cuatro toneladas de petróleo equivalente.<sup>7</sup> En este grupo, en que se concentran las mayores reservas de ahorro de energía comercial del mundo, se ubican además de los Estados Unidos y Canadá, nueve países europeos, cinco países industrializados de Asia-Pacífico y tres países petroleros del Medio

<sup>6</sup> Según estimados publicados por la Agencia Internacional de Energía (*World Energy Outlook, 2006*), por cada dólar adicional invertido en equipos eléctricos más eficientes, se ahorrarían más de dos dólares de inversiones en generación de electricidad (IEA-Finfacts, 2006).

<sup>7</sup> Este umbral de cuatro toneladas de petróleo (equivalente) supera en casi 2,5 veces a la media mundial de consumo de energía comercial per cápita.

Oriente. Solo tres de los países de la muestra cuentan con un IDH mayor a 0,8 y un consumo per cápita de energía comercial inferior a las dos toneladas (ver anexo 15).

Este patrón es muy similar al que resulta de relacionar el Índice de Desarrollo Humano y la huella ecológica<sup>8</sup> calculada por WWF, donde la inmensa mayoría de los países con alto desarrollo humano muestran una elevada huella ecológica (ver anexo 16).

En el área desarrollada, saltan a la vista las reservas de ahorro y uso eficiente de la energía a partir de los elevados niveles de consumo energético per cápita que tienen estos países.<sup>9</sup> Así, por ejemplo, el consumo de energía comercial por habitante de los Estados Unidos fue de 7,8 toneladas de petróleo equivalente en 2006, frente a una media mundial de apenas 1,6 toneladas per cápita.

Si se redujera en una tercera parte el consumo de energía comercial per cápita de los países industrializados, este indicador aún seguiría teniendo un nivel superior en más de dos veces<sup>10</sup> al promedio mundial actual. Tal disminución en un tercio del consumo de energía comercial por habitante de los países industrializados de altos ingresos, se traduciría en un ahorro de 691 000 millones de dólares, correspondiendo a los Estados Unidos el 48 % de ese monto (ver anexo 17).

En el área subdesarrollada también se aprecian reservas importantes para el ahorro y el uso eficiente de la energía, cuyo aprovechamiento supone cambios tecnológicos significativos. Cabe recordar, por ejemplo, que el consumo ineficiente de los combustibles tradicionales de la biomasa y la utilización de tecnologías obsoletas de producción y consumo tiende a elevar la intensidad energética<sup>11</sup> de estas economías.

<sup>8</sup> Impacto de la actividad humana sobre el planeta. Según WWF, la huella ecológica de la humanidad se ha triplicado desde 1961; y excede en la actualidad en casi un 25 % la capacidad del planeta para regenerarse.

<sup>9</sup> Si todos los equipos eléctricos que existían en los países de la OCDE en 2005 hubiesen cumplido los mejores estándares de eficiencia energética, esto hubiese ahorrado unos 322 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> de emisiones para 2010, lo que equivaldría a retirar de circulación unos 100 millones de autos (PNUD, 2007).

<sup>10</sup> Más de tres veces en el caso de los Estados Unidos.

<sup>11</sup> Consumo energético por unidad de PIB generado.

La inmensa mayoría de las naciones subdesarrolladas ha sido severamente afectada por los altos precios de los hidrocarburos, debido a su elevado grado de dependencia del crudo importado. Como promedio, en los países subdesarrollados importadores netos de petróleo el consumo petrolero por unidad de PIB generado (intensidad petrolera) es el doble que el correspondiente a los países desarrollados, lo que revela una mayor vulnerabilidad ante el incremento de los precios del crudo importado.

Tomando la intensidad petrolera de la OCDE en 2002 como igual a 1, el nivel correspondiente a un grupo seleccionado de países subdesarrollados importadores de petróleo se comportó como sigue, en ese año: Brasil (1,4 veces), China (2,3 veces), África (2,3 veces), Tailandia (2,4 veces) e India (2,9 veces). Además, la intensidad petrolera de estos países tiende a crecer en la medida en que los combustibles comerciales desplazan a los tradicionales.

El informe *Cambio climático 2007: Mitigación*, del IPCC, al explorar las opciones de mitigación del cambio climático hasta 2030 analiza las potencialidades y limitaciones para mejorar la eficiencia energética en importantes sectores socioeconómicos:<sup>12</sup>

### *Producción de energía*

- Las inversiones en nuevas fuentes de energía en los países subdesarrollados, la modernización de la infraestructura en los países desarrollados y las políticas que promueven la seguridad energética pueden en muchos casos crear oportunidades para lograr reducción de las

<sup>12</sup> Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor, la cual está referida únicamente a la producción de energía, transporte, edificios residenciales y comerciales, e industria, que son los sectores con mayores potencialidades en cuanto al incremento de la eficiencia energética. Otros sectores considerados por el IPCC (2007c) al evaluar opciones de mitigación son: la agricultura, la silvicultura, el manejo de desechos y las opciones de geo-ingeniería.

emisiones de GEI. Los cobeneficios adicionales son específicos para cada país e incluyen, entre otros, la reducción de la contaminación de la atmósfera, el mejoramiento de la balanza comercial, la oferta de servicios energéticos modernos para áreas rurales y el empleo.

- Se prevé que las inversiones en infraestructuras energéticas totalizarían más de 20 millones de millones de dólares hasta 2030. Estas inversiones tendrían impactos a largo plazo sobre las emisiones de GEI.
- Para satisfacer la demanda de servicios energéticos, frecuentemente es más efectivo, en términos de costos, invertir en el mejoramiento de la eficiencia energética de los usos finales, que en el incremento de la oferta energética. El mejoramiento de la eficiencia tiene un efecto positivo para la seguridad energética, la reducción de la contaminación atmosférica a nivel local y regional, y el empleo.

### *Transporte*

- Existen múltiples opciones de mitigación en el sector del transporte, pero su efecto puede ser contrarrestado por el crecimiento del sector. Las opciones de mitigación enfrentan muchos obstáculos, tales como los asociados a las preferencias de los consumidores y la falta de marcos regulatorios.
- El mejoramiento de la eficiencia de los vehículos permite el ahorro de combustible, y tiene en muchos casos un efecto positivo, pero el potencial de mercado es mucho menor que el potencial económico debido a la influencia de otras consideraciones relacionadas con el consumidor, tales como el funcionamiento y el tamaño. Las fuerzas del mercado, por sí solas, incluyendo el incremento de los costos de los combustibles, no conducirían a reducciones de emisiones significativas.

- Los cambios en las modalidades de transporte (cambio del uso de carreteras por trenes y navegación interna; de la transportación de pasajeros con un bajo nivel de ocupación por alto nivel de ocupación), así como la planificación urbana y el transporte no motorizado ofrecen oportunidades para la mitigación de GEI, dependiendo de las políticas y condiciones locales.
- Frecuentemente, la reducción de emisiones en el sector del transporte es un cobeneficio derivado de medidas para enfrentar la congestión del tráfico, mejorar la calidad del aire y la seguridad energética.

### *Edificios residenciales y comerciales*

- Las opciones de eficiencia energética para los edificios nuevos y los ya existentes podrían reducir considerablemente las emisiones de CO<sub>2</sub> con un beneficio económico neto. Existen muchas barreras para el aprovechamiento de este potencial, pero también existen grandes cobeneficios. Para 2030, alrededor del 30 % de las emisiones proyectadas de GEI de este sector pueden evitarse con beneficios económicos netos.

### *Industria*

- El potencial de mitigación del sector industrial está ubicado preferentemente en industrias intensivas en energía. El aprovechamiento pleno de las opciones de mitigación no se está logrando ni en los países desarrollados ni en los subdesarrollados.

No cabe dudas que el ahorro de energía, basado en patrones más racionales de consumo y en tecnologías energéticas más eficientes, podría resultar una pieza clave de la reestructuración energética sostenible, que rompa el ciclo vicioso del

*enfoque ofertista* que está orientado preferentemente al aumento de la oferta de energía sin considerar de manera adecuada la administración sostenible de la demanda.

## Fuentes renovables de energía

A pesar de sus grandes potencialidades para propiciar un desarrollo energético sostenible, las fuentes renovables de energía aún tienen una presencia muy limitada en el balance energético global.

Según estimaciones recientes, estas fuentes representan alrededor del 17 % del balance global de energía primaria; y de esa proporción el 9 % corresponde a la biomasa tradicional (leña, residuos de plantas y animales y otros, que se utilizan, sobre todo, por amplios sectores de la población más pobre del Tercer Mundo).<sup>13</sup> Del 8 % restante, un 6 % corresponde a la hidroelectricidad generada en grandes plantas;<sup>14</sup> y apenas 2 % a las llamadas “nuevas” fuentes renovables (pequeñas estaciones hidroeléctricas, tecnologías modernas para la utilización de biomasa, energía eólica, solar, geotermia<sup>15</sup> y biocombustibles).

Paradójicamente, como ya se ha mencionado, las fuentes no renovables como los combustibles fósiles aportan el 78 % del consumo mundial de energía primaria (petróleo: 33 %,

<sup>13</sup> Para el conjunto de los países subdesarrollados los combustibles tradicionales de la biomasa representan alrededor de un 35 % del consumo de energía primaria (Santamaría, 2004).

<sup>14</sup> Los principales productores de hidroelectricidad (a gran escala) en 2006 fueron: China (14 % del total mundial, Canadá (12 %), Brasil (12 %), los Estados Unidos (10 %), Rusia (6 %) y Noruega (4 %); y dentro de los diez grandes productores de esta hidroelectricidad, los más dependientes de esta fuente para la generación eléctrica eran, según datos de 2004: Noruega (99 % de la electricidad tiene su origen en esta fuente), Brasil (83 %), Venezuela (71 %), Canadá (57 %) y Suecia (40 %) (BP, 2007; IEA, 2006).

<sup>15</sup> Esta clasificación de “nuevas fuentes renovables de energía” incluye a la geotermia, que es aportada por fuentes geológicas (de origen no solar), pero aprovecha recursos prácticamente inagotables.

carbón: 24 % y gas natural: 21 %) y la energía nuclear contribuye con un 5 %.

Este contraste entre disponibilidad (reservas) y utilización real de los distintos portadores energéticos con un claro sesgo hacia las fuentes no renovables resulta particularmente alarmante en un contexto como el actual en que los precios de los hidrocarburos se han disparado en los mercados internacionales; y en que se han agravado los problemas ambientales globales, vinculados a las emisiones contaminantes del sector energético, como el reforzamiento del efecto invernadero, la contaminación urbana y la lluvia ácida, entre otros.

En medio de estas realidades aumentan las presiones para promover las fuentes renovables, y consecuentemente la dinámica inversionista en este sector ha aumentado a un ritmo promedio anual de casi 18 % entre 1995 y 2004. Las inversiones en fuentes renovables en 2004 (excluyendo a la hidroelectricidad de gran escala) totalizaron 30 000 millones de dólares,<sup>16</sup> lo que representa 20-25 % de lo invertido globalmente en la generación de electricidad.

Las inversiones en energía sostenible alcanzaron los 70 900 millones de dólares en 2006, lo que significó un aumento del 43 % con relación al nivel registrado en 2005 (UNEP-NEF, 2007).

El segmento más dinámico de las fuentes renovables en los últimos años ha sido la tecnología solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica, cuya capacidad instalada se incrementó a razón de un 60 % anual entre 2000 y 2004; y en segundo lugar se ubica la eoloelectricidad con un crecimiento anual de 28 % en igual período.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> El mayor monto de inversiones en ese año correspondió a la generación de electricidad de origen eólico, con 9,5 mil millones de dólares; seguida por la solar fotovoltaica con 7 000 millones de dólares; la hidroeléctrica de pequeña escala con 4,5 mil millones de dólares y la termosolar (para generación de calor y calentamiento de agua) con 4 000 millones de dólares; correspondiendo los restantes 5 000 millones de dólares a la geotermia y a la biomasa. Adicionalmente, cada año se invierten entre 20 y 25 000 millones de dólares en la hidroelectricidad de gran escala (REN21, 2005).

<sup>17</sup> Los costos de generación de electricidad de origen solar y eólico equivalen en la actualidad a un 50 % de los niveles existentes hace 10 ó 15 años (REN21, 2005).

El 23 % de la capacidad instalada globalmente para la generación de electricidad en 2004 correspondió a fuentes renovables (19 % a la hidroelectricidad en gran escala y el restante 4 % a las “nuevas” fuentes renovables).

Una tendencia notable en esta área corresponde a los biocombustibles (etanol y biodiesel), cuya producción excedió los 33 000 millones de litros en 2004, con perspectivas de seguir creciendo. La expansión de la producción de etanol en Brasil, a partir de la caña de azúcar, se ha visto relanzada en los últimos años con la introducción de los vehículos flexibles,<sup>18</sup> que han llegado a representar el 75 % de las nuevas ventas de autos en ese país. El programa de etanol brasileño (Proalcohol) se inició en 1975, cuando el país importaba alrededor del 90 % de sus necesidades de petróleo<sup>19</sup> y en 2005 la producción de etanol alcanzaba los 16 000 millones de litros. Brasil cubre más del 50 % de las exportaciones de etanol y proyecta duplicar sus ventas externas para el 2012 (OPEC, 5-6/2006).

El debate más reciente acerca de los biocombustibles dedica atención especial a los desafíos sociales y ambientales asociados a la producción de estos portadores energéticos (ver epígrafe: “Biocombustibles y subdesarrollo” en este capítulo). En un entorno nacional marcado por una muy desigual distribución de la tierra, el programa Proalcohol, por ejemplo, ha recibido fuertes críticas de movimientos sociales brasileños por sus elevados costos sociales (mala calidad de vida de los trabajadores cañeros) y ambientales (uso intensivo de agroquímicos, efectos derivados de la quema de la caña, afectaciones para ecosistemas sensibles, entre otros).<sup>20</sup>

El rápido desarrollo de tecnologías modernas y más eficientes para el aprovechamiento de las fuentes renovables se concentran, sobre todo, en países desarrollados y de industrialización reciente. Los progresos ulteriores en esta área se ven eclipsados por los grandes subsidios que continúan favoreciendo a los combustibles fósiles (unos 150-250 000 millones de dólares por año) y a la energía nuclear (16 000 millones de dólares anua-

<sup>18</sup> Pueden utilizar gasolina, etanol o una mezcla de ambos.

<sup>19</sup> Desde 2006 Brasil es prácticamente autosuficiente en petróleo.

<sup>20</sup> Ver como referencia: *Vía campesina*, Brasil, 2007.

les), según estimados de Naciones Unidas y de la Agencia Internacional de Energía —AIE— (REN21, 2005).

Son pocos los países del Tercer Mundo (como China, la India y Brasil) que ocupan posiciones cimeras en la utilización de tecnologías modernas para el aprovechamiento de las energías renovables y esas experiencias no siempre han estado exentas de desafíos y contradicciones.

Solo *China* aporta el 23 % de la capacidad de generación eléctrica mundial a partir de “nuevas” fuentes renovables (53 % del monto correspondiente al conjunto de los países subdesarrollados)<sup>21</sup> y el 14 % de la hidroelectricidad en gran escala utilizada globalmente (29 % del nivel correspondiente a países del Tercer Mundo).<sup>22</sup> Además, este país cuenta con más de la mitad de la capacidad mundial de generación eléctrica a partir de pequeñas hidroeléctricas; y el 60 % de la capacidad existente de equipos para el calentamiento de agua y generación de calor a partir de energía solar.

Por su parte, la *India* ocupa el cuarto lugar por su capacidad para generar eoloelectricidad, después de Alemania, España y los Estados Unidos; en tanto que *Brasil* se ubica entre los grandes productores mundiales de hidroelectricidad y es el líder mundial en la producción de etanol a partir de la caña de azúcar.

En la inmensa mayoría de los países subdesarrollados el contraste entre el progreso de las fuentes renovables de energía y el potencial existente para desarrollar esos portadores energéticos es mucho más marcado que en los países industrializados, debido a las serias restricciones tecnológicas y financieras que enfrenta la inmensa mayoría los países del Sur.

Se estima que el flujo de financiamiento público, tanto multilateral, como bilateral, que reciben estos países para el desarrollo de fuentes renovables apenas se acerca a los 500 millones de dólares anuales; es decir, una cifra equivalente a 0,1 % de los pagos anuales del Tercer Mundo por concepto de servicio de su deuda externa.<sup>23</sup> Según registros de REN21 (2005) apenas catorce países subdesarrollados (frente a trein-

<sup>21</sup> Datos de 2004 publicados por REN21 (2005).

<sup>22</sup> Datos de 2006 publicados por BP (2007).

<sup>23</sup> Calculado por el autor a partir de REN21 (2005) y FMI (2006).

ta y cuatro desarrollados) cuentan con alguna variante de política para promover las energías renovables.

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), como entidad operacional del mecanismo financiero de la Convención Marco sobre Cambio Climático, ha dedicado más de 3,3 mil millones de dólares a proyectos relacionados con el cambio climático, desde su creación en 1991, a lo que se añade el cofinanciamiento de 14 000 millones de dólares. La mayor parte de este financiamiento se ha orientado a proyectos de energía renovables y de eficiencia energética (UNFCCC, 2007).

Según un estudio de la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, las inversiones y flujos financieros globales requeridos para hacer retornar las emisiones de gases de efecto invernadero a los niveles actuales en 2030 ascienden a unos 200-210 000 millones de dólares. Del total de inversiones necesarias, el 46 % es requerido en los países subdesarrollados, a los que su vez correspondería el 68 % de las reducciones globales esperadas. Este comportamiento en el área subdesarrollada refleja las oportunidades de mitigación asociadas con el rápido crecimiento económico proyectado para los grandes países del Tercer Mundo, así como la ineficiencia energética y los bajos costos de mitigación en el sector de la silvicultura de estos países (UNFCCC, 2007).

Como parte de las propuestas internacionales en este campo, el *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008* ha propuesto la creación de un fondo para la mitigación del cambio climático, que movilizaría unos 25-50 000 millones de dólares anuales para financiar el desarrollo de inversiones en tecnologías con bajas emisiones de carbono, en los países subdesarrollados (PNUD, 2007: p. 12).

La experiencia histórica ha demostrado que los países que más se han rezagado en el desarrollo de fuentes renovables de energía y en el aprovechamiento de las reservas de eficiencia energética han tenido que pagar los mayores costos en períodos de altos precios de los combustibles convencionales como el petróleo.

Sin políticas de intervención que favorezcan a las fuentes renovables, su participación en el balance global durante las

próximas décadas no aumentará significativamente. Hasta el momento, las inversiones en Investigación y Desarrollo con fines energéticos de los países industrializados han favorecido sobre todo a los combustibles fósiles y a la energía nuclear en detrimento de las fuentes renovables. Así, por ejemplo, la inversión pública total en tecnologías energéticas en países de la OCDE entre 1987 y 2002 ascendieron a unos 291 000 millones de dólares y se destinaron en un 50 % a la energía nuclear, 12,3 % a los combustibles fósiles y apenas 7,7 % a las fuentes renovables.<sup>24</sup>

Con respecto a las opciones para la mitigación del cambio climático relacionadas con las fuentes alternativas de energía, el informe *Cambio climático 2007: Mitigación*, del IPCC destaca que:<sup>25</sup>

- La energía renovable generalmente tiene un efecto positivo para la seguridad energética, el empleo y la calidad del aire.
- Mientras más altos sean los precios de los combustibles fósiles, más competitivas serían las tecnologías alternativas que generan bajas cantidades de carbono; aunque la volatilidad de precio sería un desincentivo para los inversionistas. Asimismo, en condiciones de altos precios, el petróleo convencional puede ser remplazado por tecnologías alternativas intensivas en carbono como petróleo pesado, combustibles sintéticos a partir de carbón y gas, lo que pudiera incrementar las emisiones de GEI, a menos que las plantas de producción sean equipadas con tecnologías para la captura y almacenamiento de carbono.
- Los biocombustibles pudieran desempeñar un papel importante en la reducción de las emisiones de GEI en el sector del transporte, dependiendo de las vías de producción. Se proyecta que los biocombustibles, utilizados como aditivos o sustitutos de la gasolina y diesel crecerían al 3 % de la demanda energética total del transporte en 2030, como escenario de referencia. Esta proporción podría incrementarse a 5-10 %, en dependencia de los precios futuros del petróleo y el carbono, las mejo-

<sup>24</sup> AIE (2004).

<sup>25</sup> Versión basada en la selección e interpretación realizadas por el autor.

ras en la eficiencia de los vehículos y el éxito de las tecnologías en la utilización de la biomasa celulósica.

- La contribución de la bioenergía a la mitigación del cambio climático depende de la demanda de los sectores de transporte y de generación de energía, de la disponibilidad de agua y de los requerimientos de tierra para alimentos y producción de fibras.
- La amplia utilización de tierras para producción de bioenergía puede competir con otros usos de la tierra y tener otros impactos ambientales (positivos y negativos) e implicaciones para la seguridad alimentaria.
- La energía nuclear que aporta el 16 % de la electricidad suministrada en 2005, puede llegar a representar un 18 % de la electricidad en 2030, pero persisten restricciones asociadas a la seguridad, la proliferación de armamentos y los desechos.
- La captura y almacenamiento del carbono en formaciones geológicas es una nueva tecnología con potencial para contribuir significativamente a la mitigación hacia 2030.

La mayor parte del Tercer Mundo, sobre todo aquellos países más pobres, que son importadores netos de energía, muestran un escenario muy sombrío, donde las tendencias alcistas de los precios de los hidrocarburos se combinan con las implicaciones adversas de una abultada deuda externa, un incremento de los precios de los alimentos y una creciente vulnerabilidad económica, social y ambiental. En este contexto, los precios de los alimentos se han incrementado, adicionalmente, como resultado de los planes de expansión de los biocombustibles a partir de cultivos como los cereales, la soja, la caña de azúcar y otros.

