

## Prefacio

1. Introducción al cambio climático

## Comprensión del sistema climático

2. El efecto invernadero
3. Gases de invernadero y aerosoles
4. De qué manera los niveles de gases de invernadero han de cambiar en el futuro
5. ¿Ha comenzado ya el cambio climático?
6. ¿De qué manera ha de cambiar el clima?
7. La función de los modelos climáticos
8. Las pruebas de los climas pasados

## Haciendo frente a las consecuencias

9. La adaptación a los cambios climáticos
10. La agricultura y la seguridad alimentaria
11. Niveles del mar, océanos y zonas costeras
12. Diversidad biológica y ecosistemas
13. Recursos hídricos
14. Salud humana
15. Asentamientos humanos, energía e industria
16. Desastres climáticos y episodios extremos

## La Convención sobre el Cambio Climático

17. La respuesta internacional al cambio climático: historia
18. La Convención sobre el Cambio Climático
19. La Conferencia de las Partes
20. Intercambio y examen de la información fundamental
21. El Protocolo de Kyoto

## La limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero

22. De qué manera las actividades humanas producen gases de efecto invernadero
23. El desafío para los encargados de la formulación de políticas
24. La elaboración de políticas eficaces en función de los costos
25. Nuevas tecnologías y políticas energéticas
26. Nuevas tecnologías y políticas de transporte
27. Nuevos enfoques para la silvicultura y la agricultura
28. Financiación de la acción emprendida en virtud de la Convención
29. Cooperación mundial en materia de tecnología
30. Datos y cifras

Actualizado en julio de 2003 sobre la base de la publicación del IPCC "Climate Change: 2001" assessment report and current activities under the UN Framework Convention on Climate Change". Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Secretaría sobre el Cambio Climático (UNFCCC) y patrocinado también por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, el Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones, la Organización Meteorológica Mundial y la Organización Mundial de la Salud. Para obtener más ejemplares, sírvase dirigirse a Information Unit for Conventions, del PNUMA, International Environment House, 15 chemin des Anémones, CH-1219 Châtelaine, Suiza; iuc@unep.ch; tel. (+41-22) 917-8244/8196/8242; fax (+41-22) 797 3464; correo electrónico iuc@unep.ch o la Secretaría sobre el Cambio Climático, PO Box 260124, D-53153 Bonn, Alemania, tel. (+49-228) 815-1000, fax (+49-228) 815-1999, correo electrónico secretariat@unfccc.int. También disponible en otros idiomas en las páginas: [www.unep.orch/conventions/](http://www.unep.orch/conventions/), y [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int).



# Prefacio

Cuando el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial inauguraron el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 1988, pocos previeron la eficacia e influencia que cobraría su labor.

Todos están de acuerdo en que la política ambiental debe basarse en conocimientos científicos sólidos. Las decisiones políticas prudentes deben basarse en un análisis riguroso, cuidadoso y equilibrado de la mejor información científica y técnica disponible.

El IPCC ha demostrado la manera de lograrlo, al elaborar un proceso en el que participan cientos de los principales expertos mundiales para examinar la bibliografía más actualizada y revisada por homólogos acerca de los aspectos científicos y técnicos del cambio climático. El IPCC integra sus evaluaciones en un formato pertinente de política aceptado universalmente como base para la adopción de decisiones por parte de los 185 Gobiernos miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El Tercer Informe de Evaluación del IPCC, en tres volúmenes, fue finalizado a principios de 2001. Su mensaje es claro: una intensa investigación y seguimiento del clima da a los científicos una mayor confianza en su comprensión de las causas y consecuencias del calentamiento mundial. La evaluación presenta un panorama edificante del aspecto que probablemente tendrá la Tierra a fines del siglo XXI, momento en que un calentamiento mundial de 1,4-5,8° C (2,5-10,4° F) ha de influir en las pautas meteorológicas, los recursos hídricos, el ciclo de las estaciones, los ecosistemas, los episodios climáticos extremos y muchas cosas más. Se esperan cambios aún más importantes en un futuro más lejano.

La comunidad internacional está colaborando para reducir al mínimo estos riesgos a través de la Convención de 1992 y su Protocolo de Kyoto de 1997. Estos tratados sobre el cambio climático, indiscutiblemente los acuerdos más complejos y ambiciosos sobre medio ambiente y desarrollo sostenible que se hayan aprobado, establecen los principios, instituciones y normas para abordar el calentamiento mundial. Instituyen un régimen que es dinámico y orientado a la acción. Al mismo tiempo, es suficientemente flexible para evolucionar en los decenios venideros, en respuesta a los cambios del paisaje político y los conocimientos científicos.

Una vez establecido este proceso mundial, los gobiernos deben avanzar rápidamente para concebir y aplicar sus políticas nacionales para el cambio climático. La evaluación del IPCC confirma que unas políticas bien concebidas y orientadas al mercado pueden reducir las emisiones y los costos de adaptación a los efectos inevitables del cambio climático, y al mismo tiempo generar beneficios económicos importantes. Entre estos beneficios pueden mencionarse sistemas de energía más económicos, una innovación tecnológica más rápida, la reducción de los gastos en subvenciones inadecuadas y mercados más eficaces. La reducción de las emisiones también puede disminuir el daño derivado de problemas ambientales locales, entre ellos los efectos de la contaminación atmosférica en la salud.

El IPCC y la Convención sobre el Cambio Climático demuestran que las poblaciones del mundo pueden hacer frente a los problemas mundiales de forma concertada, colaborando a través del sistema de las Naciones Unidas. Las fichas de datos que figuran en esta carpeta de información tienen por objeto resumir en un lenguaje sencillo las conclusiones más actualizadas del IPCC y las últimas novedades en el marco de la Convención y el Protocolo. Confiamos en que el lector las encuentren útiles para su labor.

Klaus Töpfer  
Director Ejecutivo  
Programa de las Naciones Unidas para  
el Medio Ambiente

Joke Waller Hunter  
Secretario Ejecutivo  
Secretaría del Cambio Climático (UNFCCC)

## Introducción al cambio climático

◆ **Las actividades humanas están liberando gases de efecto invernadero en la atmósfera.** El dióxido de carbono se produce cuando se utilizan combustiones fósiles para generar energía y cuando se talan y queman bosques. Las actividades agrícolas, los cambios en el uso de la tierra y otros factores son los causantes de emisiones de metano y óxido nitroso. Los procedimientos industriales liberan productos químicos artificiales llamados halocarbonos (CFC, HFC, PFC) y otros gases de vida prolongada tales como el hexafluoruro de sulfuro (SF<sub>6</sub>). El ozono en la atmósfera baja está generado indirectamente por los escapes de los automotores y otras fuentes.

◆ **El aumento de los gases de efecto invernadero ya está cambiando el clima.** Al absorber las radiaciones infrarrojas estos gases controlan la manera en que la energía natural fluye a través del sistema climático. En respuesta a las emisiones causadas por el hombre, el clima ha comenzado a ajustarse a una "manta más espesa" de gases de efecto invernadero, a fin de mantener el equilibrio entre la energía que llega del Sol y la que vuelve a escaparse al espacio. Las observaciones muestran que las temperaturas mundiales se han elevado en 0,6° C durante el siglo XX. Hay pruebas nuevas y más concluyentes de que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos 50 años puede atribuirse a actividades humanas.

◆ **Los modelos climáticos predicen que la temperatura mundial ha de elevarse en cerca de 1,4-5,8° C para el año 2100.** Este cambio sería mucho más importante que cualquier cambio climático experimentado por lo menos en los últimos 10.000 años. La proyección se basa en una amplia gama de hipótesis acerca de las principales fuerzas que provocan las futuras emisiones (tales como el crecimiento demográfico y el cambio tecnológico), pero no refleja los esfuerzos para controlar las emisiones debido a las preocupaciones que suscita el cambio climático. Hay muchas incertidumbres acerca de la escala y los impactos del cambio climático, particularmente en el plano regional. Debido a los efectos de retraso causado por los océanos, las temperaturas de la superficie no responden inmediatamente a las emisiones de gases de efecto invernadero, de manera que el cambio climático puede proseguirse durante cientos de años, una vez que se hayan estabilizado las concentraciones atmosféricas.

◆ **El cambio climático probablemente ha de tener un efecto significativo en el medio ambiente mundial.** En general, cuanto más rápido cambie el clima, mayor será el riesgo de daños. Se prevé que el nivel medio del mar aumente de 9 a 88 cm. Para el año 2100, y cause inundaciones en las zonas de tierras bajas, así como otros daños. Entre otros efectos podría mencionarse un aumento de las precipitaciones mundiales y cambios en la gravedad o frecuencia de los episodios extremos. Las zonas climáticas podrían desplazarse hacia los polos y verticalmente, perturbando los bosques, desiertos, praderas y otros ecosistemas no sujetos a ordenación. Como resultado, muchos han de reducirse o fragmentarse, y algunas especies concretas podrían extinguirse.

◆ **La sociedad humana ha de hacer frente a nuevos riesgos y presiones.** Es poco probable que la seguridad alimentaria se vea amenazada en el plano mundial, pero sí que algunas regiones experimenten escasez de alimentos y hambre. Los recursos hídricos se verán afectados a medida que las pautas de precipitaciones y de evaporación cambien en todo el mundo. La infraestructura física sufrirá daños, particularmente por el aumento del nivel del mar y los episodios meteorológicos extremos. Las actividades económicas, los asentamientos humanos y la salud humana experimentarán muchos efectos directos e indirectos. Las poblaciones pobres y menos favorecidas son las más vulnerables a las consecuencias negativas del cambio climático.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

- ◆ **Las poblaciones y ecosistemas deberán adaptarse a los futuros regímenes climáticos.** Las emisiones pasadas y actuales han sometido a la Tierra a cierto grado de cambio climático en el siglo XXI. La adaptación a esos efectos exigirá una buena comprensión de los sistemas socioeconómicos y naturales, su sensibilidad al cambio climático, y su capacidad inherente para adaptarse. Afortunadamente se dispone de muchas estrategias para adaptarse a los efectos previstos del cambio climático.
- ◆ **La estabilización de las concentraciones de los gases de efecto invernadero exigirá mayores esfuerzos.** Se prevé que, si no se adoptan políticas de control de emisiones fundadas en la preocupación por el cambio climático, las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono aumenten, de las actuales 367 partes por millón (ppm), a 490 – 1.260 ppm para el año 2100. Esto representaría un aumento del 75 al 350% desde el año 1750. Para estabilizar las concentraciones, por ejemplo, a 450 ppm, será necesario que las emisiones mundiales disminuyan por debajo de los niveles de 1990 en los próximos decenios. Habida cuenta de la expansión de la economía mundial y el crecimiento de las poblaciones, ello exigirá mejoras espectaculares en la eficiencia de la energía y cambios fundamentales en otros sectores económicos.
- ◆ **La comunidad internacional está haciendo frente a este problema a través de la Convención sobre el Cambio Climático.** La Convención, aprobada en 1992 y que cuenta actualmente más de 135 miembros, apunta a estabilizar las concentraciones atmosféricas de efecto invernadero en niveles seguros. Exige a todos los países el compromiso de limitar sus emisiones, reunir la información pertinente, elaborar estrategias de adaptación al cambio climático y cooperar en la investigación y en la tecnología. También pide a los países desarrollados que tomen medidas destinadas a restablecer sus emisiones en los niveles de 1990.
- ◆ **El Protocolo de Kyoto requeriría que los Gobiernos tomen medidas aún más enérgicas.** En 1997, las Partes en la Convención acordaron por consenso que los países desarrollados deberían aceptar un compromiso jurídicamente vinculante de reducir sus emisiones colectivas de 6 gases de efecto invernadero por lo menos al 5% en comparación con los niveles de 1990, para el periodo 2008 – 2012. El Protocolo también establece un régimen de comercio de emisiones y un “mecanismo para un desarrollo limpio”. Sin embargo, el Protocolo no ha recibido aún un número suficiente de ratificaciones para entrar en vigor.
- ◆ **Se dispone de muchas opciones para limitar las emisiones a corto y mediano plazo.** Los responsables de la formulación de políticas pueden estimular un uso eficiente de la energía, la utilización de fuentes de energía renovable y otras tendencias propicias al clima, tanto en el abastecimiento como el consumo de energía. Entre los principales consumidores de energía puede mencionarse la industria, los hogares, las oficinas, los vehículos y la agricultura. Se puede mejorar la eficiencia en gran medida estableciendo un marco económico y reglamentario adecuado para los consumidores e inversores. A través de este marco se promoverían medidas eficaces en función de los costos, las mejores tecnologías actuales y futuras y soluciones “útiles en todo caso”, que produzcan beneficios económicos y ambientales con independencia del cambio climático. Los impuestos, las normas de reglamentación, los permisos de comercio de emisiones, los programas de información, los programas voluntarios y la eliminación gradual de las subvenciones contra productores también pueden contribuir. Son importantes asimismo algunos cambios en las prácticas y los estilos de vida, desde una mejor planificación del transporte urbano a un cambio de los hábitos personales, por ejemplo, apagar las luces,.
- ◆ **Es fundamental reducir las incertidumbres sobre el cambio climático, sus efectos y los costos de las diversas opciones de respuesta.** En el ínterin, será necesario equilibrar las preocupaciones acerca de los riesgos y los daños con los intereses del desarrollo económico. Por consiguiente, la respuesta prudente al cambio climático es adoptar una cartera de medidas que apunten a controlar las emisiones, adaptarse a sus efectos y estimular la investigación científica, tecnológica y socioeconómica.

## El efecto de invernadero

◆ **El clima de la tierra está influido por un flujo continuo de energía procedente del sol.** Esta energía llega principalmente en forma de luz visible. Cerca del 30% se dispersa inmediatamente y vuelve al espacio, pero la mayor parte del 70% restante atraviesa la atmósfera para calentar la superficie de la tierra.

◆ **La tierra debe devolver esta energía al espacio en forma de radiación infrarroja.** Al ser mucho más templada que el sol, la tierra no emite energía como luz visible. En cambio, emite una radiación infrarroja o térmica. Este es el calor que emite un hornillo o parrilla eléctrica antes de que las barras comiencen a ponerse incandescentes.

◆ **Los “gases de efecto invernadero” en la atmósfera impiden que la radiación infrarroja escape directamente de la superficie al espacio.** La radiación infrarroja no puede atravesar directamente el aire como la luz visible. En cambio, la mayoría de la energía saliente es transportada desde la superficie por las corrientes de aire, y termina escapando al espacio desde altitudes por encima de las capas más espesas de la manta de gases de efecto invernadero.

◆ **Los principales gases de efecto invernadero son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el ozono, el metano, el óxido nitroso y los halocarbonos y otros gases industriales.** Aparte de los gases industriales, todos estos gases se producen naturalmente. En conjunto representan menos del 1% de la atmósfera. Ello es suficiente para producir un “efecto de invernadero natural” que mantiene el planeta unos 30° C más caliente de lo normal, lo que es esencial para la vida que conocemos.

◆ **Los niveles de todos los principales gases de efecto invernadero (posiblemente con la excepción del vapor de agua) están aumentando como resultado directo de la actividad humana.** Las emisiones de dióxido de carbono (principalmente de la combustión de carbón, petróleo y gas natural) el metano y el óxido nitroso (debido principalmente a la agricultura y a los cambios en el uso de la tierra), el ozono (generado por los escapes de los automotores y otras fuentes) y los gases industriales de vida prolongada tales como los CFC, los HFC y los PFC están cambiando la manera en que la atmósfera absorbe energía. Los niveles de vapor de agua también pueden estar en aumento debido a una “respuesta positiva”. Todo ello está sucediendo a una velocidad sin precedentes. El resultado es conocido como el “efecto de invernadero ampliado”.

◆ **El sistema climático debe ajustarse al aumento de los niveles de gases de invernadero para mantener el “balance de energía” en equilibrio.** A largo plazo, la tierra debe deshacerse de la energía a la misma velocidad en que recibe energía del sol. Como una manta más espesa de gases de invernadero contribuye a reducir la pérdida de energía al espacio, el clima debe cambiar de alguna manera para reestablecer el equilibrio entre la energía entrante y saliente.

◆ **Este ajuste ha de incluir un “calentamiento mundial” de la superficie de la tierra y la capa inferior de la atmósfera.** Pero esto sólo es una parte del proceso. El calentamiento es la manera más sencilla para que el clima elimine el excedente de energía. Pero aún un pequeño aumento en la temperatura ha de estar acompañado por muchos otros cambios en la cobertura de nubes y los modelos de vientos, por ejemplo. Algunos de estos cambios pueden ampliar el calentamiento (respuesta positiva) y otros contrarrestarlos (respuesta negativa).



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

◆ **En el ínterin los aerosoles creados por el hombre tienen un efecto de enfriado general.** Las emisiones de sulfuro de las centrales de energía alimentadas con carbón y petróleo y la combustión de material orgánico producen partículas microscópicas que pueden reflejar la luz del sol devuelta en el espacio y afectar también las nubes. El enfriamiento resultante contrarresta en parte el calentamiento de invernadero. Sin embargo, estos aerosoles permanecen en la atmósfera durante un periodo relativamente corto comparado con los gases de efecto invernadero de vida prolongada, por lo cual su efecto de enfriamiento está localizado. También causan lluvia ácida y afectan la calidad de la atmósfera, problemas que deben abordarse. Esto significa que no debemos confiar indefinidamente en el efecto de enfriamiento de los aerosoles.

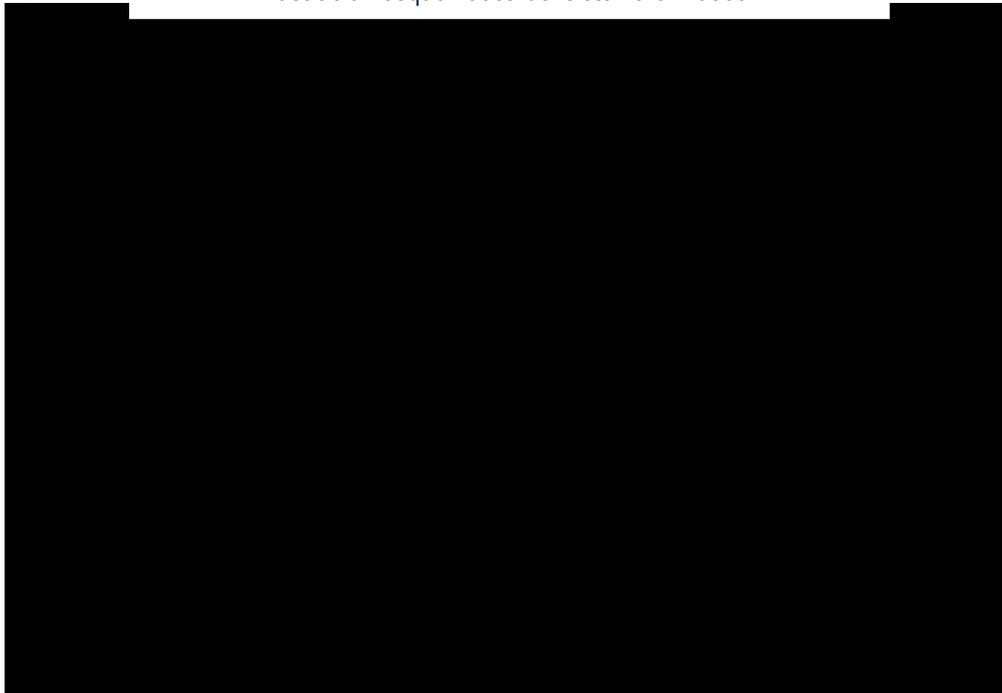
◆ **Los modelos climáticos estiman que la temperatura media mundial ha de aumentar en cerca de 1,4 - 5,8° C (2,5 - 10,4° C) para el año 2100.** Esta proyección utiliza como año de referencia 1990 y parte de la base de que no se adopten políticas para reducir al mínimo el cambio climático. También toma en cuenta las respuestas climáticas y los efectos de los aerosoles tal como se entienden actualmente.

◆ **Estamos sujetos a cierto grado de cambio climático debido a las emisiones pasadas.** El clima no responde inmediatamente a las emisiones. Por consiguiente, ha de seguir cambiando durante cientos de años, aún cuando las emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan y los niveles atmosféricos dejen de aumentar. Algunos efectos importantes del cambio climático, tales como el aumento previsto del nivel del mar, llevarán incluso más tiempo para manifestarse plenamente.

◆ **Hay pruebas nuevas y más concluyentes de que el cambio climático ya ha comenzado.** El clima varía naturalmente, lo que hace difícil identificar los efectos del aumento de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, un conjunto cada vez mayor de observaciones permite actualmente presentar un panorama colectivo del calentamiento mundial. Por ejemplo, las pautas de las tendencias de temperatura en los últimos decenios se ajustan a las pautas de calentamiento por gases de efecto invernadero previsto por los modelos; es poco probable que estas tendencias obedezcan completamente a las causas conocidas de la variabilidad natural. Sin embargo, persisten muchas incertidumbres, por ejemplo, de qué manera los cambios en la cubierta de nubes han de influir el clima en el futuro.

Diagrama: mantenga el diagrama actual del IPCC 1995

Ilustración esquemática del sistema climático



Source: IPCC 1995.

## Gases de invernadero y aerosoles

◆ **Los gases de invernadero controlan los flujos de energía en la atmósfera al absorber la radiación infrarroja emitida por la Tierra.** Actúan como una manta para mantener en la superficie de la tierra una temperatura de 30° C superior a la que habría si la atmósfera contuviera sólo oxígeno y nitrógeno. Los gases residuales que causan este efecto natural de invernadero constituyen menos del 1% de la atmósfera. Sus niveles están determinados por un equilibrio entre “fuentes” y “sumideros”. Las fuentes son procesos que generan gases de efecto invernadero; los sumideros son procesos que los destruyen o absorben. Aparte de los productos químicos industriales como los CFC y HFC, los gases de invernadero han estado presentes de forma natural en la atmósfera durante millones de años. Sin embargo, los seres humanos están afectando los niveles de esos gases al introducir nuevas fuentes o interferir con los sumideros naturales.

◆ **El factor que más contribuye al efecto natural de invernadero es el vapor de agua.** La actividad humana no influye directamente en su presencia en la atmósfera. Sin embargo, el vapor de agua participa en el cambio climático porque es una importante “respuesta positiva”. El aire más cálido puede mantener una mayor humedad, y los modelos predicen que un pequeño calentamiento mundial causaría un aumento en los niveles mundiales de vapor de agua, lo que se añadiría al efecto ampliado de invernadero. Como es particularmente difícil formular un modelo de los procesos climáticos relacionados con las nubes y las lluvias, la envergadura exacta de esta respuesta fundamental sigue siendo incierta.

◆ **El dióxido de carbono es actualmente responsable de más del 60% del efecto “ampliado” de invernadero.** Este gas se da naturalmente en la atmósfera, pero la combustión de carbón, petróleo y gas natural está liberando el carbono almacenado en estos “combustibles fósiles” a una velocidad sin precedentes. Análogamente, la deforestación libera el carbono almacenado en los árboles. Las emisiones anuales actuales ascienden a más de 23 mil millones de toneladas métricas de dióxido de carbono, o sea casi el 1% de la masa total de dióxido de carbono de la atmósfera.

◆ **El dióxido de carbono producido por la actividad humana penetra en el ciclo natural del carbono.** Cada año, se intercambian de forma natural muchos miles de millones de toneladas de carbono entre la atmósfera, los océanos y la vegetación terrestre. Los intercambios en este sistema natural masivo y complejo están equilibrados con precisión; los niveles de dióxido de carbono parecen haber variado en menos del 10% durante los 10.000 años que precedieron a la industrialización. Sin embargo, en los 200 años que siguieron a 1800, los niveles se han elevado en más del 30%. Aún cuando la mitad de las emisiones de dióxido de carbono producidas por la actividad humana es absorbida por los océanos y la vegetación terrestre, los niveles atmosféricos siguen aumentando en más del 10% cada 20 años.

◆ **Los aerosoles constituyen otra importante influencia humana en el clima.** Estas nubes de partículas microscópicas no son gases de invernadero. Además de las diferentes fuentes naturales, están producidas por el dióxido de sulfuro emitido principalmente por las centrales de energía, y por el humo procedente de la deforestación y la combustión de los desechos de cultivos. Los aerosoles desaparecen del aire después de unos pocos días, pero son emitidos en cantidades tan importantes que tienen un efecto sustancial en el clima.

◆ **La mayoría de los aerosoles enfrían el clima en el plano local, al dispersar la luz del sol de vuelta en el espacio y afectar las nubes.** Las partículas de aerosol pueden bloquear directamente la luz del sol y



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

también crean las condiciones para que se creen las nubes, y con frecuencia estas nubes también tienen un efecto de enfriamiento. En las regiones intensamente industrializadas, el enfriamiento causado por los aerosoles puede contrarrestar casi en su totalidad los aumentos del efecto de calentamiento de los gases de invernadero hasta la fecha.

◆ **Los niveles de metano ya han crecido en un factor de dos y medio durante la era industrial.** Las principales “nuevas” fuentes de este poderoso gas de invernadero son la agricultura, en particular los arrozales inundados y la expansión de la cría de ganado. También contribuyen a las emisiones del vertido de desechos y las fugas de la extracción de carbón y producción de gas natural. El metano se elimina de la atmósfera por reacciones químicas que son muy difíciles de modelizar y predecir.

◆ **El metano de las emisiones pasadas actualmente contribuye en un 20% al efecto ampliado de invernadero.** El rápido aumento del metano comenzó más recientemente que el del dióxido de carbono, pero la contribución del metano se le ha ido poniendo a la par rápidamente. Sin embargo, el metano tiene un tiempo de vida atmosférico efectivo de sólo 12 años, mientras que el dióxido de carbono persiste durante un periodo mucho más prolongado.

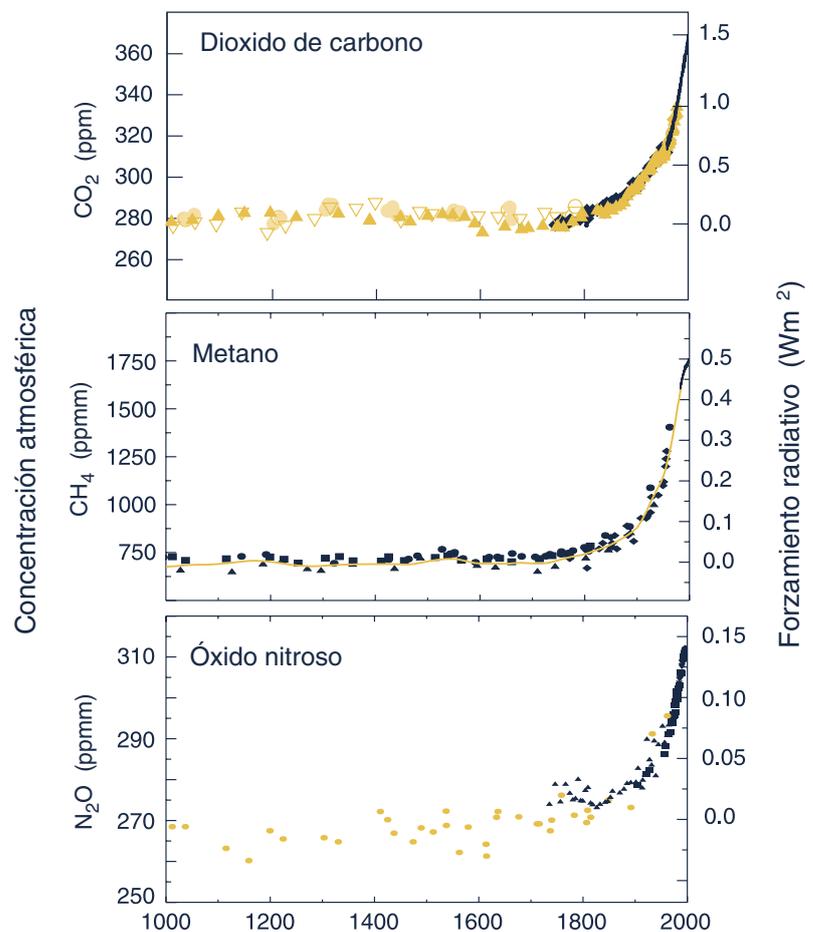
◆ **El óxido nítrico, una serie de gases industriales y el ozono contribuyen al restante 20% del efecto ampliado de invernadero.** Los niveles de óxido nítrico se han elevado en un 16%, principalmente debido a una agricultura más intensiva. Al mismo tiempo que los fluorocarbonos (CFC) se están estabilizando debido a los controles de emisiones introducidos en el marco del Protocolo de Montreal para proteger la capa del ozono estratosférico, los niveles de gases de vida prolongada como los HFC, los PFC y el hexafluoruro de sulfuro están en aumento. Los niveles de ozono se están elevando en algunas regiones en la capa inferior de la atmósfera debido a la contaminación del aire, incluso si disminuyen en la estratosfera.

◆ **Las emisiones de gases de invernadero producidas por el hombre ya han perturbado el balance mundial de energía en ceca de 2,5 Watts por metro cuadrado.**

Esto equivale aproximadamente a 1% de la energía solar entrante neta que dirige el sistema climático. 1% puede no parecer mucho, pero si se suma en toda la superficie de la tierra, representa la energía liberada por la combustión de 1,8 millones de toneladas de petróleo cada minuto, o más 100 veces el ritmo mundial de consumo comercial de energía. Como los gases de invernadero son sólo un subproducto del consumo de la energía, es paradójico que el volumen de energía que la humanidad utiliza en realidad sea muy pequeño comparado con el efecto de los gases de invernadero en las corrientes de energía naturales en el sistema climático.