## **Biocombustibles y subdesarrollo**

Como se ha expresado antes, la bioenergía, en general, y los biocombustibles, en particular, son una fuente renovable de

energía y su utilización racional y equilibrada, en función de prioridades económicas, sociales y ambientales de algunas regiones y países —con condiciones para su producción—, puede contribuir a la mitigación del cambio climático y al desarrollo sostenible. Sin embargo, la actual fiebre de los biocombustibles, a los que se ha llegado a llamar el “oro verde”, dista mucho de ponderar adecuadamente las dimensiones económicas, sociales y ambientales de este proceso y se inserta en las actuales tendencias globalizadoras como un nuevo mecanismo generador de pobreza y subdesarrollo.

En 2005 la producción global de etanol fue de 9,66 mil millones de galones, de los cuales Brasil produjo el 45,2 % (a partir de la caña de azúcar) y los Estados Unidos 44,5% (a partir de maíz).<sup>26</sup> La producción global de biodiesel (sobre todo en Europa)<sup>27</sup> fue de casi 1 000 millones de galones (Runge y Senauer, 2007).

En su discurso sobre el *Estado de la Unión*, el 23 de enero de 2007, el presidente norteamericano George W. Bush abogó por reducir el uso de gasolina en los Estados Unidos en un 20 % en los próximos diez años, y destacó que para lograr esta meta se debía incrementar la utilización de combustibles alternativos, como los biocombustibles, hasta 35 000 millones de galones en 2017. Esto supera en siete veces la cantidad de tales combustibles utilizados en la actualidad, que es de unos 5 000 millones de galones de etanol.

El cumplimiento de estos planes de la actual administración norteamericana supondría un incremento del 30 % en la producción de maíz (o la correspondiente reducción en las exportaciones de este producto) en los próximos cinco años para aumentar la producción de etanol, a menos que el incremento de la demanda de biocombustibles sea parcialmente cubierta por una flexibilización en las restricciones al etanol importado.<sup>28</sup>

<sup>26</sup> Con el reciente auge de los biocombustibles en los Estados Unidos, Brasil fue reemplazado por ese país como principal productor de etanol en 2006 (UNEP-NEF, 2007).

<sup>27</sup> La producción de biodiesel en Europa en 2005 totalizó unos 890 millones de galones, es decir, más del 80 % del total mundial.

<sup>28</sup> Según datos aportados por el FMI, el etanol producido en los Estados Unidos disfruta de una amplia protección mediante un subsidio al productor (0,51 dólares por galón) y una tarifa (0,54 dólares por galón) sobre las importaciones procedentes de productores más eficientes.

En 2006 existían unas 110 refinerías de alcohol en los Estados Unidos, muchas de las cuales están siendo ampliadas y otras 73 están en construcción, como parte de la llamada “burbuja del etanol”. Como resultado de esta ampliación y mejoramiento de la infraestructura, hacia finales de 2008 se espera contar con una capacidad de producción de etanol en este país de unos 11,4 mil millones de galones por año. Toda esta expansión del etanol en los Estados Unidos descansa en grandes facilidades y subsidios otorgados por el gobierno de ese país, que en 2005 dedicó 8,9 mil millones de dólares como subsidio directo al maíz (Runge y Senauer, 2007).

Por su parte, la Unión Europea aspira a que al menos el 10 % de los combustibles para el transporte sea remplazado por biocombustibles para 2020; lo que implicaría que alrededor del 18 % de la superficie agrícola total de estos países sea dedicada a los cultivos de las materias primas para la obtención de tales carburantes, a menos que se reduzcan las barreras al etanol importado (IMF, 2007: p. 44).

El auge de los biocombustibles en el contexto más reciente responde, en gran medida, a los intereses de las transnacionales del agronegocio<sup>29</sup> y la energía, así como de círculos de poder de países desarrollados que, en fin de cuentas, buscan atenuar el impacto de los altos precios de la energía, importando desde regiones subdesarrolladas buena parte de los biocombustibles requeridos por el Norte industrializado, sin promover cambios significativos en los patrones actuales de consumo energético.

Cada vez resultan más evidentes las alianzas de muchas de las compañías vinculadas a la producción, transporte y consumo de biocombustibles, en un esfuerzo por acaparar en el mayor grado posible las jugosas ganancias comerciales del nuevo negocio.

Para los productores actuales y potenciales de biocombustibles en América Latina, Asia y África, un escenario de ex-

<sup>29</sup> Se trata de grandes compañías como Monsanto, Syngenta, Dupont, Bayer, Dow, Basf, Cargill, Bunge y ADM, que están reforzando sus posiciones en el mercado, dado el control que tienen de las semillas transgénicas y otros componentes de los paquetes tecnológicos del agronegocio.

portación de biocombustibles en gran escala implicaría que buena parte de las tierras agrícolas, dedicadas actualmente a la producción de alimentos —e incluso ecosistemas naturales sensibles—, serían utilizadas para cultivar materias primas para la producción de combustibles. En el sudeste de Asia, por ejemplo, se han talado grandes áreas de bosques tropicales para la obtención de aceite de palma, como materia prima para la producción de biodiesel.<sup>30</sup>

Los grandes volúmenes de etanol que se están demandando en los Estados Unidos están generando fuertes presiones sobre el sistema alimentario mundial ya que este país aporta alrededor del 40 % de la producción mundial de maíz y más de la mitad de las exportaciones de este cereal. Debe tenerse en cuenta que cuando aumentan los precios del maíz, también se disparan las cotizaciones de otros cereales o alimentos que pasan a ser más demandados.

De acuerdo a un informe de *Worldwatch*, para llenar el tanque de un automóvil de 25 galones con etanol, se necesita una cantidad de granos suficientes para alimentar a una persona por un año. Con lo requerido para llenar ese tanque por dos semanas, se podría alimentar a 26 personas durante un año.

Teniendo en cuenta estas realidades, destacados economistas como C. Ford Runge y Benjamín Senauer (2007) han señalado que los biocombustibles han intervencido los precios del petróleo y de los alimentos de forma tal que podrían afectar de modo sensible las relaciones entre los productores de alimentos, los consumidores y las naciones en los próximos años, con implicaciones potencialmente devastadoras para la pobreza global y para la seguridad alimentaria.

En un mundo que cuenta con más de 850 millones de hambrientos, este modelo resulta extremadamente excluyente ya que para los 2 700 millones de personas pobres de ingresos muy bajos, los incrementos de precios de los granos, aunque sean marginales pudieran ser devastadores. Existen 22 países (de ellos 16 africanos) donde la tasa de malnutrición supera el 35 %.

<sup>30</sup> Ver Runge y Senauer (2007).

Debe tenerse en cuenta, además, que mientras en los países industrializados los consumidores dedican a los alimentos entre el 10 y 20 % de su presupuesto doméstico; en los países subdesarrollados este porcentaje gira en torno a 60-65 %.<sup>31</sup> Según estas realidades, se prevé que unos 1.2 mil millones de personas serían hambrientos crónicos en el 2025, es decir, 600 millones más que lo proyectado con anterioridad (Runge y Senauer, 2007).

Adicionalmente, como resultado de la elevación de los precios de los alimentos en los últimos cinco años los costos de las compras efectuadas por el *Programa Mundial de Alimentos* han aumentado en un 50 % y esto tiende a reducir el alcance de la ayuda alimentaria que reciben los sectores más pobres de la población del Tercer mundo (IMF, octubre de 2007).

La situación se torna aún más grave si se analiza el impacto adverso combinado de la inseguridad alimentaria y de los altos precios del petróleo para los países pobres. Según reportes de la FAO, la mayoría de los 82 países de bajos ingresos que sufren déficit alimentario son también importadores netos de petróleo (Runge y Senauer, 2007).

Estadísticas del FMI reportan que los precios de los alimentos se incrementaron en un 10 % en 2006, lo que refleja el alza (del orden de 40 %) en los precios de cereales como maíz y el trigo, y en el aceite de soja. La elevación de precios de los cereales en ese año se explica por la mala cosecha de trigo de los principales productores, la escalada en la demanda norteamericana de etanol a partir del maíz, y las perspectivas de una mayor demanda de biodiesel, utilizando aceite de soja u otras materias primas (IMF, 2007). Esta tendencia se reforzaría en los próximos años sobre la base de la creciente demanda de biocombustibles, liderada por los Estados Unidos.

De acuerdo con un estudio de la OCDE y la FAO, los cambios estructurales relacionados con el incremento de la demanda de productos agrícolas, utilizados como materias primas para la producción de biocombustibles, serán un fac-

<sup>31</sup> Esta proporción supera el 60 % para los países pobres de África subsahariana y es del orden del 10 % para los Estados Unidos (IMF, octubre de 2007).

tor clave para el mantenimiento de los precios de esas materias primas por encima de los niveles históricos durante los próximos diez años (OCDE-FAO, 2007).

También se afectaría la salud de los ecosistemas en diversas partes del planeta, sobre todo en el área subdesarrollada. Con este esquema los países del Tercer Mundo aportarían la tierra y su fertilidad, mano de obra barata y se quedarían con todos los daños ambientales provocados por las grandes plantaciones de las que se extraerán los biocombustibles.

Diversas investigaciones acerca de las virtudes ambientales del etanol y el biodiesel frente a los combustibles fósiles —considerando un análisis del ciclo completo de producción y consumo de estos portadores energéticos—, revelan que dichas virtudes son, en el mejor de los casos modestas, cuando estos combustibles se obtienen a partir de materias primas como el maíz y la soya; ambos cultivos muy intensivos en el uso de energía y generadores de gran contaminación.

Los estudios en este campo revelan que la obtención de biocombustibles a partir de celulosa permitiría ampliar la gama de materias primas para este fin, con la inclusión de residuos de plantaciones y otros productos no comestibles de origen vegetal, que podrían producirse en terrenos no aptos para cultivos. Sin embargo, los costos de estas opciones todavía resultan muy elevados, al punto que se ha llegado a considerar poco realista que los biocombustibles a partir de la celulosa puedan erigirse en una opción relevante en cuanto a su comercialización a gran escala en los próximos diez años (Runge y Senauer, 2007).

Los renovados esfuerzos del gobierno de los Estados Unidos a favor de los biocombustibles y el interés por establecer alianzas con países latinoamericanos (como Brasil) para asegurar sus requerimientos futuros en este campo, constituyen otro ingrediente de la estrategia norteamericana de asegurar buena parte de sus suministros energéticos a largo plazo desde Latinoamérica y el Caribe, ya no solo petróleo y gas natural, sino también biocombustibles. Tales alianzas también buscan socavar los esfuerzos de Venezuela y otras naciones del área por avanzar en un nuevo tipo de integración energética regional, basada en la complementación, la solidaridad y el trato especial a los países de menor desarrollo.

## Cooperación energética

Un eje estratégico de la sostenibilidad energética es la cooperación energética y dentro de esta la que se desarrolla entre países subdesarrollados (cooperación energética Sur-Sur) tiene un papel clave.

Debe tenerse en cuenta que si bien la mayor parte de las reservas energéticas mundiales se ubican en los países del Tercer Mundo, estas —sobre todo las fuentes no renovables y algunas renovables como la hidroelectricidad en gran escala—, están desigualmente distribuidas, de manera que la inmensa mayoría de los países subdesarrollados son importadores netos de energía.

Luego de más de dos décadas de políticas neoliberales, que erosionaron de manera considerable la actividad de los estados en el sector energético del Tercer Mundo, una cooperación energética efectiva entre países subdesarrollados, pasaría necesariamente por un fortalecimiento del papel de las instituciones estatales en este sector estratégico.

De esta forma no solo se recuperaría el control soberano de los recursos energéticos, por parte de los gobiernos de los países productores y exportadores de energía, sino que además se facilitarían la creación de condiciones y capacidades de transporte, almacenamiento y distribución, entre otras, en función de intereses sociales más amplios.

### Cooperación energética en la iniciativa Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA)<sup>32</sup>

A partir del año 2000, con la firma del Acuerdo Energético de Caracas entre el gobierno bolivariano de Venezuela y nume-

<sup>32</sup> Nuevo esquema de integración regional promovido por la República Bolivariana de Venezuela desde comienzos del siglo XXI. A finales de 2007 los países integrantes del ALBA eran: Venezuela, Cuba, Bolivia, Nicaragua y Dominica, aunque las acciones emprendidas en el

rosos países centroamericanos y caribeños se inauguró una nueva etapa en la cooperación energética entre países subdesarrollados. Posteriormente, con el surgimiento del proyecto ALBA, este tipo de colaboración ha incorporado nuevos elementos, basados en criterios de solidaridad.

Sobre la base de los preceptos generales del proyecto ALBA, nació la iniciativa *Petroamérica* con tres secciones básicas: Petrocaribe, Petroandina y Petrosur.

En abril de 2007 sesionó en Venezuela la *I Cumbre Energética Suramericana*, con la presencia de varios jefes de Estado de la subregión. A pesar de los esfuerzos foráneos para tratar de boicotear la reunión, en el contexto de esta Cumbre nació la Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR) y se sentaron las bases para procesos ulteriores de complementación energética en el área.

En sentido general, esta cooperación energética Sur-Sur en el contexto de la iniciativa ALBA tiene múltiples dimensiones:

- La *dimensión económica*, que considera la reducción del impacto adverso de los altos precios de la energía sobre los países importadores de energía más vulnerables.
- La *dimensión social*, referida a la contribución para combatir la pobreza, sobre todo la pobreza energética y en este sentido apunta al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de Naciones Unidas.
- La *dimensión ambiental*, que refleja el impacto positivo de estas iniciativas que van más allá del sector petrolero, y consideran la posibilidad de proyectos de eficiencia energética y fomento de fuentes renovables.
- Adicionalmente, al revalorizarse el papel del Estado en este estratégico sector, se favorece una perspectiva de largo plazo, se potencia el efecto multiplicador en otros sectores socioeconómicos y se asegura la soberanía energética.

---

contexto de este esquema benefician a muchos otros países de la región mediante proyectos energéticos (como: Petrocaribe, Petroandina y Petrosur), de salud, educacionales, entre otros.

## **Petrocaribe: energía para el desarrollo socioeconómico**

El caso de Petrocaribe resulta paradigmático, como ejemplo de cooperación energética Sur-Sur. A finales de junio de 2005, representantes de catorce países del área, incluida Venezuela, suscribieron el Acuerdo de Cooperación Energética Petrocaribe, en Puerto la Cruz, Venezuela.

El objetivo fundamental de Petrocaribe, según el Acuerdo suscrito, es “contribuir a la seguridad energética, al desarrollo socioeconómico y a la integración de los países del Caribe, mediante el empleo soberano de los recursos energéticos, todo esto basado en los principios de integración denominada Alternativa Bolivariana para las Américas”.<sup>33</sup>

Este Acuerdo destaca el nacimiento de Petrocaribe “como una organización capaz de asegurar la coordinación y articulación de las políticas de energía, incluyendo petróleo y sus derivados, gas, electricidad, uso eficiente de la misma, cooperación tecnológica, capacitación, desarrollo de infraestructura energética, así como el aprovechamiento de fuentes alternativas, tales como la energía eólica, solar, y otras”.

Entre otras ventajas para los países caribeños, Petrocaribe garantiza un vínculo comercial directo, que excluye la onerosa intermediación en el intercambio petrolero; además se considera el cobro al costo de los fletes derivados de estas operaciones. En este contexto, se ha constituido *PDV Caribe*, como una filial de PDVSA que opera entre los países miembros, para atender los compromisos suscritos.

El aporte de Petrocaribe en materia de infraestructura y transporte petrolero resulta clave para economías como las caribeñas, donde el transporte internacional tiende a encarecerse con el fraccionamiento del comercio exterior en pequeños lotes de productos diferentes, debido a las dimensiones relativamente pequeñas de esas economías y, en algunos casos, la gran dispersión de las islas que forman un mismo Estado.

<sup>33</sup> Ver “Acuerdo de Cooperación Energética Petrocaribe”, en periódico *Granma*, La Habana, 1ro. de julio de 2005, pp. 4 y 5.

En el área del transporte, ya se han creado las empresas *Transalba* y *Albanave*, con las que se aspira a desarrollar una flota regional, para garantizar los intercambios en el contexto de Petrocaribe.

El Acuerdo destaca, asimismo, la creación de un fondo destinado al financiamiento de programas sociales y económicos, con aportes provenientes, entre otras fuentes, de las contribuciones que se puedan acordar de la porción financiada de la factura petrolera y los ahorros producidos por el comercio directo.

Este Fondo denominado *ALBA-Caribe* contó con un capital inicial de 50 millones de dólares, aportado por Venezuela; y en agosto de 2007 este país ya había invertido unos 100 millones de dólares en este fondo, para financiar diversos proyectos socioeconómicos en países caribeños, que incluyen programas para reducir la pobreza, obras de infraestructura y apoyo a pequeñas empresas, entre otros.

El compromiso de Petrocaribe en la lucha contra la pobreza, más allá del aporte en términos económicos y energéticos, pone de manifiesto la originalidad y el alcance sin precedentes de esta iniciativa multidimensional.

### **Petrocaribe: fórmulas preferenciales para los países caribeños**

Las fórmulas de pago para el petróleo suministrado por Venezuela a otros miembros de Petrocaribe, tienen muy en cuenta la vulnerabilidad de los importadores de hidrocarburos del área caribeña ante la escalada de precios de los hidrocarburos en los mercados internacionales; así como las limitaciones de estos pequeños países para participar en los mercados internacionales de créditos.

Con el Acuerdo de Petrocaribe, que va mucho más allá del Acuerdo de San José<sup>34</sup> (1980) y del Acuerdo de Cooperación

<sup>34</sup> Acuerdo firmado por Venezuela y México en 1980, que favorece alrededor de una decena de naciones importadoras de hidrocarburos de Centroamérica y el Caribe; con suministros de unos 160 000 barriles diarios de crudo y productos refinados, que han sido aportados a partes iguales por México y Venezuela, en condiciones preferenciales.

Energética de Caracas (2000), la parte de la factura petrolera que se financia a largo plazo aumenta en la medida en que se incrementan los precios internacionales del crudo, llegando a ser de 30 % para precios a partir de los 40 dólares por barril, 40 % para precios de 50 dólares o superiores; y 50 % para precios iguales o mayores a los 100 dólares.

Con precios inferiores a 40 dólares por barril, este financiamiento sería a diecisiete años (igual que en el Acuerdo Energético de Caracas), incluyendo dos años de gracia; pero si los precios superan los 40 dólares —como sucede en la actualidad—, el plazo de pago se extiende a veinticinco años, incluyendo dos años de gracia, con una tasa de interés reducida al 1 %.

Durante la III Cumbre de Petrocaribe, en Caracas, en agosto de 2007, el presidente Chávez destacó que en dos años de vigencia de este acuerdo, el ahorro generado por el financiamiento de la factura petrolera alcanza unos 450 millones de dólares.

Adicionalmente, Venezuela podría aceptar parte de los pagos diferidos en bienes y servicios que oferten los países caribeños (como azúcar, banano y otros), los que pagaría a precios preferenciales. Esta posibilidad resulta muy ventajosa, sobre todo si se tiene en cuenta que las economías de los pequeños países caribeños se caracterizan por su alta dependencia del comercio exterior y que, en las últimas décadas, la mayoría de estas economías se han visto severamente afectadas por la inestabilidad y el deterioro de los mercados internacionales de productos básicos no petroleros.

### **Contribución de Petrocaribe a la mitigación del cambio climático**

El Acuerdo de Petrocaribe incorpora con fuerza la variable ambiental al subrayar la necesidad de incluir, junto a los acuerdos de suministro, programas de ahorro de energía y la promoción de las fuentes renovables, lo que constituye un enfoque energético sostenible que resulta novedoso en el contexto energético regional y global. Asimismo, se hace énfasis en el

papel clave que tendrían los entes estatales en la realización de las operaciones energéticas acordadas.

En este sentido, la Declaración de la IV Cumbre de Petrocaribe, en Cienfuegos, Cuba, en diciembre de 2007, expresó la decisión de “impulsar el ahorro y la eficiencia energética y el desarrollo de las energías renovables para con ello contribuir a la seguridad energética, promover el acceso universal a la energía y a la preservación del medio ambiente”.<sup>35</sup>

Informaciones aportadas por la delegación cubana durante la IV Cumbre de Petrocaribe destacan que “hasta finales de noviembre del presente año, se habían ejecutado o estaban en ejecución 31 proyectos de sustitución de bombillos incandescentes por ahorradores en 13 países miembros de Petrocaribe, con lo que se han evitado importantes erogaciones que hubiera sido necesario destinar al incremento de la capacidad de generación y la adquisición de combustible”.<sup>36</sup>

Como resultado de los trabajos realizados por la Secretaría de Petrocaribe, ya se cuenta con un estudio acerca del potencial de los países miembros en cuanto a fuentes renovables de energía como la solar, la eólica y la geotérmica; lo que servirá de base para proyectos futuros en este campo, a ser financiados dentro del esquema de Petrocaribe. Esta línea estratégica contribuiría a diversificar el balance energético de los países caribeños y centroamericanos.

El hecho de que un país petrolero, como Venezuela, promueva el ahorro energético y el fomento de las fuentes renovables de energía, dentro de un esquema que supone el fortalecimiento de las instituciones estatales, constituye un hecho inédito, que marca un aporte de Petrocaribe a los debates y acciones prácticas acerca del vínculo entre energía, cambio climático y desarrollo.

<sup>35</sup> Ver “Declaración de la IV Cumbre de Petrocaribe”, Cienfuegos, 21 de diciembre de 2007; en periódico *Granma*, La Habana, 22 de diciembre de 2007, p. 2.

<sup>36</sup> Ver “Intervención del Primer Vicepresidente de los Consejos de Estado y de Ministros de Cuba, Raúl Castro, en la inauguración de la IV Cumbre de Petrocaribe”, Cienfuegos, 21 de diciembre de 2007, en periódico *Granma*, La Habana, 22 de diciembre de 2007, p. 3.

El histórico acuerdo de Petrocaribe, que parte del reconocimiento de los principios de cooperación, solidaridad, trato especial y diferenciado para los países de menor desarrollo, y complementariedad —con respecto a la independencia, soberanía e identidad nacional—, constituye un aporte sin precedentes a la integración regional, con un enfoque solidario e integrador muy diferente al que subyace en el proyecto anexionista del Área de Libre Comercio para las Américas y los Tratados de Libre Comercio basados en preceptos neoliberales.

No resulta casual, por tanto, que iniciativas de integración de esta naturaleza, que resultan muy beneficiosas en términos económicos, sociales y ambientales para los países miembros, sean blanco de cuestionamiento por parte de quienes representan los intereses del negocio transnacional y de los círculos políticos regionales y foráneos afines, quienes sin dudas pierden espacio en la medida en que avanzan proyectos como el de Petrocaribe.

La multiplicación de las oportunidades y opciones de Petrocaribe y de otros proyectos de Petroamérica y de la iniciativa ALBA dependerá, en gran medida, de la voluntad política de los gobiernos de los países participantes, del uso eficiente de los recursos disponibles, y del fortalecimiento de la capacidad técnica e institucional de los miembros. El avance en estas direcciones refuerza la resistencia frente a las tendencias de la globalización neoliberal y potencia el progreso hacia una globalización solidaria y equitativa.

## ESTADO DE LAS NEGOCIACIONES MULTILATERALES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

### Las negociaciones multilaterales

El debate internacional acerca del cambio climático, sus causas, implicaciones y estrategias de respuesta para enfrentarlo ha tenido su expresión en el proceso de negociaciones políticas, relacionadas con la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático,<sup>1</sup> puesta en vigor en 1994, y el Protocolo de Kyoto, en vigor desde 2005. Las evaluaciones científicas del IPCC han resultado muy útiles en este proceso de negociaciones como documentación de referencia para adopción de acuerdos y la toma de decisiones.

#### RECUADRO 3

##### CRONOLOGÍA BÁSICA DE LA CONVENCIÓN MARCO Y EL PROTOCOLO DE KYOTO

- |       |   |
|-------|---|
| 1992: | La Convención Marco se abre a la firma en la Cumbre de Río de Janeiro.    |
| 1994: | Entra en vigor la Convención Marco (21 de marzo de 1994).                 |
| 1995: | Primera Conferencia de las Partes (COP 1) de la Convención Marco, Berlín. |

<sup>1</sup> En lo adelante se le identificará como Convención Marco.

- 1997: Se adopta el Protocolo de Kyoto en la COP 3, Kyoto.
- 2001: Los Estados Unidos se niegan a ratificar el *Protocolo de Kyoto*.  
Acuerdos de Marrakech.
- 2004: Rusia ratifica el Protocolo de Kyoto (18 de noviembre de 2004).
- 2005: Entrada en vigor del Protocolo de Kyoto (16 de febrero de 2005). Paso importante, pero insuficiente.  
COP 11. Primera Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto (MOP 1), Montreal, Canadá (28 de noviembre-10 de diciembre).
- 2007: COP 13 de la Convención Marco, Bali, Indonesia. Se acuerda iniciar negociaciones con vistas al período post-Kyoto.  
Australia ratifica el Protocolo de Kyoto.

FUENTE: Elaboración propia.

Según el texto de la Convención Marco, en particular el artículo 2, su objetivo es el de “lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida las 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” (Naciones Unidas, 1992).

Una de las debilidades del texto de la Convención es que su objetivo, de la forma en que se ha redactado resulta muy ambiguo ya que no se precisa el nivel a partir del cual se producirían interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> De acuerdo con el *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008* del PNUD, el umbral de un cambio climático peligroso es un incremento de temperatura de alrededor de 2 °C en relación con los niveles existentes antes de la Revolución Industrial en Inglaterra (PNUD, 2007: p. 3). Con anterioridad a este informe, los países de la Unión Europea ya se habían pronunciado por limitar el incremento de la temperatura media global a menos de 2 °C, con relación a los niveles preindustriales.

Una de las fortalezas de la Convención —que en diciembre de 2007 contaba con 192 partes— es el reconocimiento de las responsabilidades comunes pero diferenciadas de los estados, es decir, se reconoce que si bien el cambio climático es un reto global que concierne a todos en el planeta, los países industrializados, como principales emisores de gases de efecto invernadero, deben dar los primeros pasos para enfrentar este problema.<sup>3</sup>

El 16 de febrero de 2005 entró en vigor el Protocolo de Kyoto, que fuera adoptado en la Tercera Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco en 1997. Este acontecimiento allanó el camino para la primera Reunión de las Partes del Protocolo que sesionó junto a la 11na. COP de la Convención Marco, del 28 de noviembre al 9 de diciembre de 2005, en Montreal, Canadá.<sup>4</sup>

Dada su trascendencia, la reunión de Montreal atrajo a 9 500 participantes, incluidos 2 800 representantes gubernamentales y en ella se tomaron decisiones importantes como las referidas a los detalles operacionales del Protocolo de Kyoto contenidos en los Acuerdos de Marrakech de 2001 y a las acciones futuras para el período post-Kyoto (después de 2012). También se negociaron otros temas clave como la creación de capacidades, el desarrollo y transferencia de tecnologías, el tema financiero, los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto, entre otros. Este paquete de acuerdos y decisiones fue acuñado como “Plan de Acción de Montreal”.

A finales de 2007, dando cierre a un año de intensos debates académicos y políticos sobre el cambio climático sesionaron en Bali, Indonesia —del 3 al 15 de diciembre de 2007— la 13ra. COP de la Convención Marco y la Tercera Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto. Estos eventos importantes contaron con la presencia del Secretario General de las Naciones Unidas, seis jefes de Estado y unos 11 000 participantes.

<sup>3</sup> Según el *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008* del PNUD, si cada habitante del mundo generara emisiones de gases de efecto de invernadero al mismo nivel que un habitante medio del mundo industrializado, se requerirían nueve planetas (PNUD, 2007: p. 3).

<sup>4</sup> Ver IISD (International Institute for Sustainable Development), *Earth Negotiations Bulletin. A Report Service for Environment and Development Negotiations*, vol. 12, no. 291, Nueva York-Ginebra, 12 de diciembre de 2005, [www.iisd.ca/climate/cop11/](http://www.iisd.ca/climate/cop11/).

Representantes de los 187 países reunidos en la Conferencia de Bali acordaron lanzar negociaciones globales para reforzar los acuerdos internacionales sobre cambio climático. Entre los temas acordados en el *Plan de Acción de Bali*, que deberán ser negociados hasta 2009, se encuentran las acciones para la adaptación ante los efectos del cambio climático, tales como: las sequías y las inundaciones; opciones para reducir las emisiones de GEI; así como mecanismos que aseguren una amplia difusión y empleo de tecnologías idóneas para enfrentar el cambio climático, y el financiamiento de las medidas de adaptación y mitigación.<sup>5</sup>

En diciembre de 2007 la cantidad de estados partes del Protocolo de Kyoto ascendía a 176,<sup>6</sup> de ellos 36 eran países industrializados o “economías en transición”<sup>7</sup> (también llamados Países del Anexo 1 de la Convención Marco) y 140 eran países subdesarrollados (no Anexo 1). Se requerían 55 ratificaciones para que entrara en vigor el Protocolo. Esta condición se cumplió el 23 de mayo de 2002, con la ratificación de Islandia.

Los países Anexo 1 que son partes del Protocolo de Kyoto representan el 61,6 % del total de emisiones de los países Anexo 1 en 1990. Se requería que este indicador llegara a 55 %; para lo que fue necesaria la ratificación de Rusia. Con la decisión del nuevo gobierno australiano de incorporarse al Protocolo (en diciembre de 2007), los Estados Unidos han quedado aislados en su posición de no ratificar el Protocolo.

Según la letra del Protocolo de Kyoto, los países industrializados se comprometen a reducir el total de sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 5,2 % para el período 2008-2012, con relación a los niveles de 1990. Los compromisos individuales de estos países oscilan en un rango de: -8 % a +10 % y en todos los casos suponen grandes reducciones con relación a niveles proyectados.

No obstante, las metas de reducción de emisiones establecidas en el Protocolo de Kyoto resultan insuficientes para lograr la estabilización de las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub>.

<sup>5</sup> Ver *Bali Action Plan*, en [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int).

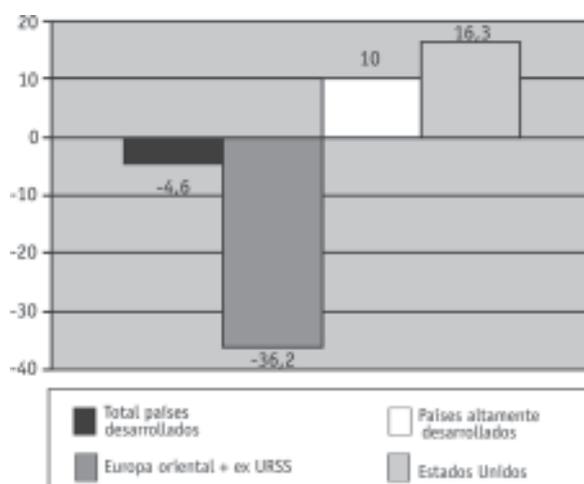
<sup>6</sup> Se trata de 175 estados y una organización económica regional (la Unión Europea).

<sup>7</sup> Se refiere a los territorios de los otrora países socialistas de Europa.

Algunos estimados indican que aun cuando el Protocolo se aplicara íntegramente, solo contribuiría a reducir el incremento promedio global de la temperatura entre 0,02 °C y 0,28 °C para el año 2050,<sup>8</sup> en comparación con el incremento proyectado por el IPCC para 1990-2100. Incluso así, existen pocos indicios de que los países desarrollados estén adoptando las medidas necesarias para hacer efectivos los modestos compromisos de reducción de emisiones recogidos en el Protocolo.

Según informes de la Secretaría de la Convención Marco sobre Cambio Climático, las emisiones de GEI de las partes del Anexo 1 disminuyeron en 4,6 % entre 1990 y 2005 (ver gráfico 1). Sin embargo, esa reducción correspondió básicamente a las llamadas "economías en transición" (ex países socialistas de Europa) debido a los problemas económicos de esos países durante el período indicado. Debe tenerse en cuenta que los países altamente industrializados aumentaron sus emisiones de GEI en 10 % en esos años (con un incremento de 16,3 % para los Estados Unidos).

GRÁFICO 1



FUENTE: CMNUCC, 2007.

<sup>8</sup> *Nature*, Londres, octubre de 2003 y [http://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto\\_protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_protocol).

El Protocolo de Kyoto considera explícitamente seis gases/familia de gases de efecto invernadero: CO<sub>2</sub>, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

Se ha aceptado la introducción de las actividades referidas a uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (ejemplo: forestación, reforestación, manejo de bosques y de suelos agrícolas) en la instrumentación del Protocolo de Kyoto, pero de manera limitada por tratarse de un tema sumamente polémico.

Debe tenerse en cuenta, por ejemplo, que la inclusión desmedida de proyectos de ampliación de bosques, como sumideros de gases de efecto invernadero, en detrimento de proyectos orientados a reducir emisiones (como por ejemplo, proyectos para fomentar energías renovables frente a los combustibles fósiles) aumentaría considerablemente la incertidumbre, con relación al efecto real que puedan tener dichos proyectos en el sentido que indican los objetivos de la Convención Marco y el Protocolo.

Los Estados Unidos, con los mayores niveles de emisiones per cápita en el mundo, es el único país industrializado que se ha negado a ratificar el Protocolo de Kyoto. Cabe recordar que este país aportaba el 36,1 % de las emisiones de los países desarrollados del Anexo 1 de la Convención Marco en 1990, año tomado como referencia para los compromisos establecidos en el Protocolo. Según la letra del Protocolo, este país debería reducir sus emisiones de GEI en un 7 % con relación a 1990, entre 2008 y 2012 (ver cuadro 14).

CUADRO 14

EMISIONES DE LOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS

<i>Indicadores</i>	<i>Estados Unidos</i>	<i>Alemania</i>	<i>Japón</i>	<i>Países más desarrollados*</i>
% de las emisiones mundiales de CO <sub>2</sub> (2004)	20,9	2,8	4,3	41,9
Emisiones de CO <sub>2</sub> per				

138

CUADRO 14 (Cont.)

Indicadores	Estados Unidos	Alemania	Japón	Países más desarrollados*
cápita (2004), toneladas	20,6	9,8	9,9	13,2
Intensidad de carbono del consumo energético**	2,60	2,32	2,36	2,39
Intensidad de carbono del crecimiento económico***	0,56	0,38	0,36	0,45

Notas:

\* Se refiere a los miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, excepto México, Corea del Sur, República Checa, Eslovaquia, Hungría, Polonia y Turquía.

\*\* Emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de energía consumida (kilotoneladas de CO<sub>2</sub> por kilotonelada de petróleo equivalente).

\*\*\* Emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB (kilotoneladas de CO<sub>2</sub> por cada millón de dólares de PIB, expresado en USD del 2000, según la paridad del poder adquisitivo —PPA—).

FUENTE: Elaboración del autor a partir de PNUD (2007).

En cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, principal GEI, los Estados Unidos muestran un expediente mucho más contaminante que el de sus principales competidores comerciales. Así, por ejemplo, las emisiones norteamericanas per cápita de CO<sub>2</sub> duplican, tanto a las de la principal economía europea (Alemania) como a las de Japón. Además, por cada unidad de energía consumida, los Estados Unidos emiten un 10 % más de CO<sub>2</sub> que Japón y un 12 % más que Alemania; y por cada dólar de PIB, los Estados Unidos liberan un 56 % más de CO<sub>2</sub> que Japón y un 47 % más que Alemania.

Los resultados de estas comparaciones se explican por una combinación de factores, entre los que se destacan un balance energético más dependiente de los combustibles fósiles en el caso de los Estados Unidos (86 %) frente a Alemania (83 %) y Japón (82 %), así como menores registros de eficiencia ener-

gética y patrones de funcionamiento socioeconómico más dilapidadores en el caso norteamericano, frente a otros países altamente industrializados. Por cada unidad de energía empleada, Japón y Alemania obtienen, respectivamente, un 39 % y 35 % más de producción que los Estados Unidos.<sup>9</sup>

Los defensores de la posición intransigente de los Estados Unidos, ante el Protocolo de Kyoto, han esgrimido toda clase de argumentos políticos, económicos y pseudo-científicos para pretender justificar su postura.

Una de las críticas principales de la administración republicana de los Estados Unidos se refiere a que los países subdesarrollados no tienen compromisos de reducción de emisiones en el Protocolo de Kyoto. Según G. W. Bush, la exoneración de países en desarrollo de las obligaciones del tratado es una "falla fatal" del Protocolo.

Ciertamente, los países subdesarrollados no tienen compromisos de reducir sus emisiones en el primer período de compromisos (2008-2012), como expresión del ya mencionado principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas. No debe olvidarse que las emisiones per cápita del Tercer Mundo son muy inferiores a las del mundo industrializado. A manera de ejemplo, el cuadro 15 refleja los desiguales niveles de emisiones y consumo energético per cápita entre los Estados Unidos y países subdesarrollados como China y la India.

CUADRO 15  
COMPARACIÓN ESTADOS UNIDOS- CHINA- INDIA

<i>Indicadores</i>	<i>Estados Unidos</i>	<i>China</i>	<i>India</i>
% de emisiones CO <sub>2</sub> totales (2004)	20,9	17,3	4,6
% de población mundial	4,6	20,2	17,4
Emisiones CO <sub>2</sub> per cápita (2004) TM	20,6	3,8	1,2
Consumo eléctrico per cápita Kwh (2004)	14 240	1 684	618

FUENTE: Tomado de PNUD (2007).

<sup>9</sup> Calculado a partir de PNUD (2007).

En el plano científico, algunos defensores de la posición oficial norteamericana han llegado a señalar que los Estados Unidos hacen bien en denunciar el Protocolo de Kyoto y que lo correcto es la continuación de las investigaciones acerca de las causas del calentamiento global. Según ellos, la ciencia que está detrás del tema del cambio climático está lejos de ser completa y el calentamiento global es un invento. Para estos “científicos”, el principal problema con el Protocolo de Kyoto es que constituye una solución drástica para un problema que puede no existir.<sup>10</sup>

El discurso de los que apoyan al gobierno norteamericano también se ha referido a la esfera económica y en esta dirección han utilizado como pretexto que los tomadores de decisiones tienen la responsabilidad de basar sus políticas en hechos demostrables no en mitos ni emociones. Han llegado a decir que la principal motivación para la mayoría de los países del mundo con el Protocolo de Kyoto, especialmente los menos desarrollados, es económica; y que el efecto neto principal de la implementación plena del Protocolo sería la reducción de la parte de los Estados Unidos en la economía mundial y la distribución de esa parte entre los otros países.

Los apologistas de la administración norteamericana destacan que el Protocolo de Kyoto es un esfuerzo en marcha de “los que no tienen” para beneficiarse a expensas de “los que tienen”. Sobre estos falsos argumentos se basan para concluir que las consecuencias económicas relacionadas con el Protocolo serían enormes; y han llegado a sugerir que hay que asegurar que la ciencia esté en lo cierto antes de apostar por una solución política determinada, como el Protocolo de Kyoto, que, según ellos, le costaría a los contribuyentes estadounidenses miles de millones o incluso billones de dólares, sin ninguna garantía de que esa inversión solucionaría el problema.

La internacionalización del debate sobre medio ambiente y desarrollo ha coincidido en el tiempo con el auge del discurso y las prácticas neoliberales a nivel mundial; y en estas condiciones se ha pretendido sobredimensionar la aplicación de fórmulas de mercado en la solución de problemas ambientales.

<sup>10</sup> Ver opinión de Walter Cunnigham (ex astronauta y Jefe de la Comisión Aeroespacial de Texas), en *World Energy Magazine*, vol. 4, no. 2, Houston, 2001.

En efecto, uno de los temas que ha generado mayor debate en relación al Protocolo de Kyoto, además de la postura asumida por el gobierno de los Estados Unidos, es el referido a los tres mecanismos de mercado —también llamados “mecanismos de flexibilidad” — incorporados a este Protocolo, es decir, la “Aplicación Conjunta” (artículo 6), el “Mecanismo de Desarrollo Limpio” (artículo 12), y el “Comercio Internacional de Emisiones” (artículo 17).

### “Mecanismos de flexibilidad” del Protocolo de Kyoto

La inclusión de mecanismos que consideran distintas modalidades del comercio de permisos de emisión, revela la preponderancia que van adquiriendo las fórmulas de mercado dentro del conjunto de opciones disponibles para enfrentar el cambio climático y otros problemas ambientales globales.

#### RECUADRO 4

#### SÍNTESIS DE LOS MECANISMOS DE MERCADO DEL PROTOCOLO DE KYOTO

Temas	Aplicación conjunta	Mecanismo Desarrollo Limpio (MDL)	Comercio Internacional Emisiones
Artículos del Protocolo de Kyoto	Artículo 6	Artículo 12	Artículo 17
Países elegibles	Anexo 1 (países desarrollados y “economías en transición”)	Todos, incluidos países subdesarrollados	Anexo 1 (países desarrollados y “economías en transición”)
Modalidad	Basado en proyectos	Basado en proyectos	Intercambio de permisos de emisión

FUENTE: Elaboración propia.

Estos mecanismos se diferencian, sin embargo, por el grado de regulación implícito en ellos, correspondiendo la mayor regulación al Mecanismo de Desarrollo Limpio y la menor al Comercio Internacional de Emisiones.

Cabe recordar que toda iniciativa de mitigación y adaptación al cambio climático debería partir de reconocer la responsabilidad de los países altamente industrializados con las emisiones históricas de gases de efecto invernadero (importante componente de la deuda ecológica de estos países), así como los diferentes niveles de desarrollo socioeconómico entre el Norte desarrollado y el Sur subdesarrollado. Sobre esta base, los elementos centrales de toda propuesta deberían ser:

- La adopción de importantes programas de reducción de emisiones en los territorios de los países industrializados, mediante acciones dirigidas a cambiar sustancialmente los patrones de producción y consumo en estos países.
- Transferencia de tecnologías idóneas desde los países desarrollados hacia los subdesarrollados, dando prioridad a las tecnologías limpias, que reduzcan emisiones (ejemplo: tecnologías energéticas más eficientes).
- Transferencia de recursos financieros hacia los países subdesarrollados, adicionales a la Ayuda Oficial al Desarrollo. Esto implicaría cumplir los compromisos de AOD (0,7 % del PNB de los países desarrollados) y aportar recursos adicionales.
- La transferencia de recursos financieros y tecnologías idóneas para la necesaria adaptación al cambio climático, particularmente, en aquellas regiones y países más vulnerables, como los pequeños estados insulares.

Si bien algunos de estos elementos son mencionados en el articulado de la Convención Marco y del Protocolo de Kyoto, su presentación es más retórica que práctica. En estas condiciones, los mecanismos de mercado, presentados frecuentemente como fórmulas complementarias a la transferencia tecnológica y financiera Norte-Sur, han devenido centros de

principal atención en el contexto de la aplicación de la Convención Marco, lo que se explica por varias razones.

En primer lugar, en lo relacionado con la reducción de emisiones en los territorios de los países desarrollados, existen pocas evidencias de consenso entre los gobiernos, la comunidad empresarial y los consumidores en estos países para asumir una reestructuración radical de los patrones de producción y consumo de estas economías, con el propósito de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Ante estas realidades, para materializar el compromiso de reducción de emisiones del Protocolo de Kyoto, las autoridades de la mayoría de los desarrollados han hecho todo lo posible por evitar el cumplimiento íntegro de sus metas de reducción —bastante modestas por cierto—, en sus propios territorios.

En segundo lugar, tampoco se aprecian señales, del lado de los países desarrollados, en la materialización de la transferencia de tecnologías idóneas y recursos financieros adicionales hacia los subdesarrollados. Todo parece indicar que en lugar de avanzar en las direcciones antes mencionadas, por la vía de la cooperación internacional, los países desarrollados seguirían favoreciendo ciertos instrumentos de mercado, que supuestamente tendrían un aporte en esas direcciones.

Con la introducción de estos mecanismos de mercado ha aparecido un nuevo producto básico, los “permisos de emisión de carbono”, cuyo precio dependería en gran medida de la dinámica del mercado, es decir, la oferta y la demanda de tales “permisos”.

Mediante esta filosofía de mercado, se aboga por realizar las acciones de mitigación donde los costos marginales sean inferiores, es decir, en las regiones de menor desarrollo relativo, aunque se establece que los países desarrollados que utilicen estos mecanismos para cumplir sus compromisos deben demostrar que estos son “suplementarios” con relación a sus acciones domésticas.