## Indicadores de la influencia humana en la atmósfera durante la era industrial

### a) Concentraciones atmosféricas mundiales de tres gases de efecto invernadero (GEI) bien mezclados



Indicadores de la influencia humana en la atmósfera durante la era industrial

Fuente: IPCC, «Cambio climático 2001—La base científica, Resumen para responsables de políticas», pág. 5.

## De qué manera los niveles de gases de invernadero han de cambiar en el futuro

◆ **Las emisiones futuras de gases de invernadero dependerán de las tendencias demográficas, económicas, tecnológicas y sociales en el mundo.** El nexa con la población es sumamente claro: Cuantas más personas haya, más elevadas serán probablemente las emisiones. El nexa con el desarrollo económico es menos claro. Los países ricos en general producen más emisiones por persona que los países pobres. Sin embargo, los países con condiciones económicas similares pueden tener tasas de emisión muy diferentes según sus circunstancias geográficas, sus fuentes de energía y la eficiencia con que utilizan la energía y otros recursos naturales.

◆ **Como una guía para los encargados de formulación de políticas, los economistas formulan “escenarios” de las emisiones futuras.** Un escenario no es una predicción. En cambio, es una manera de investigar las consecuencias de hipótesis particulares acerca de las tendencias futuras, entre ellas las políticas sobre gases de invernadero. Según las hipótesis (que pueden ser bastante erróneas), un escenario puede proyectar emisiones en ascenso, estables o en descenso.

◆ **Recientemente se han elaborado cuatro guiones como base para formular escenarios.** Las cuatro “familias” de escenarios resultantes contienen un total de 40 escenarios individuales. Un guión describe un mundo futuro caracterizado por un crecimiento económico muy rápido, una población que llega a su máximo a mediados de siglo y luego disminuye, y la rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Un segundo guión es similar, pero supone una rápida transición hacia una economía más limpia basada en servicios e información. Un tercero describe un mundo en que la población sigue aumentando, las tendencias de desarrollo económico son regionales y no mundiales, y el crecimiento económico por habitante y cambio tecnológico son más lentos y más fragmentados. Un cuarto hace hincapié en soluciones nacionales y regionales para la sostenibilidad, con una población que crece de una forma lenta pero constante y un desarrollo económico medio. Ninguno de estos escenarios parte explícitamente de la base de que se aplique la Convención sobre el Cambio Climático o que se adopten políticas para alcanzar los objetivos del Protocolo de Kyoto en materia de emisiones. Con todo, incluyen escenarios en los que se hace menos hincapié en los combustibles fósiles que en la actualidad.

◆ **Las futuras concentraciones de gases de invernadero y aerosoles resultantes de estos guiones varían ampliamente.** Por ejemplo, los modelos del ciclo del carbono proyectan para el año 2100 concentraciones de dióxido de carbono de 490 a 1260 partes por millón. Esto representa un aumento que se sitúa de 75 a 350% en relación con los niveles preindustriales. Los cambios proyectados en el metano varían de -10% a +120%, y los aumentos en el óxido nítrico, de 13 al 47%.

◆ **Se conciben escenarios de “intervención” para examinar el impacto de los esfuerzos por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.** Estos dependen no sólo de las hipótesis sobre la población y el crecimiento económico, sino también de la manera en que las sociedades futuras respondan a la introducción de políticas sobre el cambio climático, tales como impuestos aplicados a los combustibles fósiles ricos en carbono.

Los compromisos internacionales actuales podrían permitir reducir ligeramente la tasa de crecimiento de las emisiones. En virtud de la Convención sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto, los países desarrollados deberían reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a los niveles de 1990 para el



Naciones Unidas



PNUMA



IPCC



OMS



UNITAR

año 2000 y al 5% por debajo de esos niveles para el 2008 – 2012, respectivamente. Tales compromisos son importantes como primera medida, pero aportarán sólo una pequeña contribución a la meta definitiva de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

◆ **La estabilización de las concentraciones de gases de invernadero exigirá un importante esfuerzo.** La estabilización de las concentraciones de dióxido de carbono en 450 ppm (un 23% por encima de los niveles actuales) exigiría que las emisiones mundiales descendieran por debajo de los niveles de 1990 en unos pocos decenios. La estabilización del CO<sub>2</sub> en 650 ppm o 1000 ppm requeriría que las mismas emisiones se reduzcan en uno o dos siglos, respectivamente, y que continuaran disminuyendo de forma constante ulteriormente. Con el tiempo las emisiones de CO<sub>2</sub> deberían disminuir a una fracción muy pequeña de los niveles actuales, pese al crecimiento de la población y la expansión de la economía mundial.

◆ **La reducción de las incertidumbres sobre los efectos del cambio climático y los costos de las diversas opciones de respuesta es fundamental para los encargados de la formulación de políticas.** La estabilización o reducción de las emisiones en todo el mundo tendrían consecuencias prácticamente para todas las actividades humanas. Para decidir si merece la pena debemos saber cuanto costaría, y cuales serían las previsiones pesimistas en caso que dejáramos que las emisiones crecieran. También se plantean estrictas cuestiones morales, por ejemplo, en qué medida estamos preparados para financiar el clima del siglo XXII, que sólo verán los hijos de nuestros hijos.

*Diagrama: IPCC WGI SPM página 13: "The global climate of the 21" century": [a] emisiones de CO<sub>2</sub>, y [b] concentraciones de CO<sub>2</sub>.*

## ¿De qué manera ha de cambiar el clima?

◆ **Los modelos climáticos actuales predicen un calentamiento mundial de cerca de 1,4 - 5,8° C entre 1990 y 2100.** Estas proyecciones se basan en una amplia gama de hipótesis acerca de las principales fuerzas que dirigen las emisiones futuras (tales como el crecimiento demográfico y el cambio tecnológico), pero no parten de la base de que se apliquen políticas sobre cambio climático para reducir las emisiones. Aun un aumento de 1,4° C sería más importante que cualquier tendencia a escala temporal de siglo para los últimos 10.000 años. Esta proyección toma en cuenta los efectos de los aerosoles y los efectos retardantes de los océanos. Debido a la inercia oceánica, la superficie de la tierra y la capa inferior de la atmósfera se seguirán calentando durante cientos de años aún cuando las concentraciones de gases de efecto invernadero dejen de aumentar en 2100.

◆ **Se prevé que el nivel medio del mar aumente de 9 a 88 cm para 2100.** Esto obedecería principalmente a la expansión térmica en las capas superiores de los océanos, a medida que se calientan, con alguna contribución de la fusión de los glaciares. La gama de incertidumbre es amplia, y el cambio de las corrientes oceánicas, los movimientos locales de tierra y otros factores han de provocar un aumento de los niveles del mar locales y regionales mucho mayor o mucho menor que la media mundial. La fusión ligeramente más rápida de las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida probablemente estarán contrarrestadas por un aumento de las caídas de nieve en ambas regiones. A medida que el calentamiento penetra más profundamente en los océanos y el hielo se sigue derritiendo, el nivel del mar ha de continuar aumentando mucho tiempo después de que las temperaturas de la superficie se hayan estabilizado.

◆ **Las predicciones del calentamiento en el plano regional y estacional son mucho más inciertas.** Si bien se prevé que la mayor parte de las zonas han de estar sujetas a calentamiento, algunas se calentarán mucho más que otras. Se prevé que el calentamiento más importante se produzca en las regiones frías septentrionales en invierno. El motivo es que la nieve y el hielo reflejan la luz del sol, por lo cual, al haber menos nieve, se absorbe más calor del sol, lo que aumenta el calentamiento; se trata de un enérgico efecto de respuesta positiva. Para el año 2100, las temperaturas invernales, en el Canadá septentrional, Groenlandia y el norte de Asia deberían aumentar en un 40% más que la media mundial.

◆ **Según las proyecciones, las regiones interiores han de calentarse más rápidamente que los océanos y las zonas costeras.** El motivo es sencillamente la demora producida por el océano, que impide que la superficie del mar se caliente tan rápidamente como la tierra. La importancia de esta demora depende de la profundidad a que penetra el calentamiento en los océanos. En la mayor parte de los océanos, los primeros cientos de metros de agua de la superficie no se mezclan con las aguas más profundas. Estas capas superiores se calentarán en unos pocos años, mientras que las profundidades del océano permanecerán frías. El agua se mezcla hacia abajo en las profundidades oceánicas sólo en unas pocas regiones muy frías como el Atlántico al sur de Groenlandia y el Océano Austral cerca de la Antártida. En estas regiones el calentamiento se verá demorado debido a que la cantidad de agua que deberá calentarse para que la misma temperatura cambie en la superficie será mayor.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

◆ **Está previsto que las precipitaciones mundiales aumenten, pero se tiene mucha menos certidumbre en cuanto a las tendencias a nivel local.** Hacia la segunda mitad del siglo XXI, es probable que aumenten las precipitaciones de invierno en las latitudes septentrionales medias a elevadas y en la Antártida. En el caso de los trópicos, los modelos indican que en algunas zonas terrestres habrá más precipitaciones y en otras menos. Australia, América Central y África meridional mostrarán disminuciones coherentes en las lluvias invernales.

◆ **Debido a la mayor cantidad de lluvias y precipitaciones las condiciones del suelo serán más húmedas en invierno en las latitudes elevadas, pero debido a las mayores temperaturas, los suelos podrían ser más secos en verano.** Los cambios locales y la humedad del suelo son claramente importantes para la agricultura, pero aún es difícil simularlos en los modelos. Incluso son inciertos los indicios del cambio mundial en la humedad del suelo en verano, ya sea que aumente o disminuya.

◆ **Es probable que cambie la frecuencia y la intensidad de los episodios meteorológicos extremos.** Debido al aumento de la temperatura mundial el mundo probablemente ha de experimentar más días cálidos y olas de calor y menos días de heladas y rachas de frío. Los modelos climáticos muestran también de forma constante episodios de precipitaciones extremas que son cada vez más frecuentes en muchas zonas y un aumento del riesgo de sequía en las zonas continentales en verano. Hay también pruebas de que los huracanes podrían ser más intensos (con vientos más fuertes y más lluvias) en algunas zonas. Los modelos coinciden poco en lo que respecta a los cambios en las tormentas de latitudes medias. Hay también otros fenómenos, como las tormentas eléctricas y tornados, en los cuales los conocimientos actualmente son insuficientes para hacer proyecciones.

◆ **No pueden descartarse transiciones climáticas rápidas e inesperadas.**

La más espectacular de esas variaciones, el colapso de la capa de hielo del Antártico occidental, que provocaría un aumento catastrófico del nivel del mar, en la actualidad se considera poco probable durante el siglo XXI. Hay pruebas de que en sólo unas pocas décadas podrían producirse cambios en la circulación oceánica que tengan un impacto significativo en el clima regional (tales como el debilitamiento de la corriente del Golfo que calienta Europa), pero se desconoce si el calentamiento por gases de invernadero podría desencadenar ese cambio. Los modelos climáticos que muestran un debilitamiento de la corriente del Golfo aún proyectan un calentamiento en Europa.

DIAGRAMA: IPCC WGI Capítulo 9, diagrama 9.29, página 100, cartel superior únicamente: “El cambio en 20 años vuelve a los valores máximos (cartel superior) diarios de temperatura del aire (o temperatura de pantalla) simulados en un modelo global acoplado atmósfera -océano en 2080-2100 en relación con el periodo de referencia 1975-95 (de Kharin and Zwiers, 2000). El intervalo de contorno es 4° C. Se omite la línea Cero.

## ¿Ha comenzado ya el cambio climático?

◆ **El clima de la tierra ya se está ajustando a las emisiones pasadas de gases de invernadero.** El sistema climático debe ajustarse a la evolución de las concentraciones de gases de invernadero a fin de mantener equilibrado el balance de la energía mundial. Ello significa que el clima está cambiando y ha de seguir cambiando a medida que los niveles de gases de invernadero sigan subiendo. Los científicos en la actualidad están persuadidos de que en conjunto el volumen creciente de pruebas ofrece un panorama del calentamiento del mundo y otros cambios en el sistema climático.

◆ **Los registros de mediciones indican un aumento de  $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  en la temperatura media mundial desde fines del siglo XXIX.** Estas observaciones son coherentes con las proyecciones de los modelos acerca de la envergadura del calentamiento hasta la fecha, en particular cuando se incluye el efecto refrigerante de los aerosoles. En gran parte, el calentamiento se produjo de 1910 a 1040 y de 1976 hasta la actualidad. En el Hemisferio Norte (donde hay suficientes datos para proceder a esos análisis) es probable que la velocidad y duración del calentamiento del siglo XX haya sido mayor que en cualquier otro periodo durante los últimos mil años. Además, es probable que el decenio de 1990 haya sido la década más cálida del milenio, y 1998, el año más caluroso.

◆ **El nivel medio del mar se elevó de 10 a 20 cm.** A medida que las capas superiores de los océanos se calientan, el agua se expande y aumenta el nivel del mar. Los modelos indican que un calentamiento de  $0,6^{\circ}\text{C}$  en efecto deberían dar como resultado el aumento del nivel mar hasta la fecha. Pero otros cambios, más difíciles de predecir, también afectan el nivel del mar real y aparente, en particular las caídas de nieve y el derretimiento de la nieve en Groenlandia y la Antártida y el lento resurgimiento de los continentes septentrionales liberados del peso de los glaciares de la era de nieve.

◆ **La capa de nieve ha disminuido en un 10% desde fines del decenio de 1960 en las latitudes medias y elevadas del Hemisferio Norte.** Es también muy probable que durante el siglo XX la duración anual de la capa de hielo de los lagos y los ríos se haya acortado en cerca de dos semanas. Durante este tiempo han retrocedido también casi todos los glaciares montañosos registrados en las regiones no polares. En las últimas décadas, la extensión del hielo del Mar Ártico en primavera y en verano ha disminuido en cerca de 10-15%, y el hielo probablemente ha adelgazado en un 40% durante fines del verano y principios del otoño.

◆ **Hay más precipitaciones en muchas regiones del mundo.** Se ha medido un aumento de 0,5-1% por década en la mayoría de las zonas de latitudes medias y elevadas en los continentes del Hemisferio Norte, acompañado por una expansión del 2% de la capa de nubes. Las precipitaciones de tierras tropicales ( $10^{\circ}\text{N}$  –  $10^{\circ}\text{S}$ ) parecen haber aumentado en un 0,2 – 0,3% por decenio. Por otra parte, durante el siglo XX se ha observado en las zonas terrestres subtropicales del Hemisferio Norte ( $10$ - $30^{\circ}\text{N}$ ) una disminución de cerca del 0,3% por década. En algunas partes de Asia y África parece haberse agravado la frecuencia e intensidad de las sequías.