Aparte de los recursos financieros que se puedan movilizar mediante los tres mecanismos de mercado antes mencionados, los fondos disponibles para los países subdesarrollados en el contexto de la Convención y del Protocolo de Kyoto son escasos y cada vez más condicionados. Uno de los temas fi-

nancieros más debatidos en la Primera Reunión de las Partes del Protocolo, en Montreal (2005) fue la preocupación de los países subdesarrollados en relación con las afectaciones que podrían derivarse del nuevo marco para la asignación de recursos, aprobado en septiembre de 2005 por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés).

De los tres mecanismos de mercado incluidos en el Protocolo de Kyoto, el único que considera la posibilidad de que los países subdesarrollados participen, como receptores de proyectos de inversión es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

El MDL es un término que define arreglos entre países del Anexo 1 de la Convención Marco y países subdesarrollados para hacer cumplir conjuntamente los objetivos de la Convención Marco, bajo criterios de “costo-eficiencia económica”, según los cuales a nivel global las medidas para enfrentar el cambio climático deben tomarse primero en aquellos países donde los costos marginales de mitigación sean inferiores; es decir, en los países de menor desarrollo relativo.

Esta fórmula supone, por ejemplo, que inversionistas de un país del Anexo 1 financian proyectos de mitigación del cambio climático (ejemplo: fuentes renovables de energía o reforestación) en un país subdesarrollado. Estas actividades se reconocerían como cumplimiento parcial del compromiso de reducción de emisiones que tiene ante el Protocolo de Kyoto el país del inversionista. En virtud de esta operación, el inversionista eludiría, al menos parcialmente, el cumplimiento de sus compromisos de mitigación del cambio climático en su propio territorio, donde tales inversiones podrían resultar más costosas.

Según la letra del Protocolo de Kyoto y de otros acuerdos posteriores sobre la instrumentación de dicho Protocolo, bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio:

- Los proyectos deben corresponderse con las prioridades de desarrollo sostenible del país receptor.
- La participación de las partes involucradas en los proyectos es voluntaria.

- No se debe sobredimensionar el monto de emisiones reducidas o absorbidas en países subdesarrollados.
- Una parte sustancial del cumplimiento de los compromisos de los países desarrollados debe ser en sus propios territorios.
- Para cada proyecto, los beneficios que se obtengan deben ser reales, tangibles y a largo plazo en relación con la mitigación del cambio climático.
- Las reducciones de emisiones certificadas deben ser adicionales a las que se producirían en ausencia de la actividad o proyecto certificado (criterio de adicionalidad).
- Una parte de los fondos procedentes de las actividades de proyectos certificadas debe utilizarse para hacer frente a los costos de adaptación de los países más vulnerables, tales como pequeños estados insulares.

Según reportes de la Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, al cierre de diciembre de 2007 existían 885 proyectos del MDL registrados en 49 países, y otros 2 000 proyectos se hallaban en distintas fases del proceso de registro. De acuerdo con esta fuente, se espera que el MDL genere más de 2,6 mil millones de *Reducciones de Emisión Certificadas*<sup>11</sup> (CER por sus siglas en inglés) para finales del primer período de compromisos, es decir para 2012.<sup>12</sup>

*Para los países subdesarrollados*, en ausencia de otras opciones, el Mecanismo de Desarrollo Limpio podría facilitar el acceso a ciertas tecnologías ambientalmente idóneas y ciertos recursos financieros. Sin embargo, si no se asegura un marco regulador transparente y adecuado, los flujos de tecnologías y recursos financieros que recibirían estas naciones podrían ser más simbólicos que reales.

<sup>11</sup> Cada una de estas Reducciones de Emisión Certificadas equivale a una tonelada de de CO<sub>2</sub>.

<sup>12</sup> Se estima que los proyectos MDL que se encontraban en fase de registro en 2006 generarían inversiones del orden de los 25 000 millones de dólares (UNFCCC, 2007).

Como parte de las regulaciones establecidas para el MDL, se incluye un proceso de preparación y validación de los proyectos (registro ante la Junta Ejecutiva, monitoreo-verificación por entidades operacionales independientes, y emisión de *Reducciones de Emisión Certificadas*). Este proceso, concebido para verificar la consistencia, viabilidad y correspondencia de los proyectos con los objetivos de la Convención Marco y el Protocolo de Kyoto, podría resultar muy costoso, lo que haría menos atractivos ciertos proyectos de interés para los países subdesarrollados como las inversiones en fuentes de energía renovables para sustituir el uso de combustibles fósiles y reducir emisiones de gases de efecto invernadero.

Otro de los desafíos asociados al MDL es la posibilidad de que muchos de los proyectos de inversión más atractivos tiendan a concentrarse en un limitado grupo de receptores, por lo general países de mayor desarrollo relativo dentro de los subdesarrollados. Esta preocupación ha estado muy presente en las reuniones de las partes del Protocolo de Kyoto, sobre todo en las posiciones de países de menor desarrollo como los africanos.

Al cierre de 2007, el 61 % de los proyectos de MDL registrados correspondían a la región de Asia-Pacífico y el 35 % a América Latina y el Caribe, en tanto África apenas captaba menos del 3 %. Visto por países, las tres primeras posiciones correspondían a la India (34 %), China (16 %) y Brasil (13 %) (ver anexos 18 y 19).

*Para los países desarrollados*, los proyectos que se ejecuten como parte del Mecanismo de Desarrollo Limpio serían una opción para eludir, parcialmente, el cumplimiento de sus compromisos de reducción/limitación de emisiones en sus propios territorios; y constituirían un medio para desviar la atención en relación con sus compromisos internacionales en materia de transferencia de tecnologías y financiamiento adicional para el desarrollo sostenible, bajo fórmulas de cooperación internacional. Además, en estos países los principales beneficiarios serían ciertos sectores como las compañías productoras y suministradoras de combustibles fósiles, más que la sociedad en su conjunto.

Desde la Conferencia de Montreal 2005, cada vez son mayores las presiones para simplificar los procedimientos del Mecanismo de Desarrollo Limpio, máxime cuando el avance de este instrumento ha sido calificado por especialistas como “muy poco y muy tarde” (Bumpus, 2005). Sobre este particular, países como los representados en la Alianza de Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (AOSIS, por sus siglas en inglés) han insistido en que la simplificación del MDL no debe realizarse a costa de la integridad ambiental de este mecanismo y del Protocolo de Kyoto.

El Comercio Internacional de Emisiones, por su parte, se refiere a la variante más desregulada del intercambio de permisos de emisión y, de momento solo se aplica entre los países desarrollados (del Anexo 1 de la Convención Marco). Con esta modalidad, el 1ro. de enero de 2005 se inició un esquema europeo de comercio de emisiones, que involucró inicialmente a unas 12 000 plantas industriales, generadoras de la mitad del CO<sub>2</sub> emitido en esos países.

Un dilema que han enfrentado los diseñadores de este esquema en Europa ha estado asociado a la determinación del monto de los “permisos” a otorgar, ya que la autorización de muchos “permisos” tiende a frenar al desarrollo de tecnologías eficientes, y la autorización de pocos “permisos” tendría un efecto recesivo en la economía.

El esquema europeo ha sido diseñado de forma tal que puede combinarse con otros esquemas de comercio de emisiones —como el esquema de Noruega—, y otros mecanismos del Protocolo de Kyoto, como el MDL. Según fuentes oficiales de la Unión Europea, este esquema le permitiría al conjunto de países miembros cumplir con los compromisos del Protocolo de Kyoto a un costo de 2,9-3,7 mil millones de euros anuales, lo que representa menos del 0,1 % del PIB conjunto; frente a costos de 6,7 mil millones de euros anuales en ausencia de dicho esquema.<sup>13</sup>

Este esquema ha sido sometido a críticas provenientes de diversas fuentes, por considerar que los permisos autoriza-

<sup>13</sup> *EU Action Against Climate Change. Emission Trading. An Open Scheme Promoting Global Innovation*, Bruselas, septiembre de 2005.

dos son muy generosos, lo que limita el alcance de la reducción de emisiones que pueda lograrse por esta vía.<sup>14</sup>

Para algunos expertos, iniciativas tales como el esquema europeo de comercio de permisos de emisión constituyen antecedentes de lo que un futuro podría ser un esquema global integrado. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los permisos de emisión negociables aplicados bajo un esquema global, que incluya, tanto a países desarrollados como subdesarrollados, podría constituir una opción riesgosa, sobre todo para los países más pobres.

En el debate en torno a estos temas, los permisos de emisión negociables han sido presentados por sus promotores como los instrumentos más efectivos, flexibles y equitativos para reducir la contaminación. Una de las principales ventajas que ofrece el comercio de permisos de emisión, a juicio de sus partidarios, es que contribuirían a limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, y al mismo tiempo garantizarían los necesarios flujos de recursos financieros y de tecnologías hacia los países subdesarrollados.

Tomando como punto de partida un tope global de emisiones permitidas, se procedería a distribuir los permisos de emisión entre los países de acuerdo con criterios de distribución predeterminados. Si se realiza, por ejemplo, una distribución per cápita del tope global de permisos de emisión, de tal forma que los países subdesarrollados tengan un "excedente" de permisos de emisión (es decir, una situación en que los permisos sean mayores que las emisiones reales) y los países desarrollados un "déficit" (permisos < emisiones reales), los países subdesarrollados que vendan los permisos "sobrantes", recibirían a cambio recursos financieros o tecnologías, que emplearían para realizar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. De esta forma, según los preceptos de la economía de mercado, se minimizarían los costos para lograr el cumplimiento de los objetivos de la Convención Marco.

Entre las limitaciones de los permisos de emisión negociables se encuentran los fuertes supuestos de que parte esta concepción; sobre todo en lo referido a la existencia de un

<sup>14</sup> Ver PNUD (2007: p. 11).

clima de competencia perfecta, que supone igual poder de negociación de todos los agentes económicos. También deben señalarse las serias dificultades que entraña el monitoreo del sistema de permisos y el cálculo adecuado de la meta inicial de calidad ambiental. En la práctica internacional actual y previsible, la aplicación de este mecanismo de mercado entre países con niveles de desarrollo tan desiguales tiende a favorecer a los que tienen mayor poderío económico.

Teniendo en cuenta este peligro, se han lanzado algunas propuestas alternativas de intercambio de permisos de emisión, que suponen la intervención de un mecanismo encargado de administrar las transacciones. Entre los criterios manejados en estas propuestas se encuentra el establecimiento de un sistema de precios de los permisos que excluya el libre juego de las fuerzas del mercado y, de esta forma, se tiende a reducir riesgos para los países más pobres.

Por el momento, la aplicación de un mecanismo de permisos de emisión negociables a nivel internacional, donde el tope de emisiones netas permitidas dependa de compromisos de reducción/limitación de emisiones a nivel global, no sería posible en el corto plazo debido a que los países subdesarrollados aún no tienen compromisos de reducción de emisiones netas bajo la Convención Marco y el Protocolo de Kyoto.

Desde comienzos del proceso negociador sobre cambio climático, los países desarrollados han ejercido fuertes presiones para que los países del Tercer Mundo, sobre todo aquellos con mayor nivel de desarrollo relativo y mayores emisiones netas, adopten compromisos de reducción de emisiones. Este tema fue muy debatido en la Conferencia de Bali (2007) y se perfila como uno de los más controversiales en las negociaciones post-Kyoto.

El otro mecanismo de flexibilidad del Protocolo de Kyoto es la *aplicación conjunta*, considerada como antecedente directo del comercio de permisos de emisiones. Al igual que el MDL, la aplicación conjunta se basa en la ejecución de proyectos de mitigación entre países de distintos niveles de desarrollo. Sin embargo, esta última es un instrumento menos regulado que el MDL y aplicable solo entre países que tengan compromisos de reducción o estabilización de emisiones (países desarrollados y los ex países socialistas de Europa).

A la hora de examinar los mecanismos de mercado del Protocolo de Kyoto y proyectar, en general, el proceso futuro de negociaciones en torno al cambio climático, debe tenerse en cuenta que:

- En aquellos casos en que el móvil de las partes sea más comercial que ambiental, los resultados en materia de mitigación y adaptación al cambio climático serían desalentadores.
- Los criterios de “costo-eficiencia económica”, con una perspectiva de corto plazo, no resultan adecuados para enfrentar problemas como el cambio climático que requieren una perspectiva de análisis de largo plazo, que considere las prioridades socioeconómicas y ambientales de los países subdesarrollados.
- La decisión de la actual administración de los Estados Unidos de no ratificar el Protocolo de Kyoto reduce significativamente el alcance de la aplicación de los mecanismos de mercado antes mencionados a escala global, por tratarse del mayor emisor de gases de efecto invernadero y, por tanto, el mayor comprador potencial de las distintas modalidades de “permisos de emisión”.

En general, cualquier iniciativa para hacer frente al cambio climático debe partir de reconocer la responsabilidad de los países altamente industrializados con las emisiones históricas de gases de efecto invernadero —importante componente de la deuda ecológica del Norte—, así como los diferentes niveles de desarrollo entre el Norte y el Sur. De lo contrario, se acentuarían las relaciones de subordinación y dependencia del Sur respecto al Norte y se agudizarían los desequilibrios económicos ambientales y sociales, que ya hoy día alcanzan proporciones alarmantes.

### **Negociaciones post-Kyoto**

Uno de los temas más polémicos de las negociaciones multilaterales sobre cambio climático es el referido a las acciones

para el período post-Kyoto, es decir, a partir del primer período de compromisos (después de 2012); para asegurar que no haya interrupción entre el primero y segundo período de compromisos.

Sobre este tema persisten serias divergencias entre las partes. En una posición extrema se ubican los Estados Unidos que no han ratificado (ni piensan ratificar) el Protocolo de Kyoto y se ha opuesto a las negociaciones post-Kyoto sobre reducciones cuantitativas de emisiones. En su discurso acerca del Estado de la Unión, de enero de 2007, el presidente norteamericano G. W. Bush reconoció por primera vez que el cambio climático constituye un reto global, lo que se explica en gran medida por las presiones crecientes de la sociedad civil, de los líderes del Partido Demócrata y de los gobiernos de diversos estados de la Unión Americana, que favorecen acciones más coherentes y efectivas para combatir el cambio climático, en medio de los preparativos para la contienda electoral de 2008.

La administración de G. W. Bush también ha tratado de lograr arreglos con otros grandes emisores fuera del contexto de las Naciones Unidas, lo que ha generado un fuerte rechazo internacional.

Por su parte, los países industrializados que ya son partes del Protocolo de Kyoto (como la Unión Europea y Japón) abogan por un instrumento post-Kyoto que les ofrezca credibilidad y seguridad, que incluya compromisos vinculantes y que extienda dichos compromisos a la mayor cantidad posible de países.

La Unión Europea ha propuesto limitar a menos de 2 °C el incremento de la temperatura media global con respecto a la situación preindustrial. En este contexto, en marzo de 2007, los gobiernos de la Unión Europea se comprometieron a reducir en un 20 % para 2020 las emisiones de GEI respecto a los niveles de 1990; y anunciaron que podrían aumentar ese porcentaje a 30 % si otros países industrializados seguían esa senda, como parte de un acuerdo post-Kyoto.

La Unión Europea también se ha propuesto aumentar la eficiencia energética en un 20 %; ha acordado que el 20 % del balance energético de la Unión sea cubierto con fuentes re-

novables y que un 10 % del combustible para transporte sea aportado por los biocombustibles para 2020. Esto supone metas para cada país que están por determinar.

Los países subdesarrollados, sobre todo aquellos de mayor desarrollo relativo, han sido objeto de crecientes presiones para que asuman compromisos vinculantes de reducción de emisiones. Ante tales presiones, algunos de estos países han enfatizado, por un lado, el escaso progreso de los países desarrollados en el cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kyoto y han destacado, por otro lado, los resultados de sus políticas propias para enfrentar el cambio climático.

Durante la Conferencia de Bali los países subdesarrollados –Grupo de los 77 (G-77) + China– abogaron por una mayor contribución de los países industrializados a la mitigación del cambio climático y en esa dirección exigieron una reducción de las emisiones de los países desarrollados en un 20-40 % para 2020 y de 60-70 % para 2050.

Dentro del G-77 + China, la Alianza de Pequeños Estados Insulares en Desarrollo y los Países Menos Adelantados son los que enarbolan las posiciones más radicales en cuanto a la demanda de mayores esfuerzos globales para la mitigación del cambio climático, lo que se explica por el alto grado de vulnerabilidad que presentan esos países ante el cambio climático.

Uno de los grandes retos del G-77 + China en las negociaciones pos-Kyoto es el de preservar la acción coordinada, en torno a una plataforma de temas comunes, entre los que se encuentran posiciones de principio como:

- *Principio de la equidad*, en virtud del cual la parte de las emisiones globales que corresponde a los países subdesarrollados debe crecer para satisfacer sus necesidades sociales y de desarrollo. En este sentido se destacan los niveles de emisiones per cápita de los países subdesarrollados, que resultan muy bajos, en la mayoría de los casos.
- *Principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas*, según el cual la mayor parte de las emisiones actuales e históricas se han originado en países desarrollados; por tanto, los países desarrollados deben liderar el combate del cambio climático.

- Resulta inaceptable que se incluyan compromisos vinculantes de reducción de emisiones para los países subdesarrollados, cuando en los países desarrollados no han mostrado progreso en el cumplimiento de sus compromisos de reducción de emisiones bajo el Protocolo de Kyoto; por el contrario, las emisiones de GEI de los países altamente industrializados han seguido creciendo.
- Se requiere un avance significativo en materia de transferencia de tecnologías idóneas y de financiamiento nuevo, adicional y en condiciones preferenciales para que los países subdesarrollados puedan reforzar sus capacidades nacionales de mitigación y adaptación.

Desde la primera reunión de las partes del Protocolo de Kyoto, en Montreal 2005 se ha avanzado en el reconocimiento de varios temas clave sobre la participación de los distintos grupos de países en las negociaciones futuras, como son:

- El serio reto que representa el cambio climático, sobre todo para países subdesarrollados.
- El desarrollo socioeconómico y la erradicación de la pobreza como las primeras prioridades de los países subdesarrollados.
- La plena implementación de los compromisos de las partes Anexo I proveerían oportunidades innovadoras para que los países subdesarrollados adopten más acciones para enfrentar el cambio climático.
- La naturaleza global del cambio climático demanda la más amplia cooperación y participación en una apropiada y efectiva respuesta internacional.
- El papel clave de la tecnología para enfrentar el cambio climático, incluyendo el desarrollo y transferencia de tecnologías.
- Necesidad de asistencia técnica y financiera de parte de los países desarrollados, a través de programas de cooperación bilateral y multilateral.

A partir de la Conferencia de Montreal 2005, se ha logrado preservar el proceso de negociaciones futuras dentro el contexto de la Convención Marco y, en ese sentido, cabe destacar el lanzamiento en Montreal de un diálogo global para explorar y analizar enfoques estratégicos y acciones de cooperación de largo plazo, con vista a enfrentar el cambio climático. El diálogo antes mencionado cubrió las áreas: desarrollo sostenible, adaptación, tecnología y mecanismos basados en el mercado; y asumió la forma de un intercambio abierto y no vinculante de puntos de vista, información e ideas.

El diálogo global fue conducido por la COP, bajo la modalidad de talleres abiertos a todas las partes. Los Estados Unidos, tras múltiples intentos por boicotear el consenso de Montreal 2005, aceptaron, finalmente, participar en conversaciones informales multilaterales sobre cambio climático, siempre que no abrieran ninguna discusión sobre nuevos compromisos.

Luego de intensos debates, marcados por la ratificación del Protocolo de Kyoto por parte de Australia y la reticencia de los Estados Unidos a sumarse al consenso internacional, hasta el último momento; se logró acuerdo en Bali para lanzar un proceso negociador, hasta el 2009, que permita diseñar un instrumento que sustituya al Protocolo de Kyoto a partir de 2012.

El *Plan de Acción de Bali* se refiere a importantes temas de las negociaciones más inmediatas, relacionados con la mitigación, la adaptación, las tecnologías y el financiamiento. El proceso negociador delineado será conducido por el *Grupo de Trabajo ad hoc sobre las acciones de cooperación a largo plazo*, y considera:<sup>15</sup>

- Una visión compartida para las acciones de cooperación a largo plazo, que incluyan el objetivo global de reducir las emisiones, según las provisiones y principios de la Convención, en particular, el principio de las responsabilidades comunes, pero diferenciadas, y tomando en cuenta las condiciones socioeconómicas.

<sup>15</sup> Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor del *Plan de Acción de Bali*. Ver documentación original en: [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int).

- Ampliar las acciones nacionales e internacionales para la mitigación del cambio climático, que incluya compromisos o acciones apropiadas de mitigación, a escala nacional, que sean mensurables, registrables y verificables y que consideren limitaciones o reducciones de emisión cuantificadas para todos los países desarrollados, considerando las circunstancias nacionales.
- Acciones apropiadas de mitigación, a escala nacional, por parte de los países subdesarrollados en el contexto del desarrollo sostenible, apoyadas por tecnologías, financiamiento y creación de capacidades, y que sean mensurables, registrables y verificables.
- Incentivos para la reducción de emisiones a partir de la deforestación y la degradación de los bosques en los países subdesarrollados; destacándose el papel de la conservación, así como el manejo sostenible y la ampliación de los bosques como sumideros de carbono en los países subdesarrollados.
- Enfoques sectoriales para fomentar la transferencia de tecnologías para la mitigación.
- Empleo de fórmulas de mercados para mejorar la efectividad de las acciones de mitigación, teniendo en cuenta las circunstancias nacionales de países desarrollados y subdesarrollados.
- Las consecuencias socioeconómicas de las medidas de mitigación.
- Fortalecimiento del papel catalizador de la Convención Marco para estimular a las organizaciones multilaterales, los sectores públicos y privados y la sociedad civil en cuanto a la creación de sinergias entre actividades y procesos relacionados con la mitigación y la adaptación.
- Cooperación internacional para apoyar las acciones de adaptación: evaluaciones de vulnerabilidad, evaluación de las necesidades financieras, creación de capacidades, integración de las acciones de adaptación en la planificación sectorial y nacional, proyectos y programas específicos, incentivos para la adaptación, las necesidades y

urgencias de los países más vulnerables, especialmente los Países Menos Adelantados, los pequeños estados insulares y los países africanos afectados por la sequía, la desertificación y las inundaciones.

- El manejo de riesgos y las estrategias de reducción de riesgos, incluyendo los riesgos compartidos y los seguros.
- Estrategias para la reducción de desastres, que consideren las pérdidas y daños asociados con el cambio climático en países subdesarrollados vulnerables.
- Diversificación económica.
- Acciones para el desarrollo y la transferencia de tecnologías para apoyar la mitigación y la adaptación, que incluyen la remoción de barreras, cooperación en Investigación y Desarrollo, y cooperación tecnológica en sectores específicos.
- Provisión de recursos financieros e inversión para apoyar las acciones de adaptación y mitigación, incluyendo recursos nuevos y adicionales y fondos oficiales en condiciones preferenciales para los países en desarrollo.
- Incentivos financieros a los países subdesarrollados para facilitar la implementación de las estrategias nacionales de mitigación y las acciones de adaptación.
- Movilización de inversiones y financiamientos públicos y privados.
- Financiamiento y apoyo técnico en la creación de capacidades para evaluar los costos de adaptación en los países subdesarrollados, en particular, aquellos más vulnerables.

Según el debate académico más reciente, existen numerosas propuestas acerca del régimen que podría aplicarse en el período post-Kyoto. Tres de esas propuestas son las siguientes:<sup>16</sup>

1. Una extensión del Protocolo de Kyoto con compromisos cuantitativos para los países del Anexo 1 y con el MDL

<sup>16</sup> Ver JIQ, marzo de 2005.

como vínculo entre los países industrializados y subdesarrollados.

2. Un sistema global con metas de emisión cuantificadas (per cápita) para todos los países, como base para un esquema de comercio de emisiones a escala global.
3. Una ampliación del actual grupo de países del Anexo 1, con la inclusión de países subdesarrollados de mayor desarrollo relativo como: Brasil, China, India, México, Corea del Sur y Sudáfrica, entre otros.

En este contexto, el *Grupo Especial Internacional sobre el Cambio Climático*, que agrupa a instituciones de Reino Unido, los Estados Unidos y Australia aboga por un marco global basado en la Convención Marco y el Protocolo de Kyoto, con participación de *todos los países* en el proceso post-Kyoto, sobre bases de *equidad y responsabilidades comunes, pero diferenciadas*.

Para los países desarrollados, esto supondría la adopción de nuevos compromisos con *mayor reducción de emisiones*; mientras que los países subdesarrollados realizarían acciones por etapas que conducirían finalmente a *compromisos* de reducción de emisiones vinculados a la asistencia financiera y tecnológica que recibirían.<sup>17</sup> Sin embargo, no queda nada claro cómo se haría operativo un esquema de esta naturaleza en las condiciones actuales, signadas por la posición de los Estados Unidos, y la drástica reducción de los flujos tecnológicos y financieros hacia el Tercer Mundo.

Este *grupo especial* se ha pronunciado, asimismo, por el avance en un conjunto de acciones concretas que serían lideradas por los países industrializados, entre las que se incluye:

- Evitar que las temperaturas crezcan más de 2 °C con relación a los niveles preindustriales, como establece el objetivo de la Unión Europea.

<sup>17</sup> Ver, por ejemplo, *Recommendations of the International Climate Change Task Force* (Byers y Snowe, *et al.*, Londres, 2005).

- Adopción en el Grupo de los Ocho (G-8) de normas nacionales de energía renovable (al menos 25 % de la electricidad a partir de esas fuentes para 2025).
- Duplicar para 2008 los gastos en Investigación y Desarrollo en tecnologías energéticas eficientes en los países del G-8.
- Una agrupación de países que incluya al G-8 y a otras grandes economías, incluidos algunos países subdesarrollados, así como el logro de acuerdos tecnológicos entre ellos para lograr reducción de las emisiones.
- La eliminación de subsidios agrícolas y dedicar esos fondos a apoyar bioenergía.
- El establecimiento de sistemas de comercio de emisiones en los países desarrollados, considerando la posibilidad de una integración futura de esos sistemas en un mercado único.
- Eliminar barreras a tecnologías energéticas eficientes, como los subsidios a combustibles fósiles, que en los 15 países de la Unión Europea en 2001 ascendían a unos 21 000 millones de euros.
- Asistencia técnica y financiera por parte de los países desarrollados para adaptación ante el cambio climático.
- La promoción de actividades de comunicación climática y de educación ambiental.

Cada día resulta más evidente la gravedad del cambio climático como reto ambiental global, y consecuentemente se torna más urgente la necesidad de adoptar estrategias de respuesta ante este desafío, que consideren debidamente los criterios de equidad, desarrollo y sostenibilidad. Los estudios especializados más recientes sobre este tema revelan los elevados costos y las muy adversas implicaciones socio-ambientales que se derivarían de la *no acción* o lentitud de los tomadores de decisiones en este campo.

Si bien los resultados del proceso negociador multilateral sobre el cambio climático de los años más recientes han supe-

rado las expectativas en lo relativo a la plena operatividad del Protocolo de Kyoto, al consenso sobre las acciones futuras y al lanzamiento de negociaciones globales para un acuerdo post-Kyoto, con un espíritu de cooperación; no debe perderse de vista que este proceso enfrenta serios retos.

Cada vez está más clara la intención de los países desarrollados de solo aceptar compromisos de reducción de emisiones muy pequeños en relación con sus responsabilidades históricas (los Estados Unidos no aceptan siquiera eso). Esto se combina con un interés creciente por involucrar a países subdesarrollados en dichos compromisos y por sobredimensionar el uso de los “mecanismos de flexibilidad” del Protocolo de Kyoto para el cumplimiento de los compromisos.

En materia de mitigación, lejos de darse prioridad a las medidas, acciones y proyectos que reducen las emisiones en su fuente (ejemplo: fomento de la energía renovable), se apuesta cada día más a otras opciones de mitigación como la captura biológica (ejemplo: en bosques) o la captura geológica de carbono. En materia de adaptación, grandes emisores como los Estados Unidos tratan de silenciar a los más vulnerables, con acciones como la negativa a considerar la *Estrategia de Mauricio*<sup>18</sup> sobre la situación especial de los pequeños estados insulares subdesarrollados.

<sup>18</sup> Se refiere a la Estrategia de Mauricio para la ulterior ejecución del Programa de Acción para el desarrollo sostenible de los pequeños estados insulares en desarrollo (ver [www.daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N05/533/81/PDF/N0553381.pdf](http://www.daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N05/533/81/PDF/N0553381.pdf)).

## CUBA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

### Impactos, vulnerabilidad y adaptación

El territorio de la República de Cuba es un archipiélago, que al igual que otras zonas insulares cuenta con áreas y ecosistemas muy vulnerables ante el cambio climático.

El archipiélago cubano tiene una extensión superficial de 109 886 km<sup>2</sup>, una población residente de 11 239 043 habitantes y, consecuentemente, una densidad poblacional de 102,3 personas por km<sup>2</sup>, según datos de 2006 (ONE, 2007).

Entre los sectores socioeconómicos más vulnerables ante los impactos del cambio climático se encuentran: la agricultura, el turismo, la pesca, la salud, el abastecimiento de agua, entre otros. Desde el punto de vista regional, las áreas costeras están entre las más afectadas, sobre todo como consecuencia de la elevación del nivel del mar.<sup>1</sup>

Las costas cubanas tienen una longitud total de unos 5 746 km, y debido a la configuración larga y estrecha del territorio nacional, ningún punto se encuentra a más de 100 km de la costa (ONE, 2006). Las playas, que se incluyen entre las zonas más afectadas por el cambio climático, representan alrededor del 10 % de la línea costera. Los efectos de los eventos extremos y de la elevación del nivel del mar en las playas impacta-

<sup>1</sup> Entre otras afectaciones, se prevé una reducción del área de la Ciénaga de Zapata de entre 60 % y 80 % para 2050 (Centella, *et al.*, 2001).

rían al turismo, una de las fuentes fundamentales de divisas del país, lo que tendría un alto costo socio-económico.

La *Estrategia Ambiental Nacional 2007-2010* identifica como principales problemas ambientales la degradación de los suelos, las afectaciones a la cobertura forestal, la contaminación, la pérdida de la diversidad biológica y la carencia de agua (CITMA, 2007). Estos retos ambientales están muy vinculados entre sí, y tienden a agravarse como resultado del cambio climático.

Los estudios nacionales en materia de impactos y vulnerabilidad ante el cambio climático, reseñados en la *Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas*, revelan que la temperatura pudiera aumentar entre 1,6 °C y 2,5 °C hacia finales de siglo, y el nivel del mar se incrementaría entre 8 y 44 cm para 2050 y de 20 a 95 cm para 2100. En este contexto, se espera, entre otros efectos:

- La expansión e intensificación de los procesos de aridez y de sequía, lo que a su vez reduciría las áreas de bosques y generaría pérdidas adicionales en la diversidad biológica.
- La disminución en la disponibilidad de agua, con implicaciones adversas en actividades tan sensibles como la producción de alimentos y el consumo humano.
- La reducción de los rendimientos agrícolas.
- La afectación a los recursos bióticos marinos, con impacto adverso sobre la alimentación de la población.
- Afectaciones para numerosos asentamientos humanos ubicados en las costas, como resultado de las inundaciones y penetraciones del mar;<sup>2</sup> lo que a su vez generaría presiones migratorias hacia otras zonas (Centella, *et al.*, 2001).

La *degradación de los suelos* es probablemente el problema ambiental de mayor magnitud en el país, con implicaciones negativas para el sector agrícola, que utiliza el 60,3 % de la superficie de tierras del país.

<sup>2</sup> En la zona costera se ubican unos 245 asentamientos humanos, de ellos 64 son urbanos y 181 son rurales (ver Rodríguez Otero, 2001).

Según la *Estrategia Ambiental Nacional 2007-2010*, el 60 % de la superficie total del país se encuentra afectada por factores degradantes (ver cuadro 16), que pudieran conducir a procesos de desertificación; y esta tendencia podría tornarse aún más severa a partir de los impactos del cambio climático, debido a la posibilidad de sequías más intensas y recurrentes, que alternarían con períodos de fuertes precipitaciones, inundaciones, ciclones y penetraciones del mar.

CUADRO 16

PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LOS SUELOS CUBANOS

Procesos	Territorio afectado (millones de hectáreas)	%
Erosión (muy fuerte a media)	2,9	43,3
Alto grado de acidez	3,4	50,7
Elevada salinidad y sodicidad	1,0	14,9
Compactación natural	1,6	23,9
Problemas de drenaje	2,7	40,3
Baja fertilidad	3,0	44,8
Muy bajo contenido de materia orgánica	4,66	69,6
Baja retención de la humedad	2,5	37,3
Pedregosidad y rocosidad	0,8	11,9
Desertificación	1,52	22,7

Nota: Ciertas áreas son afectadas por más de un factor a la vez.

FUENTE: CITMA (2007) y ONE (2007).

Adicionalmente, debe tenerse en cuenta que, de la superficie estudiada de los suelos de Cuba, solo el 18 % son considerados como muy productivos, 16 % como productivos, 19 % como poco productivos y 47 % como muy poco productivos. La agroproductividad de los suelos tiende a disminuir con el reforzamiento del cambio climático, con implicaciones adversas para la seguridad alimentaria.

En la *Estrategia Ambiental Nacional 2007-2010* se señala que, a pesar de los esfuerzos realizados y de los recursos invertidos por el Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos —aprobado en el 2000—, los avances en los cuatro

años anteriores al 2007 fueron discretos. La conservación y recuperación a gran escala de los suelos cubanos requieren la aplicación de medidas complejas y costosas, que muchas veces han rebasado las posibilidades financieras del país en las últimas décadas.

La *cobertura forestal* de Cuba pasó de un 14 % en 1959 a 24,9 % en 2006, como resultado de acciones gubernamentales para recuperar los bosques cubanos después de un largo período de sobreexplotación de este valioso recurso, desde los tiempos de la colonización española (ver cuadro 17). Las provincias cubanas con mayor cobertura de bosques son Pinar del Río (39,7 %), Guantánamo (39,5 %) y Holguín (31,5 %), además del municipio especial Isla de la Juventud (63,2 %); y las provincias con menos cobertura boscosa son Ciudad de La Habana (5,6 %), La Habana (13 %) y Las Tunas (13,8 %) (ONE, 2007).

CUADRO 17

COBERTURA BOSCOSEA DE CUBA  
(en % de la superficie total)

1492	1812	1959	1991	2000	2005	2006
95,0	89,0	14,0	19,5	22,2	24,5	24,9

FUENTE: ONE (2007).

A pesar del progreso registrado en los últimos cincuenta años, aún persisten afectaciones a la cobertura forestal, que son objeto de principal atención en la *Estrategia Ambiental Nacional 2007-2010*. Entre las principales afectaciones a la cobertura forestal de Cuba se encuentran: las consecuencias devastadoras de los incendios forestales; el inadecuado manejo de los bosques, sobre todo en las cuencas hidrográficas; el impacto de las plantas invasoras; entre otras.

Algunos de estos problemas, como son los incendios forestales, tienden a potenciarse con el reforzamiento del efecto invernadero. En el período 2002-2006 se produjeron 1 682 incendios forestales en el país, para un promedio de 336 incendios por año, y la superficie afectada en esos cinco años ascendió a 61,3 hectáreas. Solo en 2006 se registraron en el

territorio nacional 338 incendios forestales, que afectaron un área total de 10 437 hectáreas; con mayor incidencia en las provincias de Pinar del Río, Camagüey, Matanzas, Villa Clara y Cienfuegos.

En lo relativo a la protección de los bosques, en los últimos años se han tomado medidas para fortalecer la actividad del Cuerpo de Guardabosques, órgano rector de esta actividad, en la prevención, combate y extinción de los incendios forestales. Estas medidas están orientadas a mejorar la divulgación, organización, equipamiento y capacitación del personal, así como fortalecer la coordinación de acciones con la Defensa Civil, la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) y otras instituciones.

Asimismo, el cambio climático se destaca como uno de los principales factores que tienden a acelerar la *pérdida de la diversidad biológica* sobre todo en ecosistemas frágiles como los arrecifes coralinos, los manglares y los bosques remanentes de lo que fue la cobertura original de Cuba. Según datos de 2006, un total de 1 414 especies de la flora vascular y 342 especies de la fauna cubana, se encuentran bajo distintos grados de amenaza (ver cuadro 18).

CUADRO 18  
CLASIFICACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA AMENAZADAS  
EN CUBA, 2006  
(en %)

Categorías	Flora vascular	Fauna
Extintas	1,6	1,2
En peligro crítico	22,3	14,0
En peligro	26,7	16,7
Vulnerables	21,5	68,1
Otras	27,9	-
Total de especies	100	100

FUENTE: ONE (2007).

Según fuentes nacionales especializadas, referidas a la diversidad y endemismo de la biota terrestre cubana (2006), unas 8 950 especies de plantas y animales son clasificadas como

endémicas, lo que representa un 43 % conjunto estudiado. En este grupo de especies endémicas están incluidas 3 409 especies de plantas con flores (52,4 % de endemismo) y unas 3 335 especies de insectos (40 %), 881 especies de moluscos (66,3 %) y 667 especies endémicas de arañas y escorpiones (46,2 %).<sup>3</sup>

Como parte de las acciones nacionales para proteger la biodiversidad, al cierre de 2006 Cuba contaba con un total de 35 áreas protegidas aprobadas, de las cuales 18 eran de significación nacional y 17 de significación local. Las áreas protegidas cubrían en ese año el 15,7 % de la superficie terrestre nacional, y entre los territorios con mayor presencia de estas se encuentran Guantánamo, Isla de la Juventud y Matanzas. La *Estrategia Ambiental Nacional 2007-2010* señala la lentitud del proceso de aprobación de nuevas áreas como una importante limitación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Las afectaciones al *suministro de agua*, como resultado del cambio climático es otro de los temas de preocupación en el contexto cubano, sobre todo teniendo en cuenta impactos tales como los causados por sequías prolongadas y recurrentes en algunas regiones, contaminación de los acuíferos cercanos a la línea costera, debido a la elevación del nivel mar, entre otros.

El desarrollo hidráulico del país permitió elevar la capacidad nacional de embalse de 41,7 millones de m<sup>3</sup> en 1959 a 8 808,7 millones de m<sup>3</sup> en 2006. Aún así, la disponibilidad actual de 1 221,5 m<sup>3</sup> de agua anuales por habitante, para todos los usos es un nivel que clasifica como una situación de estrés hídrico, según parámetros internacionales (CITMA, 2007 y ONE, 2007).

Como puede apreciarse en el cuadro 19, las provincias que muestran mayor déficit son las de Ciudad de La Habana, Holguín, Guantánamo, Las Tunas y Santiago de Cuba.

<sup>3</sup> Ver:<http://www.ecosis.cu/cenbio/biodiversidadcuba/varios/diversidadbiotacubanacifras.htm#endemismobiota>.

CUADRO 19  
DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HABITANTE EN 2006  
(m<sup>3</sup> por habitante)

<i>Territorio</i>	<i>Disponibilidad</i>
Pinar del Río	2 093,1
La Habana	2 037,8
Ciudad de La Habana	152,0
Matanzas	2 045,0
Villa Clara	1 355,2
Cienfuegos	1 414,3
Sancti Spiritus	2 729,9
Ciego de Ávila	2 328,9
Camagüey	1 869,4
Las Tunas	652,7
Holguín	494,9
Granma	1 813,4
Santiago de Cuba	693,5
Guantánamo	642,4
Isla de la Juventud	2 024,8
CUBA	1 221,5

FUENTE: ONE (2007).

Las inversiones emprendidas en los últimos años para asegurar la disponibilidad y el uso adecuado de los recursos hídricos del país parten del reconocimiento de que este es un tema de prioridad nacional, con grandes implicaciones económicas, sociales y ambientales.

En el *sector de la salud* resulta preocupante la proliferación de ciertas enfermedades, que tienden a reforzarse con el cambio climático. Según estudios especializados sobre este problema, las tendencias y variaciones observadas en el clima actual de Cuba favorece la aparición de enfermedades como: las diarreicas agudas, las infecciones respiratorias agudas y el aumento de los focos de *Aedes Aegypty* (Ortiz, *et al.*, 2008). La mayor incidencia de estas enfermedades en la población se traduce en mayores costos económicos y sociales.

Por su ubicación geográfica, el territorio cubano es muy propenso al azote de fenómenos meteorológicos recurrentes, como es el caso de los ciclones tropicales, que tienden a ser más intensos como consecuencia del cambio climático. De

hecho, como se señala en la Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas, los dos mayores desastres naturales que han afectado al país en los últimos cien años han sido ocasionados por huracanes como el de Santa Cruz (1932) y el Flora (1963), con un elevado saldo en términos de pérdidas de vidas humanas: 3 000 y 1 500 muertes, respectivamente (Centella, *et al.*, 2001).

De acuerdo con los registros históricos, entre 1800-2006, Cuba fue azotada por 110 huracanes, y la zona más afectada ha sido la porción occidental del país, que recibió el embate de estos fenómenos meteorológicos en 80 ocasiones durante ese lapso (ONE, 2007).

Las pérdidas económicas totales, provocadas por nueve huracanes que azotaron el territorio nacional entre 2001 y 2006, ascendieron a unos 7,9 miles de millones de CUC, es decir, unos 8,5 mil millones de dólares norteamericanos (ver cuadro 20).

#### CUADRO 20

##### RESUMEN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS ASOCIADAS A LOS HURACANES EN CUBA, 2001-2006

Año (huracanes)	Pérdidas económicas (en millones de CUC)	Cantidad de viviendas dañadas
2001 (Michelle)	1 866,0	166 166
2002 (Isidoro y Lili)	713,1	92 291
2004 (Charley e Iván)	2 145,8	87 181
2005 (Dennis, Rita y Wilma)	3 036,0	180 390
2006 (Ernesto)	95,1	1 819

Nota: 1 CUC (Peso Cubano Convertible) = 1,08 USD

FUENTE: ONE (2007).

Se cuenta con gran experiencia nacional en cuanto a la alerta temprana y la preparación de la población y las instituciones del país para hacer frente a fenómenos meteorológicos peligrosos como los ciclones y huracanes, lo que ha permitido reducir considerablemente las pérdidas humanas y materiales ante estos eventos. Componentes básicos de estos programas de adaptación son la cooperación, que se practica en las comunidades y entre vecinos; la integración entre institucio-

nes; y la justicia social, que constituye el principio rector de la atención a las personas evacuadas o damnificadas.

En la ejecución de estos programas el sistema nacional de la Defensa Civil desempeña un papel de coordinación importante, y anualmente se realiza un ejercicio nacional, conocido como “Meteoro”, donde se revisan y ajustan los planes de preparación, con una amplia participación popular e institucional.

### **Capacidad de adaptación**

La estrategia de adaptación ante el cambio climático, además de su interacción con las medidas de mitigación, está muy vinculada con otras estrategias nacionales para la protección ambiental y el uso racional de los recursos naturales, como las referidas a la conservación de la diversidad biológica, la de lucha contra la desertificación y la sequía; la de eliminación de sustancias que deterioran la capa de ozono, entre otras.

Uno de los pilares básicos de la capacidad de respuesta de Cuba ante el cambio climático es la orientación de la investigación científica en función de las prioridades e intereses del país en este campo, como se demuestra en el recuadro 5.

A partir de los impactos observados y proyectados del cambio climático sobre los distintos sectores socioeconómicos y regiones del país, la *Primera Comunicación Nacional* identifica un conjunto de tareas que tributan a la estrategia nacional de adaptación; y abarcan áreas de alta sensibilidad como: el suministro de agua, la agricultura, la protección de las costas y de la biodiversidad, el sector de la salud y los asentamientos humanos. Como parte de la capacidad de adaptación, también se destaca la necesidad de fortalecer los sistemas de observación climática.