◆ **La manera en que el clima ha cambiado durante el siglo XX es coherente con lo que se había previsto a raíz de los aumentos en los gases de efecto invernadero y los aerosoles.** Las pautas de calentamiento resultantes de observaciones espaciales son coherentes con las previsiones de los modelos. Por ejemplo, las mediciones realizadas en la superficie desde globos y satélites muestran que bien si la



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

superficie de la tierra se ha estado calentando, la estratosfera se ha enfriado. Además, la tierra se calienta más lentamente por encima de los océanos que sobre la tierra, en particular en las regiones oceánicas en que el agua de la superficie se mezcla hacia abajo, distribuyendo el calentamiento hacia las profundidades de los océanos. Otro ejemplo es la reducción del calentamiento en las zonas afectadas por los aerosoles.

**En general hay pruebas nuevas y más concluyentes de que en gran parte el calentamiento observado en los últimos 50 años puede atribuirse a las actividades humanas.**

### Variaciones de la temperatura de la superficie de la Tierra en: los últimos 140 años

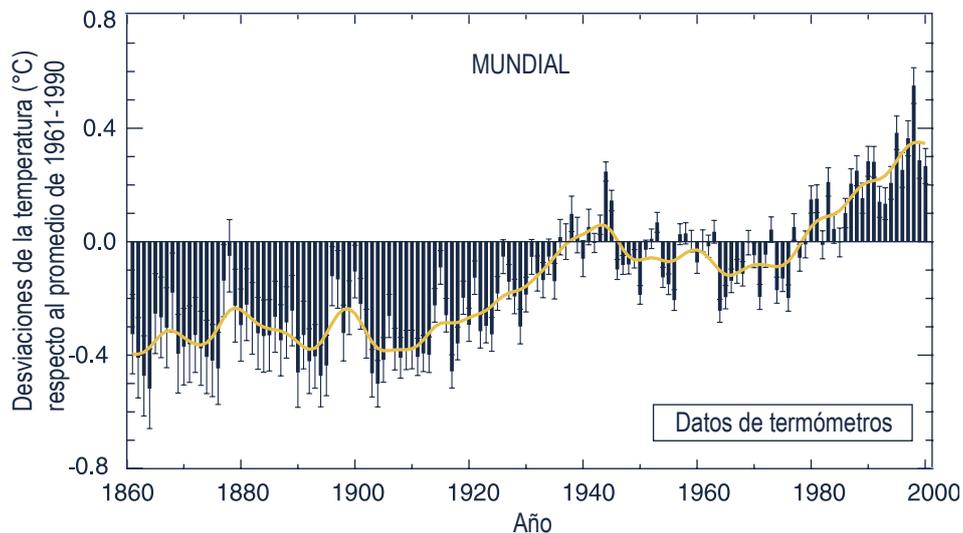


DIAGRAMA: IPCC WG1 SPM página 2: "Variaciones de la temperatura de la superficie de la Tierra para: (a) los últimos 140 años". Asimismo IPCC WG1 TS página 53 figura 7b: Esquema de las variaciones observadas de los indicadores hidrológicos y relacionados con las tormentas.

## La función de los modelos climáticos.

◆ **El sistema climático es sumamente complejo.** Por consiguiente, no existe una manera única de determinar de qué manera el clima ha de cambiar en respuesta a los niveles de gases de invernadero. Si lo único que cambiara fuera la temperatura, sería relativamente sencillo predecir un calentamiento de cerca de 1°C por una duplicación de las concentraciones de dióxido de carbono. Pero esta “respuesta directa” sería casi insignificante, ya que resultaría físicamente imposible que el sistema climático se caliente por encima de 1°C sin que haya cambios en las nubes, el vapor del agua, la nieve y el hielo, etc..

◆ **Por consiguiente, son fundamentales complejas simulaciones informáticas para comprender el cambio climático.** La informática permite a los científicos modelizar la muchas interacciones entre los diferentes componentes del sistema climático. Las proyecciones más detalladas se basan en modelos acoplados de circulación del océano-atmósfera. Estos son similares a los modelos utilizados para predecir el tiempo, en los cuales la leyes físicas que rigen el movimiento de la atmósfera están reducidos a sistemas de ecuaciones que deben resolverse en superordenadores. Sin embargo, los modelos climáticos deben también incluir ecuaciones que representen el comportamiento de los océanos, la vegetación terrestre y la criosfera (hielo del mar, glaciares y casquete glaciar).

◆ **“Las respuestas positivas” en que participan el vapor de agua, la nieve y el hielo pueden amplificar las respuestas directas a las emisiones de gases de invernadero en un factor de 2 a 3.** La nieve y el hielo reflejan la luz del sol muy eficazmente. Si un pequeño calentamiento derrite la nieve antes en el curso del año, el suelo expuesto por debajo absorberá más energía, lo que a su vez causará más calentamiento. Ésta es la principal razón por la que se prevé que la regiones septentrionales se caliente más que las demás en invierno. La respuesta del vapor de agua es aún más importante: el vapor del agua es en sí un poderoso gas de invernadero, y los modelos proyectan que el calentamiento mundial ha de elevar los niveles de vapor de agua en la capa inferior de la atmósfera.

◆ **Los cambios en la cubierta de nubes, las corrientes oceánicas, la química y la biología pueden amplificar o reducir las respuestas.** Los modelos en general predicen que la nubosidad ha de cambiar con el calentamiento del mundo, pero según el tipo y ubicación de las nubes esto podría tener diversos efectos. Las nubes reflejan la luz del sol, lo que significa que una mayor cantidad de nubes tendrá un efecto refrigerante. Pero la mayoría de las nubes, en particular las de latitudes elevadas, también tienen un efecto aislante; al estar muy frías, esparcen energía en el espacio de manera relativamente poco eficiente, con lo que ayudan a mantener el calor del planeta. Así pues, la respuesta neta de las nubes puede ir en cualquiera de los sentidos. Las nubes son el principal motivo de la gran incertidumbre acerca de la envergadura del calentamiento en virtud de un escenario de emisiones determinado.

◆ **La velocidad y escalonamiento del cambio climático dependen en gran medida de la manera en que respondan los océanos.** Las capas superiores de los océanos interactúan con la atmósfera cada año y por ende se prevé que se calienten junto con la superficie de la tierra. Sin embargo, se necesita más de 40 veces de energía para calentar los primeros 100 metros de profundidad del océano, de lo que se necesitaría para calentar toda la atmósfera. En lugares en que la profundidad de los océanos es de varios kilómetros, los océanos han de frenar el calentamiento atmosférico. La medida en que lo frenen dependerá de la profundidad con que penetre el calentamiento. Si bien se han hecho importantes mejoras en la modelización de algunos procesos oceánicos, el intercambio de calor entre la atmósfera y las profundidades de los océanos sigue siendo una importante fuente de incertidumbre.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

◆ **Está creciendo la confianza en la capacidad de los modelos para proyectar el clima futuro.** La representación de muchos procesos, tales como el vapor del agua y el transporte horizontal del calor en los océanos ha mejorado. Los modelos climáticos ofrecen simulaciones fiables del clima, por lo menos en escalas subcontinentales. Han podido reproducir, por ejemplo, las tendencias de calentamiento del siglo XX, así como algunos aspectos del clima en el pasado lejano y el fenómeno de El Niño/Oscilación Austral. A raíz de estas mejoras, se han ejecutado satisfactoriamente varios modelos climáticos sin necesidad de ajustes no físicos (ajuste de flujo o correcciones de flujo) para mantener sus climas estables. Sin embargo, los modelos no pueden simular todos los aspectos del clima. Por ejemplo, todavía no pueden tomar plenamente en cuenta la tendencia observada en la diferencia de temperatura entre la superficie y la capa inferior de la atmósfera. Hay también importantes incertidumbres en lo que respecta a las nubes y su interacción con la radiación y los aerosoles.

Los modelos climáticos son instrumentos científicos, y no bolas de cristal. Los importantes instrumentos de modelización del clima consumen enormes recursos informáticos y resultan tan caros que sólo pueden llevarse a cabo unos pocos experimentos de este tipo por año en todo el mundo. A continuación, la labor que lleva interpretar los resultados de la simulación informática con frecuencia es mayor que la necesaria para llevar a cabo el experimento. Todo este trabajo y gastos puede dar modelos que tengan se aproximen a la verdad. Pero aun los modelos más perfeccionados son representaciones aproximadas de un sistema sumamente complejo, por lo que nunca serán una guía infalible para el futuro. Por consiguiente, es preciso pensar que los modelos climáticos son instrumentos perfeccionados para extender nuestro conocimiento del clima actual y pasado en un futuro no explorado. Como el cambio climático ha de suceder sólo una vez, son el mejor instrumento de que disponemos.

DIAGRAMA: IPCC WG1, página 13: " El clima mundial del siglo XXI", (d) cambio de temperatura, y (e) aumento del nivel del mar

## Las pruebas de los climas pasados.

◆ **El clima de la tierra varía naturalmente.** Cada componente de este sistema complejo evoluciona en una escala temporal diferente. La atmósfera cambia en horas, y es imposible predecir en detalle su comportamiento más allá de unos pocos días. Las capas superiores de los océanos se ajustan durante unas pocas estaciones, mientras que los cambios en las profundidades de los océanos pueden llevar siglos. La vida de la fauna y la flora en la biosfera (que influye en las lluvias y en la temperatura) normalmente necesitan decenios. La criosfera (nieve y hielo) es aún más lenta; los cambios en las capas espesas de hielo llevan siglos. La geósfera (la tierra sólida propiamente dicha) es la que presenta una variación más lenta de todas; la construcción de las montañas y el desplazamiento de los continentes (lo que influye en los vientos y las corrientes oceánicas) tardan millones de años.

◆ **Los cambios naturales en los climas en el pasado con frecuencia ofrecen una perspectiva del cambio climático inducido por el hombre.** Los estudios de los climas pasados ("paleoclimatología") dan la perspectiva de los cambios futuros proyectados en los modelos climáticos. También proporcionan un medio fundamental de verificación de la comprensión de los científicos acerca de los procesos climáticos fundamentales y su capacidad para modelizarlos.

◆ **Se dispone de registros sistemáticos de la temperatura mundial sólo desde 1860.** Éstos incluyen mediciones, desde la tierra, de la temperatura de la atmósfera y de la temperatura de la superficie del mar. Tales datos deben ser verificados cuidadosamente para garantizar que no estén influidos por sesgos introducidos por los cambios en los métodos o sitios de observación. Por ejemplo, muchas estaciones meteorológicas están situadas en ciudades o cerca de ellas. A medida que las ciudades crecen, esto puede tener un efecto de calentamiento significativo en el clima local. Tales efectos deben ser (y son) tenidos en cuenta cuando se estimen los cambios recientes en la temperatura mundial.

◆ **Los estudios de los climas anteriores se basan en pruebas indirectas.** El cambio en los niveles de los lagos, por ejemplo, puede poner de manifiesto el equilibrio pasado entre las lluvias y la evaporación. Los círculos de los árboles, los corales, el casquete glaciar o los sedimentos oceánicos pueden todos preservar información del pasado. Si se combinan mediciones, modelos y labor de investigación, los científicos convierten las cantidades que pueden medir (por ejemplo la composición química de un testigo de hielo) en las variables físicas que desean investigar (tales como la temperatura de la Antártida hace 100.000 años).

◆ **El clima de la tierra ha estado dominado por el periodo glaciar en los últimos millones de años.** Los periodos glaciares casi con seguridad han sido desencadenados por lentos "tambaleos" en el eje de la tierra y su órbita alrededor del sol. Estos tambaleos afectan el volumen total de energía que el planeta recibe del sol y en particular su distribución geográfica. Durante un periodo glaciar, las temperaturas mundiales descienden de 5°C y el manto de hielo avanza sobre gran parte de Europa y América del Norte. Los periodos glaciares están separados por periodos "interglaciares" más cálidos.

◆ **Los cambios en las concentraciones de gases de invernadero pueden haber contribuido a amplificar estos ciclos de periodos glaciares.** Las pequeñas fluctuaciones en la energía que llega del sol debido a los tambaleos de la órbita de la Tierra no son suficientemente amplias para afectar de forma significativa la envergadura de los cambios de la temperatura mundial durante los ciclos del periodo glaciar. Los testigos de hielo muestran que los niveles de gases de invernadero también han variado significativamente y pueden haber desempeñado una función importante en la amplificación de las fluctuaciones de la temperatura.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

◆ **Es posible utilizar reconstrucciones de los climas pasados para verificar las proyecciones del modelo climático.**

La comparación entre una “predicción” extraída de un modelo de los climas del periodo glacial, y las pruebas derivadas de la paleoclimatología ofrece un medio fundamental de verificación de las representaciones de los procesos pertinentes para el futuro cambio climático que surge del modelo. Sin embargo, la evidencia paleoclimática puede ser ambigua; algunas fuentes indican que, en comparación con la actualidad, los mares tropicales eran unos 5°C más fríos en la cresta del último periodo glacial, mientras que otras señalan sólo 1 – 2°C. Como resultado, puede ser difícil separar los errores de los modelos de las incertidumbres en las pruebas.

◆ **El clima parece haber sido notablemente estable desde el último periodo glacial que terminó hace 10.000 años.**

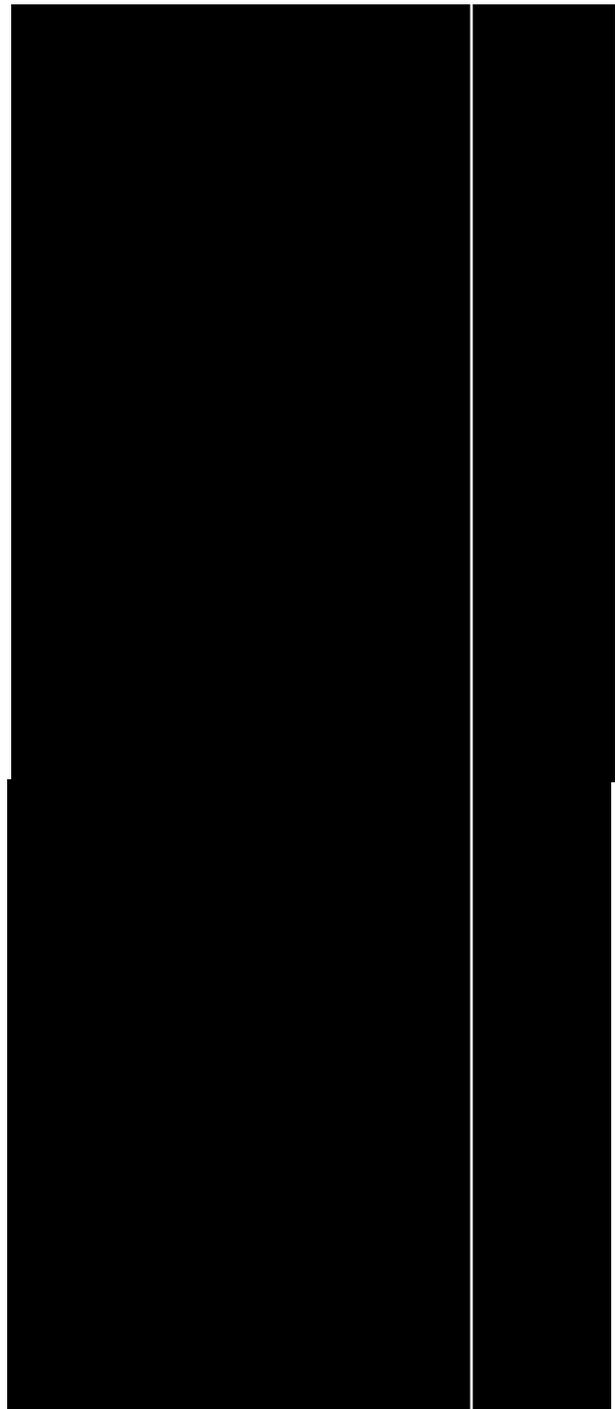
Según las afirmaciones de los científicos, las temperaturas mundiales han variado en menos de 1°C desde el comienzo de la civilización humana. Si se compara con la fluctuaciones manifiestamente extremas y a veces rápidas del clima de los 100.000 años precedentes, este pareciera ser un periodo interglacial relativamente apacible.

◆ **Los modelos predicen que el clima podría ser más cálido para fines del siglo XXI de lo que fue durante cualquier periodo interglacial anterior.**

En el periodo situado entre dos periodos glaciares hace cerca de 125.000 años, la temperatura en gran parte de Europa y Asia parece haber sido aproximadamente 2°C más cálida de lo que es hoy. Sin embargo, los modelos predicen que las temperaturas podrían elevarse mucho más en amplias franjas de esta región durante el siglo XXI, si las emisiones de gases de invernadero continúan como se proyecta.

◆ **Las variaciones abruptas del clima en un pasado muy lejano parecen haber sido traumáticas para la vida sobre la Tierra.**

La historia biológica de la Tierra está jalonada por los denominados “episodios de extinción masivos” durante los cuales una gran fracción de las especies del mundo quedan extinguidas. Hay muchas razones posibles para estas extinciones masivas, pero las constantes indican que algunos de estos acontecimientos coincidieron con cambios relativamente abruptos en el clima, similar en magnitud al tipo de cambio que ahora se predice para el siglo XXI. Durante los próximos 100 años podemos experimentar condiciones desconocidas desde antes que comenzaran los periodos glaciares, hace muchos millones de años.



Fuentes: A) Esquema de la temperatura media mundial recopilada a partir de registros de testigos de hielo del IPCC 1990. B) Esquema de la temperatura mundial estimada a partir de registros geológicos adaptados de T.J. Crowley y G.R. North, *Science*, Vol. 240, págs.996-1002. 1988, convertido en escala para la temperatura mundial, según T.J. Crowley in A. Berger et al. (eds) “Climate and the Geo-Sciences”. Págs. 179-207, Kluwer, 1989. Dinosaurio por David Catling.

## La adaptación a los cambios climáticos.

◆ **Incluso una reducción inmediata y espectacular de las emisiones de gases de invernadero no podría impedir plenamente los efectos del cambio climático.** El sistema climático responde a los cambios en los niveles de gases de invernadero con una desfase en el tiempo, en parte debido a la inercia térmica de los océanos. Las emisiones pasadas y actuales ya han sometido a la tierra por lo menos a algún tipo de cambio climático en el siglo XXI. Los ecosistemas actuales y las sociedades humanas serán sensibles a la magnitud y la velocidad de este cambio. Por consiguiente, si bien el control de las emisiones es fundamental, debe estar combinado con esfuerzos para reducir al mínimo los daños, mediante medidas de adaptación.

◆ **Los sistemas ecológicos y socioeconómicos más vulnerables son los que tienen mayor sensibilidad al cambio climático y menos capacidad de adaptación.** La sensibilidad es el grado en el cual un sistema responde a un cambio determinado en el clima; mide, por ejemplo, en qué medida la composición, estructura y funcionamiento de un ecosistema ha de responder a un determinado aumento de temperatura. La adaptabilidad es el grado en que los sistemas pueden ajustarse en respuesta o en previsión a un cambio de las condiciones. La vulnerabilidad define la medida en que el cambio climático puede perjudicar o dañar un sistema; depende no sólo de la sensibilidad del sistema, si no también de su capacidad de adaptación.

◆ **Los ecosistemas que ya han estado sujetos a presión son particularmente vulnerables.** Muchos ecosistemas son sensibles a las prácticas de gestión del hombre y la creciente demanda de recursos. Por ejemplo, las actividades humanas pueden limitar las posibilidades de que los ecosistemas forestales se adapten naturalmente al cambio climático. La fragmentación de los ecosistemas también ha de complicar los esfuerzos humanos por contribuir en la adaptación, por ejemplo, creando corredores de emigración.

◆ **Los sistemas social y económico tienden a ser más vulnerables en los países en desarrollo con economías e instituciones más débiles.** Además, las personas que viven en tierras áridas o semiáridas, en zonas costeras bajas, en zonas propensas a las inundaciones o en pequeñas islas, están sujetas a riesgos particulares. La mayor densidad de la población en muchas partes del mundo ha hecho que muchas zonas sean más vulnerables a peligros como las tormentas, inundaciones y sequías.

◆ **La adaptación al cambio climático puede ser un acto espontáneo o planificado.** Las personas, las empresas, los gobiernos y la propia naturaleza con frecuencia se adaptan a los impactos del cambio climático sin necesidad de ayuda externa. Sin embargo, en muchos casos las poblaciones necesitan planificar cómo han de reducir al mínimo los costos de los efectos negativos y aumentar al máximo los beneficios de los efectos positivos. Una adaptación planificada puede iniciarse antes, durante o después del comienzo de las consecuencias reales.

◆ **Se dispone de seis estrategias generales de adaptación al cambio climático.** Pueden tomarse medidas por anticipado para prevenir las pérdidas, por ejemplo, construir barreras para contener el aumento de nivel del mar o reforestar las laderas degradadas. Puede ser posible reducir las pérdidas a un nivel tolerable, entre otras cosas, concibiendo nuevas combinaciones de cultivo para asegurar un mínimo garantizado de la producción incluso en las peores condiciones. Se puede aliviar la carga de los directamente afectados por el cambio climático, dispersando o compartiendo las pérdidas, tal vez a través de medidas de socorro oficial en caso de desastres. Las comunidades también pueden cambiar una utilización o actividad que ha dejado



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

de ser viable, o modificar la localización de una actividad, por ejemplo, trasladando de lugar un servicio de energía hidroeléctrica a otro lugar en que haya más agua o desplazando las actividades agrícolas de las pendientes de montaña escarpadas. A veces puede ser mejor restaurar un sitio como por ejemplo, un monumento histórico que se ha vuelto vulnerable a los daños de inundaciones.

◆ **Las buenas estrategias han de basarse en las ideas y adelantos de la legislación, las finanzas la economía, la tecnología, la educación pública y la capacitación y la investigación.** Los avances tecnológicos con frecuencia crean nuevas opciones para los sistemas sujetos a ordenación tales como la agricultura y el abastecimiento de agua. Sin embargo, muchas regiones del mundo actualmente tienen poco acceso a las nueva tecnologías y a la información. La transferencia de tecnología es esencial, así como la disponibilidad de recursos financieros. Las prácticas culturales, educativas, administrativas, institucionales, jurídicas y de reglamentación también son importantes para una adaptación eficaz, en los planos nacional e internacional. Por ejemplo, la capacidad para incorporar los intereses del cambio climático en los planes de desarrollo puede contribuir a garantizar que las nueva inversiones en infraestructura reflejen las probables condiciones futuras.

◆ **Muchas políticas de adaptación serían útiles aun sin el cambio climático.** La variabilidad climática actual, que conlleva episodios climáticos extremos, tales como las sequías e inundaciones, causa mucha destrucción. Un aumento de los esfuerzos para adaptarse a esos episodios contribuiría a reducir los daños a corto plazo, con independencia de los cambios en el clima a más largo plazo. En general, muchas políticas que promueven la adaptación, por ejemplo, mediante el mejoramiento de la gestión de los recursos naturales o el mejoramiento de las condiciones sociales, son también fundamentales para promover el desarrollo sostenible. Sin embargo, pese a esas sinergias, resulta claro que la adaptación también ha de suponer costos reales y no ha de impedir totalmente el daño previsto.

◆ **La elaboración de estrategias de adaptación se ve complicada por la incertidumbre.** No es aún posible cuantificar con precisión los probables efectos futuros sobre un sistema particular en un lugar particular. Ello se debe a que las proyecciones del cambio climático en el plano regional son inciertas, con frecuencia se conocen poco actualmente los procesos naturales y socioeconómicos, y la mayoría de los sistemas están sujetos a muchas presiones diferentes que interactúan. Los conocimientos han aumentado espectacularmente en los últimos años, pero la investigación y el seguimiento seguirán siendo esenciales para una lograr una mejor comprensión de los posibles efectos y las estrategias de adaptación necesarias para abordarlos.

## La agricultura y la seguridad alimentaria.

◆ **La agricultura mundial ha de hacer frente a muchos problemas en los próximos decenios.** La degradación de los suelos y los recursos hídricos ha de crear grandes presiones en la consecución de la seguridad alimentaria para la poblaciones en pleno crecimiento. Estas condiciones pueden verse agravadas por el cambio climático. Si bien un calentamiento mundial de menos de 2,5°C podría no tener efectos significativos en la producción global de alimentos, un calentamiento de más de 2,5°C podría reducir la oferta mundial de alimentos y contribuir a un aumento de los precios de los alimentos.

◆ **Algunas regiones agrícolas se verán amenazadas por el cambio climático, mientras que otras podrían extraer beneficios.** Los efectos en la producción y productividad de los cultivos han de variar considerablemente. La mayor tensión térmica, el desplazamiento de los monzones y los suelos más secos podrían reducir la producción hasta en un tercio en las zonas tropicales y subtropicales, en que los cultivos ya están cerca de su tolerancia máxima al calor. Las zonas medias continentales tales como el cinturón cerealero de los Estados Unidos, extensas secciones de Asia en la latitud media, el África subsahariana y partes de Australia según lo previsto deberían experimentar condiciones más secas y cálidas. En cambio, una prolongación de las temporadas de siembra y un aumento de las lluvias podrían impulsar la producción en muchas regiones templadas; las constantes indican que la temporada ya se ha prolongado en el Reino Unido, Escandinavia, Europa y América del Norte.

◆ **Las temperaturas más elevadas han de influir en las pautas de producción.** El crecimiento de las plantas y la salud podrían resultar beneficiados al haber menos heladas y temperaturas glaciales, pero algunos cultivos podrían resultar perjudicados por el aumento de las temperaturas, particularmente si está combinado con escasez de agua. La maleza puede expandir su zona de distribución hacia hábitas de latitudes más elevadas. Hay también algunas pruebas de que la expansión hacia los polos de los insectos y las enfermedades de las plantas agravaría el riesgo de pérdida de los cultivos.

◆ **La humedad del suelo se verá afectada por el cambio de las pautas de las precipitaciones.** Sobre la base de un calentamiento mundial de 1,4 –5,8°C en los próximos 100 años, los modelos climáticos proyectan que ha de aumentar la evaporación y las precipitaciones, así como la frecuencia de las lluvias torrenciales. Mientras que algunas regiones podrían volverse más húmedas, en otras el efecto neto de una intensificación del ciclo hidrológico será la pérdida de la humedad del suelo y una mayor erosión. Algunas regiones que ya son propensas a la sequía podrían sufrir periodos secos más largos y más severos. Los modelos también proyectan un desplazamiento estacional en las pautas de las precipitaciones; la humedad del suelo disminuirá en algunas regiones continentales de latitud media durante el verano, mientras que la lluvia y la nieve probablemente aumentarán en las latitudes elevadas durante el invierno.

◆ **Una mayor cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera podría impulsar la productividad.** En principio, los niveles más elevados de CO<sub>2</sub> deberían estimular la fotosíntesis en determinadas plantas. Ello se aplica particularmente a las llamadas plantas de categoría C<sub>3</sub>, debido a que la mayor parte del dióxido de carbono tiende a suprimir la fotorespiración. Las plantas C<sub>3</sub> representan la mayoría de las especies de todo el mundo, especialmente en los hábitas más cálidos y húmedos, e incluyen gran parte de especies de cultivos, tales como el trigo, el arroz, la cebada, la mandioca y la patata. Los experimentos basados en un aumento del 50% de las concentraciones actuales de CO<sub>2</sub> han confirmado que la “fertilización con CO<sub>2</sub>” podría aumentar la producción media de cultivos C<sub>3</sub> en un 15% en condiciones óptimas. Las plantas C<sub>4</sub>



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

también utilizarían el agua de forma más eficiente, pero los efectos en la producción serían menores si no hay escasez de agua. Las plantas C4 incluyen a los cultivos tropicales como el maíz, la caña de azúcar, el sorgo y el mijo, que son importantes para seguridad alimentaria de muchos países en desarrollo, así como para el pasto y las hierbas de forraje. Estos efectos positivos, sin embargo, podrían verse reducidos si hay cambios en las temperaturas, las precipitaciones, las plagas y la disponibilidad de nutrientes.

◆ **La productividad de las praderas y pastizales también se vería afectada.** Por ejemplo, el ganado podría resultar más oneroso si la perturbación agrícola lleva a un aumento de los precios de los cereales. En general, al parecer los sistemas de ganadería sujetos a una intensa ordenación podrían adaptarse más fácilmente al cambio climático que los sistemas de cultivo. Sin embargo, esto podría no aplicarse a los sistemas pastorales, en que las comunidades tienden adoptar nuevos métodos y tecnologías más lentamente y el ganado depende más plenamente de la productividad y calidad de las praderas, que podrían verse degradadas.

◆ **La producción mundial de las pesquerías marinas debería permanecer invariable ante el calentamiento mundial.** Los principales efectos se observarán en los planos nacional y local, en la medida en que cambie la combinación de las especies y la población responda cambiando de lugar las pesquerías. Estos posibles efectos locales podrían amenazar la seguridad alimentaria de los países que dependen en gran medida de la pesca. En general, algunos de los efectos positivos del cambio climático serían una prolongación de las temporadas de cultivos, un menor mortalidad natural en invierno, y un índice de crecimiento más rápido en las latitudes más elevadas. Los cambios negativos serían una perturbación en las pautas establecidas de reproducción, las rutas migratorias, y las relaciones del ecosistema.