En los años transcurridos del presente siglo, como parte de los programas nacionales orientados al desarrollo de una cultura general integral, se han dedicado amplios espacios en los medios de difusión masiva, incluida la televisión, al seguimiento y monitoreo de eventos extremos como los ciclones, huracanes y la sequía; así como al intercambio con especialistas

nacionales e internacionales acerca del cambio climático y la variabilidad climática, sus causas, implicaciones, estrategias de respuesta, negociaciones internacionales, entre otros temas. También se han impartido cursos sobre Meteorología y Cambio climático, que buscan aumentar la familiarización y concientización social acerca de estos retos ambientales.

#### RECUADRO 5

##### ESTUDIOS Y EVALUACIONES QUE HAN CONTRIBUIDO A MEJORAR LA CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN

1991: Primera evaluación científica de los impactos potenciales del cambio climático en Cuba (juicio de expertos).
1995: Se inicia el Programa Nacional de Cambios Globales.
1997: Se establece el Grupo Nacional de Cambio Climático.
1997: Se realiza la primera evaluación sobre las variaciones y cambios observados en el clima de Cuba.
1999: Finaliza la segunda evaluación sobre los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación en Cuba.
2001: Finaliza la Primera Comunicación Nacional a la CMNUCC.

FUENTE: Centella (2006).

Las inversiones nacionales con fines ambientales totalizaron 232,7 millones de pesos al cierre de 2006 y dentro de ese monto se destacan diversas acciones que refuerzan la capacidad de adaptación del país ante el cambio climático, como la gestión de las aguas que absorbió el 46,9 % del total de esas inversiones, y la protección de la biodiversidad y de los paisajes (35,4 %).

Las inversiones en actividades de protección ambiental representaron, como promedio nacional, el 5,9 % de la inversión total en 2006; sin embargo, en algunas de las provincias más vulnerables esta proporción es mucho mayor, como son los casos de Holguín (17,8 %), Guantánamo (16,9 %) y Pinar del Río (10,3 %). El 70,7 % de las inversiones ambientales en

cuencas hidrográficas de interés nacional se concentró en dos de las cuencas ubicadas en la zona oriental del país: la cuenca del río Cauto (46,5 %) y la de Guaso-Guantánamo (24,2 %) (ONE, 2007).

### Mitigación del cambio climático

Como sucede con muchos otros países subdesarrollados, la contribución de Cuba a las emisiones globales de gases de efecto invernadero es muy pequeña. Según los datos aportados por el PNUD (2007), las emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> de Cuba en 2004 fueron de 2,3 toneladas, inferior a la media de América Latina y el Caribe (2,6 toneladas) y muy por debajo del promedio de los países altamente desarrollados (13,2 toneladas). Según esta fuente, Cuba aportada aproximadamente el 0,1 % a las emisiones globales de CO<sub>2</sub> en ese año (ver cuadro 21).

CUADRO 21

#### EMISIONES ANUALES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) EN 2004

<i>Países</i>	<i>Aporte a las emisiones mundiales (en %)</i>	<i>Emisiones per cápita (toneladas de CO<sub>2</sub>)</i>
Cuba	0,1	2,3
América Latina y el Caribe	4,9	2,6
Total de países subdesarrollados	42,5	2,4
Países de altos ingresos de la OCDE	41,9	13,2
Mundial	100,0	4,5

FUENTE: PNUD (2007).

El monitoreo de las emisiones de gases de efecto invernadero de Cuba es llevado a cabo por el Equipo Técnico de Gases de Efecto Invernadero (ETGEI), que es coordinado por el

Instituto de Meteorología de Cuba, con la participación de especialistas de otras instituciones nacionales.

De acuerdo con las últimas estadísticas disponibles para el año 2002 (cifras preliminares) las emisiones brutas<sup>4</sup> de gases de efecto invernadero de Cuba en el 2002 totalizaron 39,64 Tg<sup>5</sup> de CO<sub>2</sub>-equivalente,<sup>6</sup> lo que representa una disminución del 33,1 % con relación a 1990. El sector que más contribuyó a las emisiones brutas de Cuba en 2002 fue el sector energético, que aportó el 68,2 %, seguido por el sector agrícola con el 22,4 %, el de los desechos con 5,7 % y los procesos industriales con 3,7 %. Las emisiones netas sumaron en ese año 24,22 Tg de CO<sub>2</sub>-equivalente, es decir, un 46,05 % menos que en 1990 (López, *et al.*, 2007: p. 12).

Las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) representaron el 65,6% de las emisiones brutas de gases de efecto invernadero de Cuba en 2002, como se muestra en el cuadro 22.

#### CUADRO 22

##### COMPOSICIÓN DE LAS EMISIONES BRUTAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN 2002 (en %)

Gases	Emisiones brutas
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	65,6
Metano (CH <sub>4</sub> )	19,1
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	15,3
Total	100,0

Fuente: López, *et al.* (2007: p. 12).

Las actividades de mitigación del cambio climático en Cuba tienen sus antecedentes en los trabajos y proyecciones del Equipo de Mitigación del Grupo Nacional de Cambio Climá-

<sup>4</sup> Las emisiones brutas no consideran las emisiones y remociones del sector *Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura*.

<sup>5</sup> Tg = Teragramo = 1 millón de toneladas.

<sup>6</sup> Para expresar las emisiones de diferentes gases de invernadero sobre una base equivalente (CO<sub>2</sub>-equivalente) se utilizan los *Potenciales de Calentamiento Global*.

tico, que aparecen reseñados en la Primera Comunicación Nacional (2001) y diversas publicaciones de esos resultados.<sup>7</sup>

### **Revolución Energética**

Cuba, es un pequeño país con un bajo aporte a las emisiones totales de gases de efecto invernadero; aplica en la actualidad importantes medidas dirigidas a aumentar la eficiencia energética y promover las fuentes renovables de energía. Estas acciones están enmarcadas en un programa conocido como “Revolución Energética”, cuya ejecución data del año 2005, y hasta finales de 2007 incluían inversiones por un total de 2 000 millones de dólares.

#### *RECUADRO 6*

##### PROGRAMAS DE LA REVOLUCIÓN ENERGÉTICA

- Ahorro y uso eficiente de la energía.
- Incremento de la disponibilidad del servicio eléctrico (mediante un sistema de generación distribuida y la rehabilitación de las redes eléctricas).
- Uso de fuentes energéticas renovables (biomasa, solar, eólica e hidroenergía).
- Incremento de la exploración y producción de petróleo y gas.
- Colaboración internacional.

FUENTE: Presa (2007).

La Revolución Energética integra objetivos económicos, sociales y ambientales. En el plano económico, se busca reducir el impacto a escala nacional de los altos precios de la ener-

<sup>7</sup> Ver Pichs, Ramón (compilador) (2002) y Pichs, Ramón, *et al.* (compiladores) (2002).

gía importada, por la vía del ahorro y el uso eficiente de los portadores energéticos. En el campo social, se orienta a elevar la calidad de vida de la población, mediante acciones que se han traducido en una significativa reducción de los molestos apagones;<sup>8</sup> distribución de equipos electrodomésticos nuevos y mucho más eficientes a las familias, bajo condiciones preferenciales de pago, ajustadas a los ingresos que perciben; y sustitución del queroseno por electricidad para la cocción de los alimentos para tres cuartas partes de las familias cubanas. En materia ambiental, estos programas tienden a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y contribuyen, por tanto, a la mitigación del cambio climático.

Se sustituyeron unos 9 407 710 bombillos incandescentes por bombillos ahorradores<sup>9</sup> (Presa, 2007). A finales de diciembre de 2007, las entregas ascendían a 22,5 millones de equipos (refrigeradores, aires acondicionados, televisores, ventiladores, bombas de agua, entre otros) y se habilitaron 600 talleres para la reparación de los equipos entregados (Mayoral, 2007). La materialización de estos resultados en plazos relativamente cortos ha sido posible con la participación activa de unos 35 000 trabajadores sociales, que se han entrenado para asumir estas tareas.

En las condiciones de la Revolución Energética, se ha optado por la generación distribuida de electricidad, mediante la instalación de motores *diesel* y *fuel oil*, que poseen sistemas autónomos de arranque y ofrecen mejores condiciones para un rápido montaje y fácil traslado en caso de emergencias; menor consumo específico de combustibles; así como un insumo eléctrico inferior al de las termoeléctricas. Con este tipo de generación se reducen las pérdidas de transmisión, disminuye la vulnerabilidad ante contingencias y se limitan las emisiones contaminantes.

<sup>8</sup> El número de días con apagones mayores de 100 MW, con más de una hora de duración, después de aumentar de 188 en 2004 a 224 en 2005, se redujo a solo tres en 2006 y cero en 2007 (ver Presa, 2007).

<sup>9</sup> El bombillo ahorrador proporciona el mismo nivel de iluminación con un 80 % menos de electricidad que el incandescente, dura de cinco a seis veces más y no genera calor, ya que invierte casi toda la electricidad que consume en la producción de luz (Hernández, 2006).

Como resultado de los cambios llevados a cabo en el sector eléctrico en los últimos años, el consumo de combustible por kWh generado pasó de 280 gramos en 2005 a 275 gramos en 2006 y 269 gramos en octubre de 2007 (ver cuadro 23). Se proyecta, además, una reducción hasta 235 gramos en un futuro próximo (Presa, 2007).

CUADRO 23  
COBERTURA DE LA DEMANDA ELÉCTRICA POR TIPO  
DE INSTALACIONES (en %)

<i>Instalaciones</i>	<i>Octubre 2005</i>	<i>Septiembre 2007</i>
Termoeléctricas	80	63
Plantas de gas	9	15
Grupos electrógenos- <i>Diesel</i>	-	13
Grupos electrógenos- <i>Fuel oil</i>	-	8
Apagón	8	-
Otras	3	1
Total	100	100

FUENTE: Tomado de Presa (2007).

A finales de diciembre de 2007, existían 6 841 grupos electrógenos de emergencia instalados en 4 778 centros priorizados como frigoríficos, hospitales, fábricas de medicamentos, panaderías, etcétera (Mayoral, 2007).

En sentido general, después de la crisis sufrida en 2004, se incrementó la capacidad de generación eléctrica hasta 4 700 MW, de los cuales el 60 % opera con eficiencia. En este contexto, también se realizan inversiones progresivas en la rehabilitación de las redes, para reducir las pérdidas durante la transmisión de electricidad (Mayoral, 2007).

Además, ha recibido un nuevo impulso el desarrollo de fuentes renovables como la eólica, solar, biomasa e hidroenergía, y se ha potenciado el empleo del gas acompañante del petróleo, que es un combustible fósil menos contaminante.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Como resultado de la ampliación de la Empresa Mixta ENERGAS, a finales de 2007 se contaba con una capacidad total de 395 MW; y se prevé que para mediados de 2009 se dispondrá de un ciclo combinado con capacidad de 125 MW (ver Presa, 2007).

El desarrollo actual y perspectivo de las fuentes renovables de energía en Cuba, avanza en las siguientes direcciones:<sup>11</sup>

- Una de las fuentes energéticas renovables que más se ha desarrollado en los últimos años es la energía eólica, teniendo en cuenta que el potencial eólico identificado en el territorio nacional asciende a unos 3 000 MW, ubicado, sobre todo, en el litoral norte y en la Isla de la Juventud. Entre los proyectos de mayor envergadura en este campo se ubican dos parques eólicos de prueba en Gibara (de 5,1 MW y 4,5 MW) y el campo eólico de la Isla de la Juventud, que cuenta con una tecnología anticiclónica y una capacidad de generación de 1,65 MW.
- En el campo de la hidroelectricidad, se cuenta con un potencial total estimado de 552 MW y una capacidad instalada de unos 61 MW al cierre de 2007. La capacidad instalada en 2007 se ubica en unas 180 instalaciones distribuidas en el país, de las cuales 31 están sincronizadas al sistema nacional y 149 son aisladas. A partir de las inversiones que se han emprendido para un mayor aprovechamiento de esta fuente, se prevé incrementar la capacidad instalada para generar hidroelectricidad hasta 70 MW en 2008 y 100 MW en 2009.
- En lo referido a la energía solar fotovoltaica (FV), a finales de 2007 se contaba con unos 8 111 sistemas autónomos instalados, que en su conjunto aportaban unos 2,57 MWp de potencia instalada y se encuentran distribuidos en escuelas, consultorios médicos, viviendas aisladas y centros sociales.<sup>12</sup> Adicionalmente, se encuentra en desarrollo un primer proyecto para la construcción

<sup>11</sup> Ver Hernández (2006) y Presa (2007).

<sup>12</sup> La utilización de estos sistemas FV ha sido fundamental, para la generalización a todo el país del perfeccionamiento del sistema educacional con el uso masivo de video-clases, tele-clases y otras modalidades de educación a distancia que benefician a estudiantes y profesores de los distintos niveles de enseñanza; y ha favorecido también a los servicios de salud y otras actividades sociales en zonas aisladas.

de una planta solar con capacidad de 100 KW, sincronizada al Sistema Electro-energético Nacional (SEN).

- En el segmento de la energía solar térmica (básicamente calentadores solares), a finales de 2007 se contaba con unos 3 991 equipos importados de tipo plano y compacto y se exploraba la posibilidad de adaptar calentadores solares chinos a las condiciones de Cuba.
- También se trabaja para alcanzar un mayor aprovechamiento de la biomasa cañera y forestal, teniendo en cuenta que el potencial instalado en la industria azucarera es de 478,5 MW. Además, al cierre de 2007 se encontraba en fase de diseño una planta de 1 MW, a partir de biomasa forestal, en la Isla de la Juventud.
- En materia de cogeneración también se exploran las potencialidades existentes, ya que por esta vía la eficiencia total de los combustibles utilizados podría incrementarse entre un 40 % y un 85 %. En 2007 se contaba con un potencial instalado de cogeneración de 478,5 MW en la industria azucarera y 50 MW en la industria del níquel.<sup>13</sup>

Además, se estima que el potencial adicional de cogeneración con que cuenta el país asciende a unos 1 325 MW, del cual el 94,3 % corresponde a la industria azucarera, el 3,8 % a hoteles y el 1,9 % restante a la metalurgia y la industria metalmeccánica.

- Se cuenta con más de 700 plantas de biogás, pero se estima que solo la mitad de estas está en funcionamiento, por lo que se ha puesto en marcha desde 2007 un programa de mantenimiento, reparación y ajuste de esas tecnologías y se trabaja en la construcción de unas 300 plantas.
- También se avanza en proyectos de investigación para una mejor caracterización del potencial existente para el

<sup>13</sup> Para 2008 se prevé adicionar otros 25 MW al potencial instalado de cogeneración en esta industria, en particular en la fábrica "Ché Guevara" (Presa, 2007).

aprovechamiento de las energías del mar, donde se incluyen la energía de las olas, las mareas, las corrientes marinas y la termo-oceánica.

El consumo de portadores energéticos renovables en 2006 fue de 1 054,3 miles de toneladas de petróleo equivalente y de ese total el 97,4 % correspondió a recursos de la biomasa, en particular el bagazo de caña (82,0 %) (ONE, 2007).

Paralelamente, se desarrolla una cultura del uso racional de la energía, mediante la educación ambiental, y se han introducido resortes económicos, como las nuevas tarifas eléctricas, que gravan más a los grandes consumidores.

### **Capacidad de mitigación**

En el contexto actual el país ha asignado la máxima prioridad al programa de transformaciones energéticas estructurales que se llevan a cabo como parte de la Revolución Energética. Para esto se cuenta con las siguientes capacidades:

- Reconocimiento al más alto nivel gubernamental de la importancia de la eficiencia, el ahorro de energía y el desarrollo de las fuentes renovables, como pilares de un nuevo paradigma energético más eficiente energéticamente y más sostenible ambientalmente.
- Técnicos de alta calificación y probada experiencia, tanto para el desarrollo de las fuentes renovables de energía, como la administración más eficiente de la demanda.
- Amplia participación de la población en los programas de la Revolución Energética, la que se potencia por causa del impacto social favorable de estos programas, orientados a elevar el nivel de vida de la población.
- Un nivel de electrificación del país que pasó de un 56 % en 1959 a un 96 % en 2007, al tiempo que la población de Cuba pasó de 6,5 millones a 11,4 millones (Presa, 2007 y ONE, 2007). Este alto grado de electrificación ha servido de base a las grandes transformaciones en marcha.

- Nuevos y mejores programas de concientización y educación ambiental sobre temas de energía y medio ambiente, que involucran a los niños desde las edades más tempranas.
- Equipos multidisciplinarios, con participación de diversas instituciones, para la elaboración de inventarios nacionales de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero; así como estudios de vulnerabilidad, adaptación y mitigación.

En resumen, la experiencia cubana, a pesar de las limitaciones económicas, comerciales y financieras que enfrenta por su condición de país pequeño, subdesarrollado y bloqueado económicamente<sup>14</sup> por el gobierno de la principal potencia mundial —los Estados Unidos— aporta importantes lecciones para el diseño y puesta en práctica de estrategias de respuesta ante el cambio climático.

En materia de adaptación, se destacan, ante todo, los programas de prevención, alerta temprana y respuesta oportuna ante situaciones de emergencia provocadas por fenómenos extremos como los ciclones o huracanes, lo que ha permitido reducir la vulnerabilidad en este campo y, consecuentemente, minimizar las pérdidas humanas y materiales, en contraste con la realidad de otros países subdesarrollados e incluso países desarrollados, como los Estados Unidos, que han registrado grandes afectaciones y un elevado costo económico, ambiental y humano.

En materia de mitigación, la Revolución Energética, en marcha desde 2005 constituye una experiencia importante en la lucha contra la ineficiencia energética y el cambio climático, que ha sido expuesta y resulta cada vez más reconocida en el plano internacional.<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Hasta finales de 2007, el costo acumulado del bloqueo económico del gobierno de los Estados Unidos contra Cuba ascendía a más de 89 000 millones de dólares (ver Martínez, 2007).

<sup>15</sup> El 12 de febrero de 2008, en su intervención ante el debate informal temático de la Asamblea General sobre el cambio climático el Representante Permanente de Cuba ante las Naciones Unidas, Isidoro Malmierca Díaz, destacó que en los últimos tres años, se logró “un

Estos programas de la estrategia de respuesta de Cuba ante el cambio climático, requieren la combinación de tres factores básicos para asegurar su sostenibilidad: 1) la voluntad política de las autoridades a todos los niveles; 2) la participación de sectores mayoritarios de la población, a partir del elevado contenido social de los programas; 3) el fortalecimiento de la cooperación y la coordinación inter-institucional.

En la medida en que estos factores se potencien y se combinen adecuadamente, se estaría en mejores condiciones para integrar las dimensiones económicas, sociales y ambientales en la lucha frente al cambio climático y otros retos del desarrollo sostenible.

### **Cuba en el contexto internacional: debates, negociaciones y cooperación**

Cuba ha tenido una presencia activa, tanto en los debates académicos e investigaciones científicas, como el proceso de negociaciones internacionales, y en las actividades de cooperación con otros estados, como parte de la estrategia global ante el cambio climático.

En el plano académico y científico, numerosos expertos cubanos, vinculados al Equipo Nacional de Cambio Climático, al Programa Nacional sobre los Cambios Globales y el medio ambiente cubano y otros proyectos y programas nacionales, territoriales y ramales, han participado activamente en investigaciones sobre las distintas dimensiones del cambio climático, sus impactos para Cuba y las posibles estrategias de respuesta. Como parte de estos esfuerzos, Cuba ha mantenido su participación en importantes instituciones interna-

---

decrecimiento de la demanda eléctrica pico en unos 360 MW, lo cual equivale al ahorro de casi 400 millones de dólares, y el haber dejado de quemar alrededor de 680 000 toneladas de petróleo al año, para una reducción aproximada de emisiones de 1,2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> por año” (Malmierca, 2008).

cionales, como el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)<sup>16</sup> y el Instituto Interamericano para las Investigaciones sobre el Cambio Global (IAI), entre otros.

En el plano de las negociaciones internacionales, cabe destacar que Cuba es Parte de la Convención Marco de las Naciones sobre el Cambio Climático y del Protocolo de Kyoto. Además, participa en el proceso negociador multilateral como miembro del Grupo de los 77 + China, que agrupa a la inmensa mayoría de los países subdesarrollados, y dentro de este grupo integra la Alianza de Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (AOSIS, por sus siglas en inglés).

En el proceso de negociaciones multilaterales acerca de las estrategias de respuesta ante el cambio climático Cuba ha defendido la idea de mantener este proceso dentro del ámbito de las Naciones Unidas, así como la aplicación del principio de las responsabilidades comunes, pero diferenciadas de los estados y el reconocimiento de la deuda ecológica de los países desarrollados en este campo. Cuba aboga por soluciones integrales y duraderas a los problemas de subdesarrollo, pobreza y deterioro ambiental, que afecta a las tres cuartas partes de la humanidad residente en los países del Tercer Mundo. Tales soluciones suponen garantías de acceso preferencial al financiamiento adicional y las tecnologías idóneas que requieren los países subdesarrollados para responder a los retos del cambio climático.<sup>17</sup>

Las acciones de respuesta ante el cambio climático constituyen pilares de los programas de cooperación de Cuba con otros estados, particularmente con países subdesarrollados. La cooperación ofrecida a países del Tercer Mundo<sup>18</sup> en los sectores de la salud, educación y construcción de infraestructura diversa —incluyendo la preparación de personal técnico—, al tiempo que favorece el desarrollo socioeconómico, contribuye a fortalecer la capacidad de adaptación de los paí-

<sup>16</sup> Doce expertos cubanos han participado directamente en los trabajos del IPCC.

<sup>17</sup> Ver Pérez Roque, F. (2007) y Malmierca Díaz, R. (2008).

<sup>18</sup> A finales de 2007 unos 70 países recibían la colaboración de unos 37 500 cooperantes cubanos (ver Martínez, 2007).

ses receptores de esa ayuda ante el cambio climático. Las autoridades cubanas también han puesto a disposición de otros países las experiencias derivadas de la Revolución Energética, en cuanto al ahorro y uso eficiente de la energía, en el contexto de diversas iniciativas como la Alternativa Bolivariana para las Américas.<sup>19</sup>

Adicionalmente, especialistas de instituciones cubanas, como el Instituto de Meteorología, han contribuido al entrenamiento de Equipos Nacionales de Cambio Climático en diversos países del área latinoamericana y caribeña, en la preparación de sus inventarios de gases de efecto invernadero, identificación de vulnerabilidades, diseño de programas de adaptación, entre otros proyectos.