◆ **Los riesgos a la seguridad alimentaria son primordialmente locales y nacionales.** Los estudios indican que la producción agrícola mundial podría mantenerse en relación con los niveles de referencia previstos en los próximos 100 años si el cambio de clima es moderado (calentamiento por debajo de 2°C). Sin embargo, los efectos regionales variarían ampliamente, y algunos países podrían experimentar una reducción de la producción incluso si toman medidas para adaptarse. Esta conclusión toma en cuenta los efectos benéficos de la fertilización del CO<sub>2</sub>, pero no otros posibles efectos del cambio climático, entre ellos, los cambios en las plagas y los suelos agrícolas.

◆ **Las personas más vulnerables son las que no tienen tierra, son pobres y están aisladas.** Las condiciones mediocres del comercio, la escasa infraestructura, la falta de acceso a la tecnología y la información y los conflictos armados, harán más difíciles que estas personas puedan hacer frente a las consecuencias del cambio climático en la agricultura. Muchas de las zonas más pobres del mundo, que dependen de sistemas agrícolas aislados en regiones semiáridas y áridas, están expuestas a los mayores riesgos. Muchas de estas poblaciones expuestas viven en el África subsahariana, el Asia meridional, oriental y sudoriental, la zonas tropicales de América Latina y algunos países insulares del Pacífico.

◆ **Las políticas eficaces pueden contribuir a mejorar la seguridad alimentaria.** Los efectos negativos del cambio climático pueden verse limitados por los cambios en los cultivos y las variedades de cultivos, mejores sistemas de gestión de agua y de riego, programas de siembra y prácticas de labranza adaptadas y mejor gestión de las cuencas y planificación del uso de la tierra. Además de abordar las respuestas fisiológicas de las plantas y los animales, las políticas pueden tratar de mejorar la manera en que los sistemas de producción y distribución hacen frente a las fluctuaciones en el producto.

## Niveles del mar, océanos y zonas costeras.

◆ **El nivel del mar medio mundial se ha elevado de 10 a 20 cm. en los últimos 100 años.** El ritmo del aumento ha sido de 1-2 mm por año, es decir como unas 10 veces más rápidamente que el ritmo observado en los últimos 3.000 años. Es probable que gran parte de este aumento se relacione con un aumento de 0,6+- 0,2°C en la temperatura media mundial de la capa inferior de la atmósfera desde 1860. En la actualidad se están detectando efectos relacionados, entre ellos un calentamiento de las temperaturas de la superficie del mar, la fusión del hielo de los mares, una mayor evaporación y cambios en la red alimentaria marina.

◆ **Los modelos proyectan que los niveles del mar se elevarán otros 9 a 88 cm para el año 2.100.** Esto ocurrirá debido a la expansión térmica del agua oceánica en proceso de calentamiento y una afluencia de agua dulce de los glaciares y hielos en proceso de fusión. La velocidad, magnitud y orientación del cambio en el nivel del mar ha de variar según el lugar y la región, en respuesta a las características de la línea de costa, los cambios en las corrientes oceánicas, las diferencias en las pautas de mareas y la densidad del agua del mar, así como los movimientos verticales de la propia Tierra. Se prevé que el nivel del mar siga aumentando durante cientos de años después de que las temperaturas atmosféricas se estabilicen.

◆ **Las zonas costeras y las pequeñas islas son sumamente vulnerables.** En las últimas décadas las costas se han modificado y urbanizado intensamente, lo que las hace aún más vulnerables a un aumento del nivel del mar. Los países en desarrollo, con sus economías e instituciones más débiles, están expuestos a los riesgos más graves, pero las zonas costeras bajas de los países desarrollados pueden también verse gravemente afectadas. Ya en los últimos 100 años, el 70% de las líneas de costas arenosas ha estado retrocediendo.

◆ **Las inundaciones y la erosión costera se agravarían.** La intrusión de agua salada ha de reducir la cantidad y calidad del abastecimiento de agua dulce. El aumento del nivel del mar podría también causar episodios extremos tales como mareas altas, tormentas repentinas y olas marinas sísmicas (tsunami) que causen mayor destrucción. La elevación del nivel del mar ya está contaminando las fuentes subterráneas de agua dulce en Israel y Tailandia, en los pequeños atolones dispersos a través del Pacífico y el Océano Índico y el Mar del Caribe, y en algunos de los deltas más productivos del mundo, tales como el Delta Yangtze de China y el Delta Mekong de Vietnam.

◆ **El aumento del nivel del mar podría dañar sectores económicos fundamentales...**Una gran cantidad de alimentos se produce en las zonas costeras, lo que hace particularmente vulnerables a las pesquerías, la acuicultura y la agricultura. Otros sectores más expuestos a riesgos son el turismo, los asentamientos humanos y los seguros (que ya han sufrido pérdidas sin precedentes últimamente, debido a episodios climáticos extremos). El aumento previsto del nivel del mar inundaría gran parte de las tierras bajas del mundo, perjudicando las tierras de cultivo y desplazando millones de personas de las comunidades costeras y de pequeñas islas.

◆ **...y amenazarían la salud humana.** El desplazamiento de las comunidades de zonas anegadas, particularmente las que tienen escasos recursos, aumentaría el riesgo de diversas infecciones, y enfermedades psicológicas y de otro tipo. Los insectos y otros vectores transmisores de enfermedades se dispersarían en las nuevas zonas. La perturbación de los sistemas de saneamiento, el drenaje del agua de tormentas y la evacuación de alcantarillado también tendrían consecuencias para la salud.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

◆ **Algunos valiosos ecosistemas estarían expuestos a graves riesgos.** Las zonas costeras contienen algunos de los ecosistemas más diversos y productivos del mundo, lo que incluye los bosques de manglares, los arrecifes de coral y las algas marinas. Los deltas de tierras bajas, los atolones y arrecifes de coral son particularmente sensibles a los cambios en la frecuencia e intensidad de las lluvias y tormentas. Los corales generalmente crecerán con suficiente rapidez para ajustarse al aumento del nivel del mar, pero podrían ser dañados por las temperaturas marinas más cálidas.

◆ **Los ecosistemas oceánicos también podrían resultar afectados.** Además del mayor nivel del mar, el cambio climático ha de reducir la capa de hielo del mar; en las últimas dos décadas se han medido disminuciones de hasta el 14% en el Ártico, y desde mediados del decenio de 1950 a principios del decenio de 1970 se ha registrado una disminución del 25% en el Antártico. El cambio climático también alterará las pautas de circulación oceánica, la mezcla vertical de las aguas y las pautas de las olas. Se puede prever que estos cambios afectan la productividad biológica, la disponibilidad de nutrientes y la estructura y funciones ecológicas de los ecosistemas marinos. El cambio de la temperatura también causaría desplazamientos geográficos en la diversidad biológica, particularmente en las regiones de latitudes elevadas, en que aumentaría el periodo de cultivos (siempre que la luz y los nutrientes permanezcan invariables). Cualquier cambio en la actividad del plancton podría afectar la capacidad de los océanos para absorber y almacenar carbono. Este podría “responder” al cambio climático, moderando o impulsando dicho cambio.

◆ **Diversas fuerzas naturales influirán en los efectos del aumento del nivel del mar.** Las zonas costeras son sistemas dinámicos. La sedimentación, las defensas físicas o bióticas (como los arrecifes de coral) y otras condiciones locales han de interactuar con el aumento del agua del mar. Por ejemplo, las fuentes de agua dulce en las zonas costeras serán más o menos vulnerables según el cambio de la afluencia de agua dulce y el volumen del cuerpo de agua dulce. La supervivencia de los pantanos salitrosos y los bosques de manglares dependerá en parte de que la sedimentación aumente a mayor o menor velocidad que el nivel del mar en el plano local. Es más probable que la sedimentación supere el aumento del nivel del mar en las regiones ricas en sedimentos en Australia, en que las fuertes corrientes de marea redistribuyen los sedimentos, que en los entornos con pocos sedimentos como el Caribe.

◆ **Las actividades humanas también contribuirán.** Las carreteras, los edificios y otras infraestructuras podrían limitar o afectar la respuesta natural de los ecosistemas costeros al aumento del nivel del mar. Además, la contaminación, los depósitos de sedimentos y el desarrollo de la tierra han de influir en la manera en que las aguas costeras respondan a los efectos el cambio climático y lo compensen.

◆ **Se dispone de muchas opciones de política para adaptarse al aumento del nivel del mar.** Como están en juego valores ambientales, económicos, sociales y culturales muy sensibles, algunos efectos indirectos pueden ser inevitables. Entre las posibles estrategias de intervención pueden mencionarse la protección de diques, el reestablecimiento de las dunas, la creación de tierras húmedas, normas de viviendas (nuevos códigos de edificación, protección de los ecosistemas amenazados) y un retiro planificado (reglamentaciones contra nuevas urbanizaciones costeras). Algunos países como Australia, China, Japón, los Países Bajos, el Reino Unido y los Estados Unidos ya han diseñado corredores de retiro en los que se suprimirán las edificaciones para permitir que las preciosas tierras húmedas se desplacen hacia el interior. Otras respuestas específicas son la protección de los puertos, el fortalecimiento de la gestión de las pesquerías y el mejoramiento de las normas de diseño para las estructuras al frente de las costas.

## Diversidad biológica y ecosistemas.

◆ **La diversidad biológica, fuente de un enorme valor ambiental, económico y cultural, se verá amenazada por el rápido cambio climático.** La composición y distribución geográfica de los ecosistemas ha de cambiar a medida de que cada alguna de las especies responda a las nuevas condiciones creadas por el cambio climático. Al mismo tiempo, los hábitas podrían degradarse y fragmentarse en respuesta a otras presiones humanas. Las especies que no puedan adaptarse con suficiente rapidez podrían extinguirse, lo que representaría una pérdida irreversible.

◆ **Las especies y los ecosistemas ya han comenzado a responder al calentamiento mundial.** Los científicos han observado cambios inducidos por el clima por lo menos en 420 procesos físicos y especies o comunidades biológicas. Entre los cambios pueden mencionarse que la llegada más temprano de las aves migratorias en la primavera, y su partida más tarde en el otoño, una prolongación de la temporada de cultivo europea, de 10,8 días, para los huertos de especies combinadas controlados desde 1959 a 1993, un periodo de reproducción más temprano en primavera para muchas aves y anfibios, y el movimiento hacia el Norte de mariposas, grillos y moscas dragones que son sensibles al frío.

◆ **Los bosques se adaptan lentamente a la evolución de las condiciones.** Las observaciones, los experimentos y los modelos demuestran que el funcionamiento y la composición de los bosques se vería afectada por un aumento sostenido de sólo 1°C en la temperatura media mundial. La composición de las especies en los bosques actuales cambiará, y podría establecerse una nueva combinación de especies, y por ende, nuevos ecosistemas. Entre otras tensiones causadas por el calentamiento figurarán más plagas, patógenos e incendios. Como se prevé que las latitudes más elevadas han de calentarse más que las latitudes ecuatoriales, los bosques boreales estarán más afectados que los bosques templados y tropicales; los bosques boreales de Alaska ya se están expandiendo hacia el Norte a una velocidad de 100 kilómetros por grado centígrado.

◆ **Los bosques desempeñan una importante función en el sistema climático.** Son los principales depósitos de carbono, y contienen un 80% de todo el carbono almacenado en toda la vegetación terrestre, y cerca del 40% del carbono que reside en el suelo. Durante la transición de un tipo de bosque a otro, pueden emitirse grandes cantidades de carbono en la atmósfera si la mortalidad libera el carbono más fácilmente de lo que puede absorberse mediante la regeneración y el crecimiento. Los bosques también afectan directamente el clima a escala local, regional y continental, al influir en la temperatura del suelo, la evapotranspiración, la topografía irregular, el albedo (o reflectividad), la formación de nubes y las precipitaciones.

◆ **Los desiertos y ecosistemas áridos y semiáridos pueden volverse más extremos.** Con pocas excepciones, se proyecta que los desiertos se vuelvan más cálidos pero no significativamente más húmedos. Las temperaturas más altas podrían amenazar a los organismos que existen actualmente cerca de sus límites de tolerancia térmica.

◆ **En las praderas se podrían experimentar una alteración de las temporadas de cultivo.** Las praderas albergan aproximadamente al 50% del ganado del mundo y en ellas también habitan especies silvestres. Los cambios de temperatura y precipitaciones pueden configurar nuevamente la fronteras entre las praderas, la zona arbustiva, los bosques y otros ecosistemas. En las regiones tropicales esos cambios en los ciclos de la evapotranspiración podrían afectar significativamente la productividad y la combinación de especies.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

◆ **Las regiones montañosas ya están sujetas a una importante tensión debido a las actividades humanas.** La disminución proyectada en los glaciares montañosos, el permafrost y la capa de nieve han de afectar aún más la estabilidad del suelo y los sistemas hidrológicos (ya que la mayoría de los sistemas fluviales nacen en las montañas). A medida que los ecosistemas y las especies se ven obligados a emigrar hacia la cúspide de las montañas, aquellos que están limitados a las cimas montañosas pueden no tener donde ir y extinguirse; las observaciones muestran algunas especies vegetales están subiendo en altitud, de uno a cuatro metros por decenio, en los Alpes europeos, y que algunas especies de cimas de montaña ya han desaparecido. También se verán afectados la agricultura, el turismo, la energía hidroeléctrica, la tala de árboles y otras actividades económicas. La alimentación y los recursos de combustible de las poblaciones indígenas en muchos países en desarrollo podrían verse perturbados.

◆ **La criosfera ha de seguir contrayéndose.** La criosfera que representa cerca del 80% del agua dulce, abarca toda la nieve, hielo y permafrost de la tierra. El permafrost está desapareciendo en todo el mundo incluso alrededor del Lago Baikal en Siberia, el lugar más frío del Hemisferio Norte, desestabilizando la infraestructura y liberando carbono y metano adicional en la atmósfera. Los glaciares montañosos se están reduciendo; casi dos terceras partes de los glaciares del Himalaya se han contraído en el pasado decenio, y los glaciares andinos han retrocedido de forma espectacular o desaparecido. Esto ha de afectar los ecosistemas y comunidades vecinas, así como las corrientes fluviales estacionales y los suministros de agua, lo que a su vez tiene consecuencias en la energía hidroeléctrica y la agricultura. Los paisajes de muchas cadenas montañosas y regiones polares han de cambiar de forma impresionante. La reducción del hielo de los mares podría prolongar la temporada de navegabilidad para determinados ríos y zonas costeras. El hielo del Mar Ártico ha adelgazado en un 40% en los últimos 30 años, y su extensión se ha contraído en cerca de 10 al 15%. Pese a estos muchos efectos de contracción, no se prevé que el manto de hielo de Groenlandia cambie mucho durante los próximos 50 a 100 años.

◆ **Las tierras húmedas no sujetas a mareas también se verán reducidas.** Las zonas de aguas abiertas y anegadas ofrecen refugio y zona de reproducción a muchas especies. También contribuyen a mejorar la calidad del agua y a controlar las inundaciones y sequías. Los estudios de varios países indican que un clima más cálido ha de contribuir a la disminución de las tierras húmedas debido a una mayor evaporación. Al alterar sus regímenes hidrológicos, el cambio climático influirá en las funciones biológicas, bioquímicas e hidrológicas de estos ecosistemas, así como su distribución geográfica.

◆ **Las actividades humanas también pueden contribuir a que los ecosistemas naturales se adapten al cambio climático.** La creación de corredores naturales de emigración y la ayuda a especies concretas para que emigren redundaría en beneficio de los ecosistemas forestales. La reforestación y la “gestión integrada” de los incendios, las plagas y las enfermedades también pueden contribuir. Se pueden apoyar las praderas a través de una selección activa de especies vegetales, el control de las poblaciones animales y nuevas estrategias de pastoreo. Se pueden restablecer e incluso crear tierras húmedas. Las tierras desertificadas podrían adaptarse mejor si se alientan las especies tolerantes a las sequías y mejores prácticas de conservación del suelo.

## Recursos hídricos.

◆ **El cambio de las pautas de la precipitaciones ya está afectando los abastecimientos de agua.**

Cada vez caen más lluvias torrenciales y nieves intensas en las latitudes medias y elevadas del Hemisferio Norte, al mismo tiempo que las lluvias han disminuido en las zonas tropicales y subtropicales en ambos hemisferios. En extensas partes de Europa oriental, Rusia occidental, Canadá central y California, las corrientes de agua máximas se han desplazado de la primavera al invierno, en la medida en que las precipitaciones caen más en forma de lluvia que de nieve, y el agua alcanza los ríos más rápidamente. Mientras tanto, en las grandes cuencas africanas del Níger, el Lago Chad y el Senegal el agua total disponible ha disminuido de un 40 a 60%.

◆ **El cambio climático ha de provocar más precipitaciones, pero también mayor evaporación.** En

general, esta aceleración del ciclo hidrológico ha de dar como resultado un mundo más húmedo. La cuestión es determinar en qué medida esta humedad ha de finalizar cuando sea necesario.

◆ **Las precipitaciones probablemente aumentarán en algunas zonas y disminuirán en otras.** La

realización de predicciones regionales se complica por la extrema complejidad del ciclo hidrológico; un cambio en las precipitaciones puede afectar la humedad de la superficie, la reflectividad y la vegetación, que luego han de tener repercusiones en la evapotranspiración y la formación de nubes, lo que a su vez afecta a las precipitaciones. Además, el sistema hidrológico responde no sólo a los cambios en el clima y las precipitaciones, si no también a las actividades humanas como la deforestación, la urbanización y la utilización excesiva de los abastecimientos de agua.

◆ **El cambio de las pautas de precipitaciones ha de afectar la cantidad de agua que se capta.**

Muchos modelos climáticos indican que los aguaceros en general se vuelven más intensos. Esto ha de incrementar las escorrentías y e inundaciones y reducir al mismo tiempo la capacidad del agua para infiltrarse en el suelo. El cambio en las pautas estacionales puede afectar la distribución regional de los suministros de agua subterránea y superficial. En el plano local, la vegetación y las propiedades físicas de las zonas de captación influirán aún más en la cantidad de agua que se retenga.

◆ **Cuanto más seco sea el clima, más sensible es la hidrología local.** En los climas secos, cambios

relativamente pequeños de la temperatura y las precipitaciones pueden causar cambios relativamente grandes en las escorrentías. Por consiguiente, las regiones áridas y semiáridas serán particularmente sensibles a la disminución de las lluvias y a la mayor evaporación y transpiración de las plantas. Muchos modelos climáticos proyectan una reducción de las precipitaciones en las regiones ya secas de Asia central, el Mediterráneo, África meridional y Australia.

◆ **En las regiones de latitudes elevadas puede haber más escorrentías debido a las mayores precipitaciones.** Las escorrentías también se verán afectadas por la reducción de las nevadas, la nieve

profunda y el hielo de glaciares, particularmente en primavera y verano, cuando se utilizan tradicionalmente para el suministro de hidroelectricidad y la agricultura. Todos los modelos de cambio climático muestran una mayor humedad del suelo en invierno en las latitudes elevadas septentrionales. La mayoría de los modelos producen menos humedad del suelo en verano en las latitudes medias septentrionales, incluidas las zonas importantes de producción de cereales; estas proyecciones son más coherentes para Europa que para América del Norte.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

- ◆ **Los efectos en los trópicos son más difíciles de predecir.** Diferentes modelos climáticos producen resultados diferentes para la futura intensidad y distribución de las lluvias tropicales. Sin embargo, se prevé que en África meridional aumenten las precipitaciones de junio a agosto, mientras que en América Central se esperan menos lluvias durante esos meses.
- ◆ **Las nuevas pautas de escorrentías y evaporación han de afectar los ecosistemas naturales.** Los ecosistemas de agua dulce responderán a las alteraciones de los regímenes de inundaciones y niveles del agua. Los cambios en la temperatura del agua y la estructura térmica de las aguas dulces podrían afectar la supervivencia y el crecimiento de determinados organismos, y la diversidad y productividad de los ecosistemas. Los cambios en las escorrentías, las corrientes de aguas subterráneas y las precipitaciones directamente sobre los lagos y arroyos afectarían los nutrientes y el oxígeno disuelto, y por consiguiente la calidad y claridad del agua.
- ◆ **Los embalses y depósitos también resultarían afectados.** El almacenamiento de agua artificial podría disminuir en la medida en que las lluvias extremas y deslizamientos de terreno estimulan la sedimentación y, de esta manera, reducen la capacidad de depósito. Un aumento en las lluvias extremas e inundaciones también llevaría a que se pierda más agua en forma de escorrentías. A largo plazo, esto también afectaría los acuíferos. Los cambios en la cantidad y frecuencia de las precipitaciones también podrían influir en la calidad del agua.
- ◆ **La elevación de los mares podría invadir las fuentes costeras de agua dulce.** Los acuíferos costeros de agua dulce podrían quedar contaminados por una intrusión salina en la medida en que se eleva el agua subterránea salada. El movimiento de los estuarios situados al frente del agua salada afectaría a las centrales de bombeo de agua dulce ríoarriba, las pesquerías en las aguas mezcladas y la agricultura.
- ◆ **Un menor abastecimiento de agua crearía una tensión adicional para las poblaciones, la agricultura y el medio ambiente.** Ya unos 1.700 millones de personas, es decir la tercera parte de la población mundial, vive en países en que los recursos hídricos están sujetos a tensión, cifra que debería ascender a 5.000 millones para 2025. El cambio ha de exacerbar las tensiones causadas por la contaminación, el crecimiento de la población y las economías. Las regiones más vulnerables son las regiones áridas y semiáridas, algunas costas bajas, los delta y las pequeñas islas.
- ◆ **Podrían aumentar las tensiones debido a la presión adicional.** Los vínculos entre el cambio climático, la disponibilidad de agua, la producción de alimentos, el crecimiento de la población y el crecimiento económico son muchos y complejos. Sin embargo, es probable que el cambio climático agrave las tensiones económicas y políticas, particularmente en las regiones afectadas por la escasez de recursos hídricos. Una serie de importantes sistemas hídricos están compartidos por uno o más países, y en muchos casos ello ha sido fuente de conflictos internacionales.
- ◆ **Una mejor gestión de los recursos hídricos podría contribuir a reducir la vulnerabilidad.** Es preciso desarrollar nuevos abastecimientos y utilizar más eficientemente los actuales. Las estrategias a largo plazo para el suministro y la gestión de la demanda podrían incluir reglamentaciones y tecnologías para controlar directamente la utilización de la tierra y el agua, e incentivos e impuestos que afectan indirectamente los comportamientos, la construcción de nuevos depósitos y tuberías para impulsar los suministros, mejoras en las operaciones e instituciones de gestión del agua, y el estímulo de soluciones locales o tradicionales. Entre otras medidas de adaptación podrían mencionarse proteger la vegetación al lado del agua, restablecer los canales fluviales a su forma natural y reducir la contaminación del agua.

## Salud humana.

◆ **Se prevé que el cambio climático tenga consecuencias a largo alcance para la salud humana.** La salud pública depende de suficientes alimentos, agua potable segura, viviendas seguras, buenas condiciones sociales y un entorno ambiental y social adaptado para controlar las enfermedades infecciosas. Todos estos factores pueden verse afectados por el clima.

◆ **Las olas de calor están vinculadas a las enfermedades cardiovasculares, respiratorias y de otro tipo.** Se puede prever que aumenten las enfermedades y muertes debidas a estas causas, especialmente las personas ancianas y los pobres de las ciudades. Aunque se proyecta que los problemas más graves para la salud se produzcan en las ciudades de latitudes medias y elevadas, los inviernos más suaves en los climas más templados probablemente reducirían las muertes relacionadas con el frío en algunos países. Una mayor frecuencia de una meteorología cálida o calurosa, las inversiones térmicas (un fenómeno meteorológico podría demorar la dispersión de los contaminantes) y los incendios en el medio silvestre también podrían agravar la calidad de la atmósfera en muchas ciudades.

◆ **Al reducir los abastecimientos de agua dulce, el cambio climático podría afectar los recursos hídricos y el saneamiento.** Esto a su vez podría reducir el agua disponible para beber y lavar. También disminuiría la eficiencia de los sistemas locales de alcantarillado, lo que llevaría a una mayor concentración de bacterias y otros microorganismos en los suministros de agua no depurada. La escasez del agua podría obligar a las poblaciones a utilizar fuentes de agua dulce de calidad inferior, tales como los ríos, que con frecuencia están contaminados. Todos estos factores darían como resultado una mayor incidencia de las enfermedades diarreicas.

◆ **Un aumento en la frecuencia o intensidad de los episodios meteorológicos extremos representaría una amenaza.** Las olas de calor, las inundaciones, las tormentas y las sequías pueden causar muertes y lesiones, hambre, el desplazamiento de poblaciones, brotes de enfermedades y perturbaciones ecológicas. Si bien los científicos no saben en qué medida el cambio climático ha de afectar la frecuencia de las tormentas, proyectan que algunas regiones experimentarán mayores inundaciones o sequías. Además, se prevé que las inundaciones costeras se agraven debido al aumento del nivel del mar, a menos que se mejoren las defensas.

◆ **La seguridad alimentaria podría verse socavada en las regiones vulnerables.** La disminución local de la producción de alimento conduciría a una mayor malnutrición y hambre, con consecuencias en la salud a largo plazo, especialmente para los niños.

◆ **Las mayores temperaturas podrían alterar la distribución geográfica de especies que transmiten enfermedades.** En un mundo más cálido, los mosquitos, las garrapatas y los roedores podrían expandir sus zonas de distribución a latitudes y altitudes más elevadas. Los modelos de impacto del cambio climático indican que los principales cambios en las posibilidades de transmisión del paludismo han de producirse en los bordes (en lo que se refiere a la altitud y latitud) de las actuales zonas expuestas al riesgo del paludismo; en general las poblaciones de estas zonas fronterizas no habrán desarrollado la inmunidad a la enfermedad. La transmisión estacional y la distribución de muchas otras enfermedades que se transmiten por los mosquitos (dengue, fiebre amarilla) y las garrapatas (enfermedad de Lyme, síndrome pulmonar hantavirus, encefalitis transmitida por las garrapatas) también podrían verse afectadas por el cambio climático. Además,



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

los cambios inducidos por el clima en la formación y persistencia del polen, las esporas y algunos contaminantes podrían promover más enfermedades asmáticas, desórdenes alérgicos y enfermedades cardiorrespiratorias.

◆ **Los mares más cálidos también podrían contribuir en la propagación de enfermedades.** Los estudios realizados con la utilización de la teledetección han indicado una relación entre los casos de cólera y la temperatura de la superficie del mar en la Bahía de Bengala. Hay también pruebas de una asociación entre el fenómeno de El Niño (que calienta las aguas del Pacífico sudoccidental) y las epidemias de paludismo y dengue. Una mayor producción de patógenos y biotoxinas acuáticas podría poner en peligro la seguridad de los mariscos. Las aguas más cálidas también aumentarían la aparición de floraciones de algas tóxicas.

◆ **Las poblaciones deberán adaptarse o intervenir para reducir al mínimo estos mayores riesgos a la salud.** Se dispone de muchas medidas eficaces. Lo más importante, urgente y económico en función de los costos es reconstruir la infraestructura que se ha deteriorado en los últimos años en algunos países. Muchas enfermedades y problemas de salud pública que pueden verse exacerbados por el cambio climático podrían prevenirse eficazmente con suficientes recursos financieros y humanos. Las estrategias de adaptación pueden incluir la vigilancia de las enfermedades infecciosas, los programas de saneamiento, la preparación para desastres, un mejor control del agua y la contaminación, una enseñanza pública dirigida al comportamiento personal, la capacitación de los investigadores y profesionales de la salud y la introducción de tecnologías de protección tales como mejoras en la vivienda, el aire acondicionado, la depuración del agua y la vacunación.

◆ **La evaluación de los posibles efectos del cambio climático en la salud presenta muchas incertidumbres.** Los investigadores deben considerar no solamente los futuros escenarios del cambio climático, sino también factores climáticos. Por ejemplo, las tendencias en las condiciones socioeconómicas pueden tener importantes efectos en la vulnerabilidad de la población. Resulta claro que las comunidades pobres serán más vulnerables a los efectos del cambio climático en la salud que las comunidades más ricas.

## Asentamientos humanos, energía e industria.

◆ **El cambio climático ha de afectar los asentamientos humanos.** Los asentamientos que dependen en gran medida de la pesca comercial, la agricultura de subsistencia y otros recursos naturales son particularmente vulnerables. También están expuestas a riesgos las zonas de tierras bajas y deltas, las grandes ciudades costeras, los campamentos precarios situados en llanuras inundadas y en las laderas abruptas, los asentamientos en las zonas boscosas en que pueden aumentar los incendios naturales estacionales, y los asentamientos sujetos a la tensión del crecimiento demográfico, la pobreza y la degradación del medio ambiente. En todos los casos, las poblaciones pobres serán las más afectadas. Si bien el cambio climático con frecuencia tendrá menos impactos en este sector que en el desarrollo económico, el cambio tecnológico y otras fuerzas sociales y ambientales, es probable que exacerbe la tensión total a que están sujetos los asentamientos.