Cuba, a pesar de sus limitaciones materiales, ha mantenido y reforzado la cooperación socioeconómica y ambiental con otros países subdesarrollados, como expresión de la aplicación del principio de solidaridad, que contrasta con los preceptos de la globalización neoliberal y revela la necesidad de dar paso a un nuevo tipo de globalización: equitativa, justa y solidaria.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alliance for Rural Electrification, Electricity Access, Bruselas, 2004, [www.ruralelec.org/documents/WS\\_061018\\_01\\_ARE.pdf](http://www.ruralelec.org/documents/WS_061018_01_ARE.pdf).
- BIROL, F.: "Power to the People. The World Outlook for Energy Investment", en *IAEA Bulletin*, 46/I, Viena, junio de 2004, [www.iaea.or.at/Publications/Magazines/Bulletin/Bull461/article3.pdf](http://www.iaea.or.at/Publications/Magazines/Bulletin/Bull461/article3.pdf).
- BP (British Petroleum): *Statistical Review of World Energy*, Londres, varios años (2000-2008).
- BROOKS, IDALMIS: *¿Guerras por el agua?*, Centro de Estudios sobre África y Medio Oriente, La Habana, 2003, tomado de Internet (Cubadebate).
- BUMPUS, ADAM: "Could do more?", in *Environmental Finance, Kyoto and Beyond. Climate Policy and Carbon Markers*, Fulton Publishing, Londres, 2005.
- BYERS, STEPHEN Y OLIMPIA SNOWE, et al.: *Meeting the Climate Change. Recommendations of the International Climate Change Task Force*, Londres, enero de 2005.
- CENTECLA, ABEL: *Cuba ante el cambio climático: Estudios de vulnerabilidad y adaptación y proceso de la segunda comunicación Nacional*, Ponencia presentada en Taller de Diálogo Nacional-GEF, La Habana, 13 al 15 de noviembre de 2006.
- CENTECLA, ABEL; JUAN LLANES Y LUIS PAZ (editores principales): *Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. República de Cuba*, La Habana, octubre de 2001.

- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe)-PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente): *La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: Desafíos y oportunidades*, Santiago de Chile, julio de 2002.
- CIEM: "Retos socioeconómicos del Caribe", en revista *Temas de Economía Mundial*, Edición especial, La Habana, 2004, [www.ciem.cu](http://www.ciem.cu).
- \_\_\_\_\_ : Revista *Temas de Economía Mundial*, diversos números, La Habana, 2002-2007.
- CITMA (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente): *Estrategia Ambiental Nacional 2007-2010*, Anexo Único de la Resolución no. 40 / 2007, La Habana, 2007.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático): *Datos de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero correspondientes al período 1990-2005*, Órgano Subsidiario de Ejecución, 27mo. Período de Sesiones, Bali, Indonesia, 3 al 11 de diciembre de 2007, FCCC/SBI/2007/30, 24 de octubre de 2007.
- Colectivo de autores del CITMA y del Consejo de Estado: "Aviso con más de dos décadas", en *Granma*, La Habana, 4 de junio de 2007, [www.granma.co.cu](http://www.granma.co.cu).
- Deloitte Research-Global Economic Outlook 2006*, Global risks, regional opportunities, Nueva York, [www.iasplus.com/resource/0511econoutlook2006.pdf](http://www.iasplus.com/resource/0511econoutlook2006.pdf).
- División de Desarrollo Sostenible, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas: *El 2003 es el Año Internacional del Agua Dulce*, Nueva York, [www.wateryear2003.org](http://www.wateryear2003.org).
- DOE-EIA (US Department of Energy-Energy Information Administration): *Internacional Energy Annual 2003*, Washington, 28 de junio de 2005).
- \_\_\_\_\_ : *World Oil Markets*, Washington, 2005, [www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov).
- \_\_\_\_\_ : *International Energy Outlook 2006*, DOE/EA 0484(2006), junio de 2006, [www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index/html](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index/html).
- DOMÍNGUEZ, ZELMYS: "L'eau, ressource vitale et source de conflits à l'aube du nouveau millénaire": *L'eau, patrimoine commun de l'humanité*, Point de vue du Sud, Centre Tricontinental, L'Harmattan, París, 2002.

- Environmental Finance, Kyoto and Beyond. Climate Policy and Carbon Markets*, Special Supplement, Fulton Publishing, Londres, noviembre de 2005, [www.environmental-finance.com/2005/0511nov/supple.htm](http://www.environmental-finance.com/2005/0511nov/supple.htm).
- EU Action Against Climate Change. Emission Trading-An Open Scheme Promoting Global Innovation*, Bruselas, septiembre de 2005, [www.ec.europa.eu/environment/climat/pdf/emission\\_trading3\\_en.pdf](http://www.ec.europa.eu/environment/climat/pdf/emission_trading3_en.pdf).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), Roma, 2003, [www.fao.org](http://www.fao.org).
- \_\_\_\_\_: "La bioenergía, clave en la lucha contra el hambre", Roma, 14 de abril de 2005, [www.fao.org/newsroom/es/news/2005/101397/index.html](http://www.fao.org/newsroom/es/news/2005/101397/index.html).
- FERNÁNDEZ-JÁUREGUI, CARLOS: *El agua como fuente de conflictos: Repaso de los focos de conflicto en el mundo*, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO, Programa Hidrológico Internacional, Montevideo, [www.unesco.org.uy/phi/libros/conflictos.pdf](http://www.unesco.org.uy/phi/libros/conflictos.pdf).
- GLU (Great Lakes United)-SCS (Solidarité Canada Sahel): *Access to Water: a Fundamental Right*, World Day to Combat Desertification and Drought, Resumen de la conferencia "Water Management and Desertification", Montreal, 17 de junio de 2003.
- HERNÁNDEZ TOLEDANO, MAIKEL: *La Revolución Energética. Situación actual y perspectiva*, Ponencia presentada en el IV Taller de Educación Energética, Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", La Habana, 1-4 de noviembre de 2006.
- IAEA: "New Countries Interested in Nuclear Power Meet In Viena", *IAEA Staff Report*, Viena, 1ro. de diciembre de 2006.
- IEA (International Energy Agency): *Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy*, París, 2004.
- \_\_\_\_\_: *CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion 1971-2003*, OECD, París, 2005.
- \_\_\_\_\_: *Key World Energy Statistics*, París, 2006.
- IEA-Finfacts Team: "The World Energy Outlook: IEA says investments in oil and natural gas production has only marginally increased since 2000 signaling continuing tight oil supply market", París, 7 de noviembre de 2006.

- IIED (International Institute for Environment and Development): *Opinion World Summit on Sustainable Development*, Londres, 2002, [www.iied.org](http://www.iied.org).
- IISD (International Institute for Sustainable Development): *Earth Negotiations Bulletin. A Report Service for Environment and Development Negotiations*, vol. 12, no. 291, Nueva York-Ginebra, 12 de diciembre de 2005, [www.iisd.ca/climate/cop11/](http://www.iisd.ca/climate/cop11/).
- IMF: *Oil Markets Developments and Issues*, Preparado por Policy Department and Review Department, Washington, 1ro. de marzo de 2005.
- \_\_\_\_\_: *World Economy Outlook*, diversos números, Washington, 1999-2007.
- Información cablegráfica diversa.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático): *Cambio climático y biodiversidad*. Documento técnico V del IPCC, Ginebra, abril de 2002, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- \_\_\_\_\_: *Cambio climático 2001: Informe de síntesis*, Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al *Tercer Informe de Evaluación del IPCC*, Cambridge University Press, 2001a.
- \_\_\_\_\_: *Cambio climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*, Contribución del Grupo de Trabajo II al *Tercer Informe de Evaluación del IPCC*, Ginebra, 2001b, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- \_\_\_\_\_: *Cambio climático 2001: Mitigación del cambio climático*, Contribución del Grupo de Trabajo III a la Tercera Evaluación del IPCC, Cambridge University Press, 2001c.
- \_\_\_\_\_: *Cambio climático 2007: Base de las Ciencias Físicas*, Resumen para Responsables de Políticas, Parte de la Contribución del Grupo de Trabajo I al *Cuarto Informe de Evaluación del IPCC*, Ginebra, 2007a, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- \_\_\_\_\_: *Cambio climático 2007: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Resumen para Responsables de Políticas. Parte de la Contribución del Grupo de Trabajo II al *Cuarto Informe de Evaluación del IPCC*, Ginebra, 2007b, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- \_\_\_\_\_: *Cambio climático 2007: Mitigación del cambio climático*, Resumen para Responsables de Políticas. Parte de la Contribución del Grupo de Trabajo III al *Cuarto Informe de Evaluación del IPCC*, Ginebra, 2007c, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

- \_\_\_\_\_ : *Fourth Assessment Report. Climate Change: Synthesis Report, Summary for Policy Makers*, Ginebra, 2007d, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- JIMÉNEZ, PATRICIA: *La guerra por el agua*, Teletica —7 días— reportaje, San José, Costa Rica, 8 de octubre de 2003.
- JIQ (Joint Implementation Quarterly): *Paterswolde*, Holanda, varios números.
- LÓPEZ, C.; P. V. FERNÁNDEZ; R. MANSO; A. VALDÉS; A. LEÓN y OTROS: *Gases de efecto invernadero. Emisiones y remociones. Cuba 1990-2002*, ETGEI-Instituto de Meteorología, La Habana, junio de 2007, p. 29.
- MALMIERCA DÍAZ, ISIDORO: Declaración del Representante Permanente de Cuba, S. E. Isidoro Malmierca Díaz, en el debate informal temático de la Asamblea General sobre el cambio climático, Nueva York, 12 de febrero de 2008.
- MARTÍNEZ, OSVALDO: "Intervención del Presidente de la Comisión de Asuntos Económicos de la Asamblea Nacional sobre los temas del plan y el presupuesto de la economía nacional", en *Granma*, La Habana, 3 de enero de 2008, pp. 4 y 5.
- MAYORAL, MARÍA JULIA: "Revolución Energética con resultados loables" (Resumen de Mesa Redonda Informativa de la TVC), en *Granma*, La Habana, 20 de diciembre de 2007, p. 3.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment): *Ecosystems and Human Well-being*, World Resource Institute, Washington, D. C., 2005, [www.millenniumassessment.org](http://www.millenniumassessment.org).
- Multinacionales. *La guerra por el agua. El problema del agua dulce desde la perspectiva Norte-Sur*, 27 de marzo de 2003, [www.solidaridad.net](http://www.solidaridad.net).
- NACIONES UNIDAS: *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992, FCCC/INFORMAL/84*, Bonn, 1992, [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int).
- \_\_\_\_\_ : *Población, medio ambiente y desarrollo. Informe conciso*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población, Nueva York, 2001.
- \_\_\_\_\_ : *Population, Environment and Development*, Nueva York, 2001.
- NASH, J. C. y R. M. DE SOUZA: *Making the link Population, Health & Environment*, Population Reference Bureau, Washington, D. C., agosto de 2002.

- OCDE-FAO: *Agricultural Outlook 2007-2016*, París, 2007.
- ONE (Oficina Nacional de Estadísticas): *Medio ambiente en cifras*, enero-diciembre de 2006, La Habana, diciembre de 2007, [www.one.cu](http://www.one.cu).
- \_\_\_\_\_: *Primer Compendio de Estadísticas del Medio Ambiente de Cuba 1990- 2004*, La Habana, abril de 2006, [www.one.cu](http://www.one.cu).
- OPEC: *OPEC Monthly Oil Market Report*, varios números, Viena, varios años.
- \_\_\_\_\_: *OPEC Oil Outlook to 2005*, Viena, septiembre de 2004.
- \_\_\_\_\_: *OPEC Bulletin*, diversos números.
- ORTIZ BULTÓ, PAULO LÁZARO; ANTONIO E. PÉREZ RODRÍGUEZ; ALINA RIVERO VALENCIA Y OTROS: "La variabilidad y el cambio climático en Cuba: potenciales impactos en la salud humana", Ponencia presentada en el Simposio "Juan Pérez de la Riva" In Memoriam, en *Revista Cubana de Salud Pública*, vol. 34, no. 1, La Habana, enero-marzo de 2008.
- PÉREZ ROQUE, FELIPE: Discurso pronunciado por el Ministro de Relaciones Exteriores de la República de Cuba en el evento de alto nivel sobre el cambio climático celebrado en las Naciones Unidas, Nueva York, 24 de septiembre de 2007. Periódico *Granma*, La Habana, 1ro. de julio de 2005.
- Periódico *Granma*, La Habana, 22 de diciembre de 2007.
- PICHS, RAMÓN: "Desertificación y cambio climático. Retos para el Tercer Mundo", en *Temas de Economía Mundial*, no. 5, La Habana, enero de 2004, [www.ciem.cu](http://www.ciem.cu).
- \_\_\_\_\_: (compilador): *Memorias. Taller de divulgación de los resultados del Grupo de Trabajo III del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, La Habana, 23 y 24 de septiembre de 2002.
- \_\_\_\_\_; ABEL CENTELLA y JUAN LLANES (compiladores): *Mitigación del Cambio Climático*, Documentación de referencia para participantes en el taller de divulgación de los resultados del Grupo de Trabajo III del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), La Habana, 23 y 24 de septiembre de 2002.
- PICHS, RAMÓN: *Energía, medio ambiente y economía mundial*, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 2004.

- PNUD: *Informe sobre Desarrollo Humano*, Ediciones-Prensa, Nueva York, diversos números (1990-2007).
- PNUMA: *Evaluación mundial de la biodiversidad. Resumen para los responsables de la formulación de políticas* (en inglés), Cambridge University Press, 1995.
- PNUMA: *GEO-2000* (Global Environment Outlook). *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2000.
- \_\_\_\_\_: *GEO-3. Perspectivas del medio ambiente mundial 2002*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2002.
- \_\_\_\_\_: *GEO. Yearbook 2003*, Nairobi, 2004.
- \_\_\_\_\_: *GEO-4. Environment for Development*, Progress Press Company Limited, Valleta, Malta, 2007.
- \_\_\_\_\_: *GEO-4. Environment for Development. Summary for Decision Maker*, Progress Press Company Limited, Valleta, Malta, 2007.
- PRB (Population Reference Bureau): *Nexos*, Washington, D. C., abril de 2002.
- \_\_\_\_\_: *Making the link Population, Health and Environment*, Washington, D. C., agosto de 2002.
- \_\_\_\_\_: *Cuadro de la población mundial. Datos y cálculos demográficos sobre los países y regiones del mundo*, Washington, D. C., 2001.
- PRESA, JUAN MANUEL: *La Revolución Energética en Cuba. Concepción y resultados*. Presentación realizada en Medellín, Colombia, 29 de noviembre de 2007, [www.olade.org.ec/.../presentations/DIA%20%20-%2029%20DE%20NOVIEMBRE/Plenaria%204/4-JuanManuelPresa.pdf](http://www.olade.org.ec/.../presentations/DIA%20%20-%2029%20DE%20NOVIEMBRE/Plenaria%204/4-JuanManuelPresa.pdf).
- REN21 (Renewable Energy Policy Network): *Renewables 2005 Global Status Report*, Worldwatch Institute Washington, D. C., 2005.
- Revista *Time*, Green Century, World Summit Special Report, Amsterdam, 26 de agosto de 2002.
- RODRÍGUEZ OTERO, CARLOS, *et al.*: *Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales en Cuba*, Proyecto 01304089, Instituto de Planificación Física, La Habana, 2001.
- RUNGE, C. FORD y BENJAMIN SANAUER: "How Biofuels Could Starve the Poor?", en *Foreign Affairs*, Nueva York, mayo/junio de 2007.

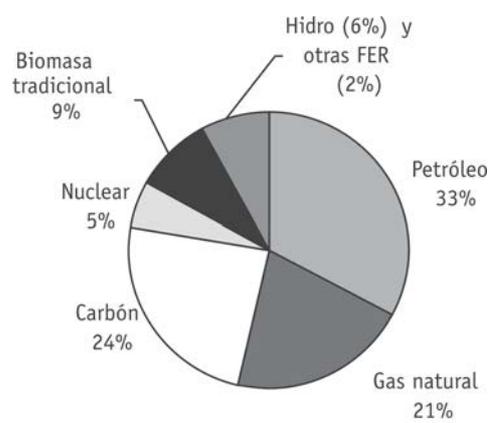
- SANTAMARTA, J.: "Las energías renovables son el futuro", Worldwatch, Madrid, 2004.
- SMITH, A.: "World Energy Use", en *Alternative Energy Action Network*, 24 de enero de 2005, [www.altenergyaction.org/mambo/index.php?option=content&task=view&id=11&Itemid=31](http://www.altenergyaction.org/mambo/index.php?option=content&task=view&id=11&Itemid=31).
- STANCICH, ELBA: "Cuando los ríos se modifican pierden los pueblos y la biodiversidad", en *Biodiversidad 35*, enero de 2003, [www.grain.org/biodiversidad\\_files/biodiv35-3-rios.pdf](http://www.grain.org/biodiversidad_files/biodiv35-3-rios.pdf).
- STERN, N.: *Review on the Economics of Climate Change*, Londres, 30 de octubre de 2006, [www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviewsstern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/sternreview\\_index.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviewsstern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm).
- UAM (Universidad Autónoma Metropolitana de México): *América Latina con 27 % de recursos hídricos del planeta, sin embargo, su distribución no es adecuada*, Casa Abierta al Tiempo, México, D. F., 19 de octubre de 2003.
- UNDESA (United Nations Population Division. Department of Economic and Social Affairs): *Population, Environment and Development*, Nueva York, 2001.
- UNDP (United Nations Development Programme); UNEP (United Nations Environment Programme); World Bank (WB) y World Resources Institute (WRI): *A guide to World Resources 2002-2004. Decisions for the Earth. Balance, Voice and Power*, Washington, D. C., 2002.
- UNEP-NEF (New Energy Finance): *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2007*, Nairobi, 2007.
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization): *Agua para todos, agua para la vida*, UNESCO-Mundi-Prensa Libros, París, 2003a.
- \_\_\_\_\_: *El agua virtual*, París, 2003b, [www.unesco.org](http://www.unesco.org).
- UNFCCC: *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*, Boon, Change, 1987.
- \_\_\_\_\_: *Greenhouse Gas Emissions Data for 1990-2005. Key GHG Data*, Bonn, 2007.
- UNFPA (United Nations Population Fund): *Population, Environment and Poverty Linkages Operational Challenges. Population and Development Strategies*, no. 1, Nueva York, 2001.
- VALENTE, MARCELA: *Ronda el fantasma de la guerra por el agua*, IPS, Buenos Aires, 2004, tomado de Internet.

- Vía Campesina-Brasil: *Situación y perspectivas de la agroenergía en Brasil* (en portugués), Brasilia, noviembre de 2007.
- WEHAB Working Group: *A Framework for Action on Agriculture*, World Summit on Sustainable Development, Johannesburgo, agosto de 2002.
- \_\_\_\_\_ : *A Framework for Action on Biodiversity and Ecosystem Management*, World Summit on Sustainable Development, Johannesburgo, agosto de 2002.
- \_\_\_\_\_ : *A Framework for Action on Health and Environment*, World Summit on Sustainable Development, Johannesburgo, agosto de 2002.
- \_\_\_\_\_ : *A Framework for Action on Water and Sanitation*, World Summit on Sustainable Development, Johannesburgo, agosto de 2002.
- WMO (World Meteorological Organization)-UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization): *The World's Water is there enough?*, no. 857, Ginebra, 1997.
- World Coal Institute: *Ecocoal*, diversos números, Londres, varios años.
- World Commission on Environment and Development: *Our Common Future*, Oxford University Press, 1987.
- World Energy Magazine*, vol. 4, no. 2, Houston, 2001.
- WRI (World Research Institute): *WRI Report. Navigating the Numbers. Greenhouse Gas Data and International Climate Policy*, Washington, 2005.
- WWF (World Wildlife Fund): *Informe Planeta Vivo 2006*, Edición en español, coordinada por WWF Colombia, Cali, 2006.



## ANEXOS

### ANEXO 1



FUENTE: Elaborado a partir de REN21, 2005.

ANEXO 2

DEPENDENCIA DE COMBUSTIBLES TRADICIONALES

Rango	Relación de países
40 % a 60 %	Paraguay, Sri Lanka, Guyana, Nicaragua, Honduras, Guatemala, Guinea Ecuatorial, Haití, Nigeria, Guinea Bissau.
61 % a 75 %	Myanmar, Papua Nueva Guinea, Bangladesh, Sudán, Congo, Zimbabwe, Camerún, Kenia, Gambia, Senegal, Eritrea, Benin, Côte d'Ivoire.
76 % a 90 %	Lao, Bután, Ghana, Togo, Madagascar, Guinea, Tanzania, Malawi, Zambia, Mozambique, República Centroafricana, Mali, Burkina Faso, Níger.
Más de 90 %	Camboya, Uganda, Rwanda, República Democrática del Congo, Burundi, Etiopía, Chad, Sierra Leona.

FUENTE: PNUD (2005).

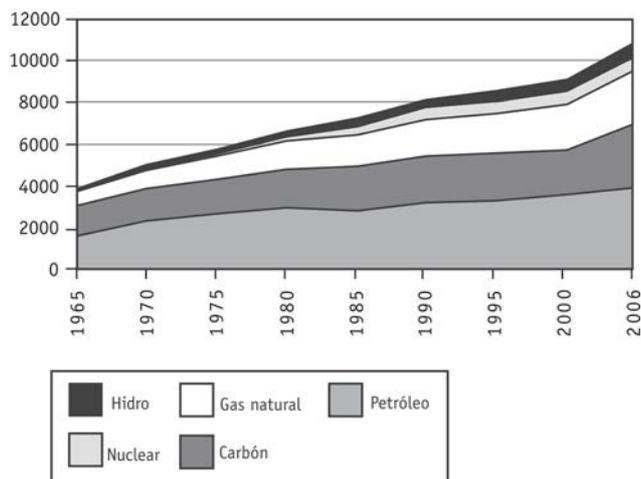
ANEXO 3

BALANCE DE ENERGÍA COMERCIAL MUNDIAL, 2007

Fuente	%
Petróleo	36
Carbón	28
Gas natural	24
Nuclear	6
Hidro	6
Total	100

FUENTE: Elaborado a partir de BP (2008).

ANEXO 4



FUENTE: Elaborado a partir de BP (2007).

ANEXO 5

CONSUMO PER CÁPITA DE ENERGÍA COMERCIAL EN 2005

Grupos de países	Consumo de energía comercial (MTEPE)	Población (millones)	Consumo energético per cápita (TPE)
Área desarrollada*	5 181,7	986,8	5,3
- Los Estados Unidos	2 350,4	299,8	7,8
- Unión Europea - 27	1 778,9	490,1	3,6
- Japón	522,5	127,9	4,1
Rusia y Europa oriental no UE**	1 037,9	303,0	3,4
Países subdesarrollados	4 404,4	5 215,0	0,8
Mundo	10 624,0	6 514,8	1,6

Notas:

\* Incluye a los 27 países de la Unión Europea más los Estados Unidos, Japón, Canadá, Noruega, Suiza, Islandia, Australia y Nueva Zelanda.

\*\* No incluye a los países de Europa oriental incorporados a la Unión Europea.

FUENTE: Elaborado a partir de BP (2007) y PNUD (2007).

ANEXO 6

CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA COMERCIAL POR FUENTES (%)

Fuentes	1973	1985	2000	2007
Petróleo	48	39	39	36
Gas natural	18	21	24	24
Carbón	28	29	24	28
Hidro	5	6	7	6
Nuclear	1	5	6	6
Total	100	100	100	100

FUENTE: Elaborado a partir de BP (2008).

ANEXO 7

CONSUMO DE ENERGÍA COMERCIAL EN PAÍSES DESARROLLADOS (%)

Fuentes	1973	1985	2000	2005
Petróleo	52	42	41	41
Gas natural	20	19	23	23
Carbón	22	26	21	21
Hidro	5	7	6	5
Nuclear	1	7	9	10
Total	100	100	100	100

FUENTE: Elaborado a partir de BP (2006).

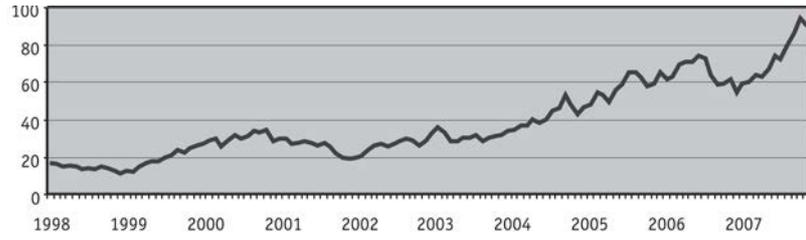
ANEXO 8

CONSUMO DE ENERGÍA COMERCIAL EN PAÍSES  
SUBDESARROLLADOS (%)

Fuentes	1973	1985	2000	2005
Petróleo	42	35	40	33
Gas natural	6	10	14	13
Carbón	45	46	35	44
Hidro	7	9	10	9
Nuclear	0	0	1	1
Total	100	100	100	100

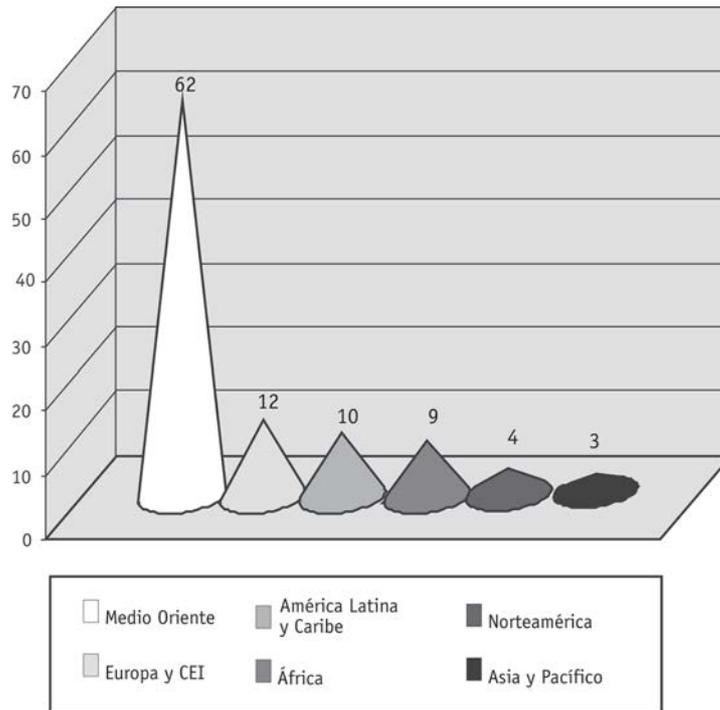
FUENTE: Elaborado a partir de BP (2006).

ANEXO 9



Nota: Se refiere a las cotizaciones mensuales del West Texas Intermediate, crudo de referencia para los Estados Unidos.  
 FUENTE: Elaborado a partir de Econnegic.com: Economic Time Series Page.

ANEXO 10



FUENTE: BP (2007).

ANEXO 11  
PETRÓLEO Y CO<sub>2</sub>

Países	Consumo petróleo (% del total) 2006	CO <sub>2</sub> (% de emisiones mundiales) 2004	% Población mundial 2005	CO <sub>2</sub> per cápita (TM) 2004
Estados Unidos	24,1	20,9	4,6	20,6
Canadá	2,5	2,2	0,5	20,0
Reino Unido	2,1	2,0	0,9	9,8
Francia	2,4	1,3	0,9	6,0
Alemania	3,2	2,8	1,3	9,8
Italia	2,2	1,6	0,9	7,8
Japón	6,0	4,3	2,0	9,9
Países desarrollados	58,1	57,5	20,0	12,8
Países subdesarrollados	41,9	42,5	80,0	2,4

FUENTES : BP (2007), ENUD (2007).

ANEXO 12  
EJEMPLOS DE ECONOMÍAS DEPENDIENTES DEL CARBÓN , 2006

Fuentes	China	India
Petróleo	20,6	28,4
Carbón	70,2	56,2
Gas natural	2,9	8,5
Hidro	5,6	6,0
Nuclear	0,7	0,9
Total	100	100

FUENTE : BP (2007).

ANEXO 13  
REACTORES NUCLEARES 2005-2006

	Generación de electricidad de origen nuclear 2005		Reactores en operación*		Reactores en construcción*		Reactores planificados*		Reactores propuestos*		Uranio* 2006	
	Mil millones kWh	%	No.	MWe	No.	MWe	No.	MWe	No.	MWe	Tons U	
Argentina	6,4	6,9	2	935	1	692	0	0	1	1 000	134	
Armenia	2,5	43	1	376	0	0	0	0	1	1 000	51	
Bélgica	45,3	56	7	5 728	0	0	0	0	0	0	1 075	
Brasil	9,9	2,5	2	1 901	0	0	1	1 245	0	0	336	
Bulgaria	17,3	44	4	2 722	0	0	2	1 900	0	0	253	
Canadá*	86,8	15	18	12 595	2	1 540	2	2 000	0	0	1 635	
China	50,3	2,0	10	7 587	5	4 170	13	12 920	50	35 880	1 294	
República Checa	23,3	31	6	3 472	0	0	0	0	2	1 900	540	
Egipto	0	0	0	0	0	0	0	0	1	600	0	
Finlandia	22,3	33	4	2 696	1	1 600	0	0	0	0	473	
Francia	430,9	79	59	63 473	0	0	1	1 630	1	1 600	10 146	
Alemania	154,6	31	17	20 303	0	0	0	0	0	0	3 458	
Hungría	13,0	37	4	1 773	0	0	0	0	0	0	251	
India	15,7	28	16	3 577	7	3 088	4	2 800	20	10 360	1 334	
Indonesia	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4 000	0	
Irán	0	0	0	0	1	915	2	1 900	3	2 850	0	
Israel	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1 200	0	
Japón	280,7	29	55	47 700	2	2 285	11	14 945	1	1 100	8 169	
Kazajstán	0	0	0	0	0	0	0	0	1	300	0	
RDP Corea	0	0	0	0	0	0	1	950	0	0	0	
Corea Sur	139,3	45	20	17 533	1	950	7	8 250	0	0	3 037	

ANEXO 13 (Cont.)

	Generación de electricidad de origen nuclear 2005		Reactores en operación*		Reactores en construcción*		Reactores planificados*		Reactores propuestos*		Uranio* 2006
	Mil millones kWh	%	No.	MWe	No.	MWe	No.	MWe	No.	MWe	
Lituania	10,3	70	1	1185	0	0	0	0	1	1 000	134
México	10,8	5,0	2	1310	0	0	0	0	2	2 000	256
Holanda	3,8	3,9	1	452	0	0	0	0	0	0	112
Pakistán	1,9	2,8	2	400	1	300	2	600	2	2 000	64
Rumania	5,1	8,6	1	655	1	655	0	0	3	1 995	176
Rusia	137,3	16	31	21 743	3	2 650	8	9 600	18	21 600	3 439
Eslovaquia	16,3	56	6	2 472	0	0	0	0	2	840	356
Eslovenia	5,6	42	1	696	0	0	0	0	1	1 000	144
Sudáfrica	12,2	5,5	2	1 842	0	0	1	165	24	4 000	329
España	54,7	20	8	7 442	0	0	0	0	0	0	1 505
Suecia	69,5	45	10	8 975	0	0	0	0	0	0	1 435
Suiza	22,1	32	5	3 220	0	0	0	0	0	0	575
Turquía	0	0	0	0	0	0	3	4 500	0	0	0
Ucrania	83,3	49	15	13 168	0	0	2	1 900	0	0	1 988
Reino Unido	75,2	20	23	11 852	0	0	0	0	0	0	2 158
Estados Unidos	780,5	19	103	98 254	1	1 200	2	2 716	21	24 000	19 715
Vietnam	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2 000	0
Mundial**	2 626	16	442	370,921	28	22 645	62	68,021	161	120 625	65 478

\* Al cierre de 2006.

\*\* El total mundial incluye seis reactores de Taiwán con una capacidad combinada de 4 884 MWe, la cual generó un total de 38,4 mil millones de kWh en 2005 (20 % de la generación de electricidad de este territorio). Taiwán tiene dos reactores en construcción con una capacidad combinada de 2600 MWe

FUENTE: World Nuclear Association, Londres, 27 de noviembre de 2006.

#### ANEXO 14

##### POLÍTICAS, MEDIDAS E INSTRUMENTOS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO, SEGÚN LA CUARTA EVALUACIÓN DEL IPCC (2007): SELECCIÓN DE IDEAS

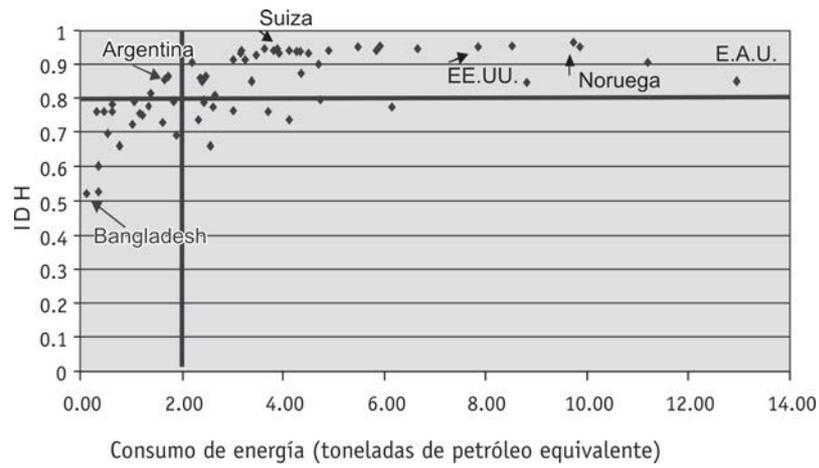
- Se encuentra disponible para los gobiernos una amplia variedad de políticas nacionales e instrumentos dirigidos a crear los incentivos para las acciones de mitigación. Su aplicación depende de las circunstancias nacionales.
- Se utilizan cuatro criterios básicos para evaluar políticas e instrumentos: efectividad ambiental; costo-eficiencia; efectos distributivos, incluyendo la equidad; y la factibilidad institucional.
- La integración de las políticas climáticas en políticas más amplias de desarrollo facilita la implementación y la remoción de las barreras.
- Regulaciones y normas: Generalmente garantizan cierta certidumbre sobre los niveles de emisión. Pueden ser preferidos cuando existen barreras que impiden a productores y consumidores responder a las señales del mercado. Además, pueden no inducir innovaciones y tecnologías más avanzadas.
- Impuestos y recargos: Pueden establecer un precio para el carbono, pero no garantizar un nivel particular de emisiones. Son identificados como una vía eficiente de internalizar los costos de las emisiones de GEI.
- Permisos comercializables: Establecen un precio para el carbono. El volumen de las emisiones permitidas determina su efectividad ambiental; en tanto la asignación de permisos tiene consecuencias distributivas.
- Incentivos financieros (ejemplo: subsidios): Son usados frecuentemente por los gobiernos para estimular el desarrollo y difusión de nuevas tecnologías. Aunque sus costos económicos son generalmente más altos que en el caso de otros instrumentos, resultan clave con frecuencia para remover barreras.
- Acuerdos voluntarios entre la industria y los gobiernos: Son políticamente atractivos y aumentan la concientización de los actores. La mayoría de estos acuerdos no ha logrado reducciones de emisiones significativas.

- Instrumentos de información (campañas de concientización): Pueden contribuir a la calidad ambiental mediante la adopción de decisiones bien argumentadas y cambios en patrones de conducta.
- Investigación + Desarrollo + Demostración: Puede estimular los avances tecnológicos, reducir costos y permitir el progreso hacia la estabilización de las emisiones.
- Algunas corporaciones, autoridades locales y regionales, ONG y grupos de la sociedad civil están adoptando una amplia variedad de acciones voluntarias, que pueden limitar las emisiones de GEI.
- Las políticas que conducen a un precio real o implícito de carbono, pueden crear incentivos para que los productores y consumidores inviertan significativamente en productos, tecnologías y procesos con bajas emisiones de GEI. Tales políticas incluyen instrumentos económicos, fondos de gobierno y regulación.
- Existen diversas barreras para la implementación de las opciones de mitigación: financieras, tecnológicas, institucionales y patrones de conducta.
- Se ofrece una lista de instrumentos, políticas y medidas que han resultado ambientalmente efectivas para sectores seleccionados.
- El apoyo gubernamental mediante contribuciones financieras, subsidios, normas y creación de mercados resulta importante para el desarrollo efectivo de la tecnología, la innovación y la difusión. La transferencia de tecnología para los países en desarrollo depende de las condiciones creadas y del financiamiento.
- Resulta justificado el apoyo gubernamental a la Investigación, Desarrollo y Demostración.
- En términos reales absolutos, los fondos gubernamentales para la mayoría de los programas de investigación energética se han mantenido estancados o han declinado durante casi dos décadas (incluso después de que la Convención sobre Cambio Climático entrara en vigor) y en la actualidad equivale a casi la mitad del nivel de 1980.
- Los gobiernos tienen un papel crucial en la creación de condiciones apropiadas para estimular los flujos de inversión y para una transferencia efectiva de tecnología, por la vía del establecimiento de marcos institucionales, políticos, regulatorios y legales.

- El efecto beneficioso potencial de la transferencia de tecnologías Norte-Sur puede ser sustancial.
- Los flujos financieros hacia los países subdesarrollados a través de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) tiene potencial para alcanzar niveles del orden de varios miles de millones de dólares por año, lo que resulta mayor que los flujos mediante el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), comparable con los flujos de asistencia al desarrollo orientados al sector de la energía; pero son al menos un orden de magnitud inferior que el total de la inversión extranjera directa. Los flujos financieros por medio del MDL, FMAM y la asistencia al desarrollo para la transferencia de tecnología han sido hasta ahora limitados y con una distribución geográfica desigual.
- Entre los logros más notables de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto se encuentran: el establecimiento de una respuesta global al problema del clima, el estímulo a las políticas nacionales, la creación de un mercado internacional del carbono y el establecimiento de un nuevo mecanismo institucional que puede servir de base para futuros esfuerzos de mitigación. El impacto del primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto sobre las emisiones globales sería limitado.
- Existen muchas opciones para lograr reducir las emisiones globales de GEI a nivel internacional a través de la cooperación, referida sobre todo a mecanismos de mercado como el comercio de emisiones, la implementación conjunta, y el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

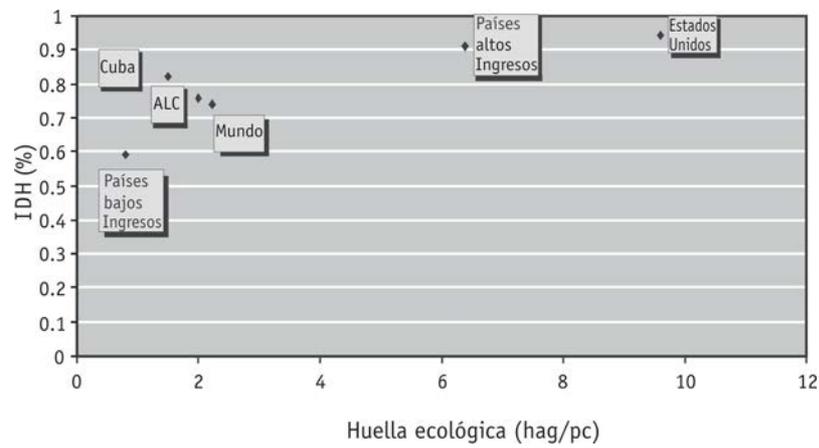
FUENTE: Versión basada en la selección e interpretación realizada por el autor, a partir de IPCC: Cambio climático 2007: Mitigación, 2007. Ver IPCC (2007c).

ANEXO 15



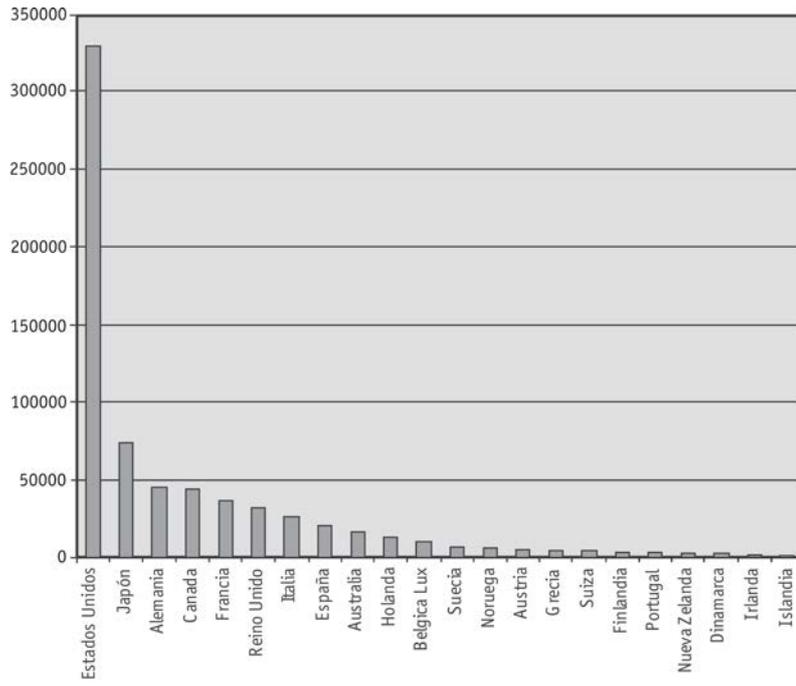
Fuente: A partir de BP (2006) y PNUD (2006).

ANEXO 16



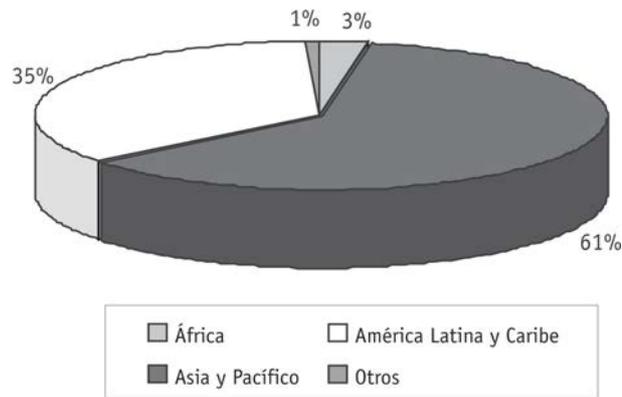
FUENTE: WWF (2006).

ANEXO 17



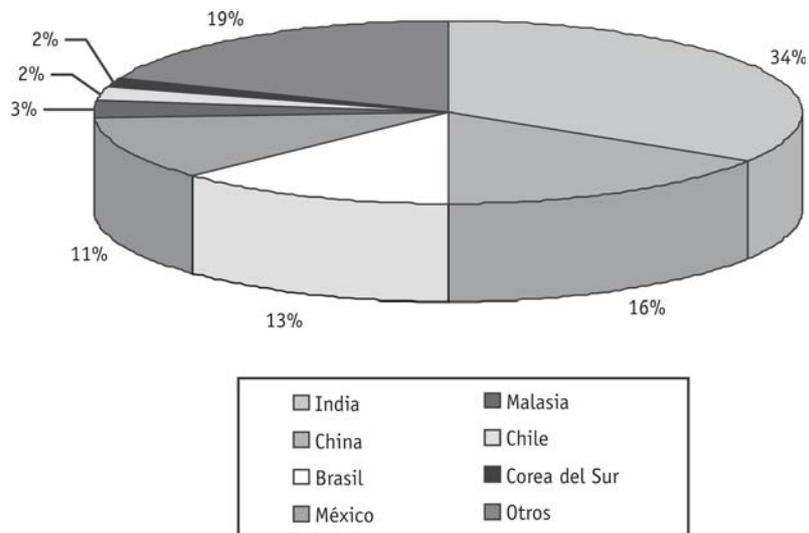
FUENTE: Elaborado a partir de BP (2006).

ANEXO 18



FUENTE: <http://cdm.unfccc.int>.

ANEXO 19



FUENTE: <http://cdm.unfccc.int>.