◆ **La infraestructura será más vulnerable a las inundaciones y deslizamientos de terreno.** Los episodios de precipitaciones más intensos y frecuentes deberían según lo previsto intensificar las inundaciones urbanas. También estarían más expuestas a riesgos de inundaciones los asentamientos situados a lo largo de ríos y dentro de llanuras anegadas. Los mayores riesgos de deslizamientos de tierras se plantearían en las zonas situadas en las laderas de montañas.

◆ **Se prevé que los ciclones tropicales sean más destructivos en algunas zonas.** Estos masivos sistemas de tormentas también conocidos como huracanes y tifones combinan los efectos de una intensa lluvia, vientos fuertes y tormentas repentinas y aumento del nivel del mar. El riesgo consiste en que la temperatura más cálida de los océanos aumente la frecuencia e intensidad de dichas tormentas.

◆ **El calentamiento, la sequedad y las inundaciones podrían socavar los abastecimientos de agua.** Los asentamientos situados en regiones en las que ya escasea el agua, incluida gran parte de África del Norte, Oriente Medio, Asia sudoccidental, partes septentrionales de América del Norte y algunas islas del Pacífico, deberían según lo previsto hacer frente a una demanda aún mayor de agua a medida que el clima se calienta. No hay maneras obvias y económicas para obtener el mayor suministro de agua dulce en estas regiones. En algunas, las inundaciones retiradas podrían crear problemas con la calidad del agua.

◆ **Podría aumentar el riesgo de incendios.** Sin embargo, hay muchas incertidumbres acerca de la manera en que el clima más cálido y seco se combinaría con otros factores para influir en el riesgo de incendios.

◆ **La agricultura y las pesquerías son sensibles al cambio climático.** En algunos casos, la producción agrícola podría reducirse hasta en varias decenas porcentuales como resultado del clima más cálido, la mayor evaporación y la menores precipitaciones, particularmente en la regiones medias continentales en pleno crecimiento. Sin embargo, otras regiones podrían resultar beneficiadas y experimentar mejor producción. Las pesquerías se verán afectadas debido a que los cambios en las condiciones oceánicas causadas por el calentamiento podrían tener efectos sustanciales en la ubicación y los tipos de las especies de que se trata.

◆ **Las olas de calor se convertirían en una mayor amenaza para la salud humana y la productividad.** Las olas de calor tienen sus efectos más graves en los ancianos, porque parecen enfermedades crónicas, y los muy jóvenes. Los probables efectos en el índice general de mortalidad son menos claros. Los efectos de las olas de calor urbanas más fuertes exacerbarían los efectos opresivos de las olas de calor al aumentar las temperaturas experimentadas en el verano en varios grados centígrados. En el ínterin, en la medida en que



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

el tiempo se vuelve más caluroso, disminuye la productividad económica de las poblaciones que viven en zonas no protegidas y a la intemperie.

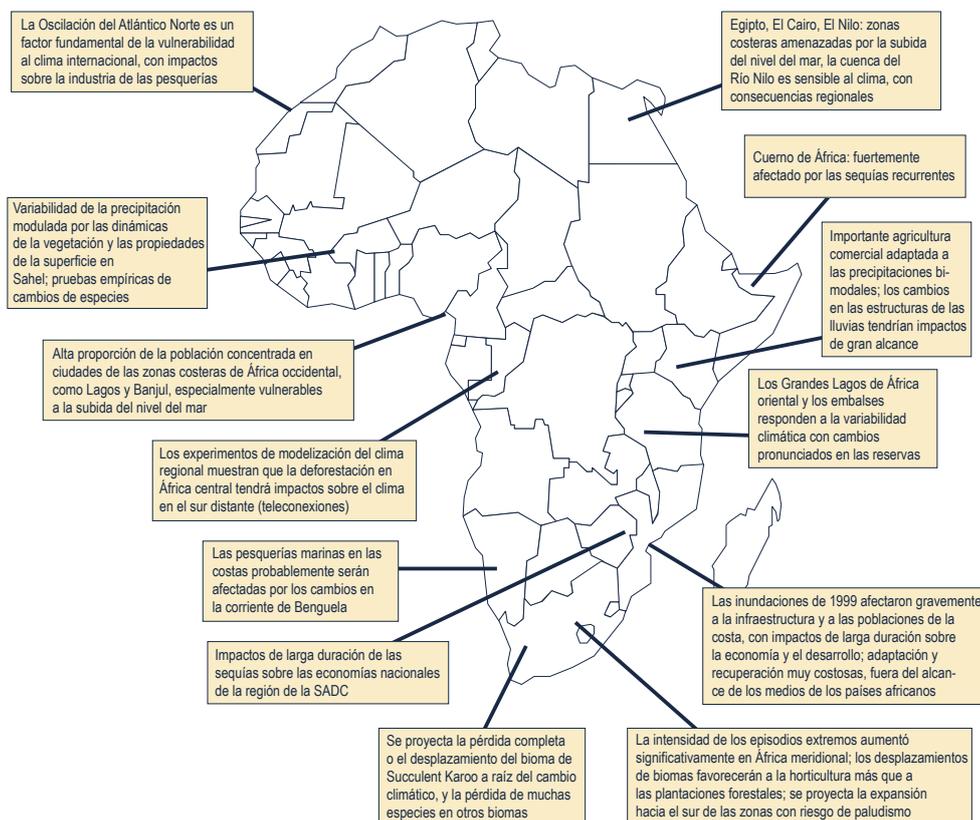
◆ **El aumento del nivel del mar ha de afectar a la infraestructura costera y a la industria basada en recursos.** Muchas líneas de costa están desarrolladas y contienen asentamientos humanos, industrias, puertos y otras infraestructuras. Muchas de las regiones más vulnerables abarcan pequeños países insulares, deltas de tierras bajas, países en desarrollo y costas densamente pobladas que actualmente carecen de sistemas sólidos de defensa del mar y costeros. Varias industrias como el turismo, el recreo, principales fuentes de ingreso para muchas economías insulares, dependen particularmente de los recursos costeros.

◆ **La demanda de energía es sensible al cambio climático.** Las necesidades de calefacción en las latitudes y altitudes medias y elevadas disminuirían, pero aumentarían las necesidades de enfriamiento. El impacto global neto de estos cambios en el uso de la energía dependería de las circunstancias locales. Por ejemplo, si los aumentos de temperatura se producen primordialmente durante la noche, y durante los meses de invierno, la demanda de calefacción será menor, así como la demanda de enfriamiento y riego. Mientras tanto, los sistemas de suministro de energía serán vulnerables a los cambios resultantes del calentamiento mundial. Por ejemplo, el mayor déficit de agua, la reducción de la nieve en el invierno para alimentar los cursos de agua en el verano, y la mayor demanda de abastecimiento de agua dulce afectarían la producción de energía hidroeléctrica.

◆ **La infraestructura en las regiones de permafrost es vulnerable al cambio climático.** La fusión del permafrost representa una amenaza para la infraestructura en estas regiones, debido a que aumenta los deslizamientos de terreno y reduce la estabilidad de los cimientos de las infraestructuras. Entre otros impactos podría mencionarse el mayor daño causado en los ciclos de formación de hielo-deshielo. Además, se estima que el derretimiento del permafrost es fuente de emisiones de metano y dióxido de carbono.

◆ **La capacidad local es fundamental para conseguir la adaptación.** La capacidad de las comunidades locales para adaptarse tiende a estar estrechamente relacionada con los recursos económicos, el capital humano y la solidez institucional. Las soluciones sostenibles más eficaces son las que se desarrollan y están respaldadas en el plano local. Seguidamente, la función de los órganos de alto nivel será prestar asistencia técnica y apoyo institucional. Un mensaje claro para los encargados de la formulación de políticas será siempre prever los probables impactos futuros del cambio climático cada vez que adoptan decisiones relativas a los asentamientos humanos o hacen inversiones en infraestructura.

Diagrama: WG2 Figura TS-6



## Desastres climáticos y episodios extremos

◆ **El clima varía naturalmente en todas las escalas temporales.** Los cambios pueden obedecer a factores externos; tales como erupciones volcánicas o variaciones en la producción de energía del sol. También pueden ocurrir debido a interacciones internas de los diversos componentes del sistema climático – la atmósfera, los océanos, la biosfera, la capa de hielo y la superficie de la tierra. Estas interacciones pueden ocasionar fluctuaciones bastante regulares, como el fenómeno de El Niño/Oscilación Austral, o cambios aparentemente aleatorios en el clima.

◆ **La variabilidad natural a menudo conduce a climas extremos.** En escalas de días, meses y años, la variabilidad meteorológica y del clima pueden producir olas de calor, escarcha, inundaciones, sequías, avalanchas y tormentas severas. Tales episodios extremos conllevan un cambio significativo del estado medio del sistema climático, independientemente de su impacto real en la vida y ecología del planeta. En todas las regiones del mundo se producen de tanto en tanto estos episodios climáticos sin precedentes.

◆ **La creciente vulnerabilidad humana esta transformando cada vez más los episodios extremos en desastres climáticos.** Un episodio climático extremo se denomina desastre cuando tiene un impacto adverso importante sobre el bienestar de la humanidad. En algunas partes del mundo, las catástrofes ocurren de manera tan frecuente que en parte podrían ser consideradas normales. La vulnerabilidad a los desastres se incrementa en la medida en que un creciente número de personas se ven obligadas a vivir en zonas marginales y expuestas a riesgos. En otros lugares, la construcción de propiedades de mayor valor en zonas de alto riesgo está ocasionando una mayor vulnerabilidad.

◆ **Se prevé que el cambio climático incremente la frecuencia y severidad de las olas de calor.** Un clima más caluroso causará más muertes y enfermedades entre las personas de edad y pobres de las zonas urbanas. Al añadirse a la mayor sequía del verano, el ganado y la vida silvestre estarán sujetos a una mayor tensión térmica, se producirá un mayor daño a los cultivos, y habrá más incendios forestales y las reservas de agua soportarán una mayor presión. Otros impactos probables serán la variación en los destinos turísticos y un aumento en la demanda de energía. Mientras tanto, al producirse menos golpes de frío, habrá una reducción de los riesgos propios del frío para los seres humanos y la agricultura, así como una disminución en la demanda de energía utilizada para la calefacción, mientras que a su vez, se extenderá el área de distribución y la actividad de ciertas plagas y enfermedades.

◆ **El incremento de los episodios de lluvias intensas podría causar inundaciones de mayores proporciones en algunas regiones.** Se cree que el calentamiento global acelerará el ciclo hidrológico, lo que aumentará el porcentaje de las precipitaciones en forma de lluvias violentas. Además de inundaciones, esto podría causar más deslizamientos de tierras, avalanchas, y erosión del suelo. Las mayores escorrentías de inundaciones podría disminuir la cantidad del agua de la superficie utilizada para el riego y otros fines, si bien ello ayudaría a recargar algunos acuíferos.

◆ **Es probable que la intensidad de los ciclones tropicales empeore en algunas zonas.** Los riesgos incluyen amenazas directas a la vida humana; epidemias y otros peligros para la salud, daños a infraestructuras y edificaciones, erosión costera y la destrucción de ecosistemas como arrecifes y manglares.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

- ◆ **Las principales pautas climáticas podrían variar.** Aunque se centra en el Pacífico Sur, el fenómeno de El Niño/Oscilación Austral afecta la meteorología y el clima de gran parte de los trópicos. El cambio climático podría intensificar las sequías e inundaciones asociadas con los episodios de El Niño en tales regiones. De la misma manera, podrían surgir nuevas pautas para el monzón estival en Asia, que afecta a vastas zonas templadas y tropicales de Asia. Estos probables impactos incluirían una mayor variabilidad anual en los niveles de precipitación de los monzones lo que resultaría en inundaciones y sequías más intensas.
  
- ◆ **Es difícil predecir las tendencias locales y regionales de los episodios extremos.** Por ejemplo, se podría prever que el calentamiento de los océanos tropicales aumente la frecuencia, y tal vez severidad, de los ciclones tropicales. Sin embargo otros factores, tales como la variación de los vientos o los circuitos de las tormentas, podrían contrarrestar este efecto a nivel local. Otro ejemplo: como los modelos climáticos son insuficientes para representar episodios en menor escala, estos tienden a discrepar acerca del cambio en la intensidad de las tormentas en zonas de latitud media.
  
- ◆ **Aunque los episodios extremos son intrínsecamente abruptos y aleatorios, se pueden reducir los riesgos que acarrearán.** Se necesita urgentemente mejorar la planificación de la preparación para desastres en muchas partes del mundo, con independencia de que haya o no cambio climático. Una mejor información, instituciones más sólidas y nuevas tecnologías ayudarían a reducir al mínimo las pérdidas humanas y materiales. Por ejemplo, las nuevas edificaciones podrían diseñarse y ubicarse de tal manera que se disminuyan al mínimo los daños ocasionados por inundaciones y ciclones tropicales, al mismo tiempo, que las técnicas perfeccionadas de riego podrían proteger de la sequía a agricultores y cultivos.
  
- ◆ **El cambio climático también tiene potencial de causar episodios excepcionales de gran escala.** A diferencia de la mayoría de los episodios extremos, los excepcionales tendrán amplias repercusiones regionales o mundiales y serán esencialmente irreversibles. Entre los ejemplos de dichas calamidades figuran un retraso significativo en el transporte oceánico de aguas cálidas hacia el Atlántico Norte (el cual es responsable del clima relativamente benigno de Europa), una gran contracción o de las mantas de hielo de Groenlandia y el Antártico Occidental (lo que elevaría el nivel del mar de tres metros por año en los próximos 1000 años), y un calentamiento acelerado debido a las reacciones del ciclo del carbono en la biosfera terrestre, y la liberación del carbono proveniente del derretimiento del permafrost o la emisión de metano producto de los sedimentos en las costas. Tales riesgos no han sido todavía cuantificados de manera fiable, pero afortunadamente se prevé que sean bastante bajos.

## La respuesta internacional al cambio climático

◆ **La Primera Conferencia Mundial sobre el Clima reconoció en 1979 que el cambio climático es un problema grave.** En este encuentro científico se analizó de qué manera el cambio climático podría afectar la actividad humana y se emitió una declaración convocando a los gobiernos mundiales a prever y prevenir los posibles cambios en el clima provocados por el hombre que puedan ser adversos para el bienestar de la humanidad. Además, se aprobaron planes para establecer un Programa Mundial sobre el Clima (PMC\*) bajo la responsabilidad conjunta de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y la Comisión Internacional de Uniones Científicas (CIUC\*).

◆ **A fines del decenio de 1980 y principios del de 1990 se organizaron varias conferencias inter-gubernamentales centradas en el cambio climático.** En conjunto con la creciente evidencia científica, estas conferencias ayudaron a atraer el interés internacional sobre esta cuestión. Entre sus participantes se encontraban encargados gubernamentales de la formulación de políticas, científicos y ambientalistas. En las reuniones se examinaron asuntos científicos y de política y se exhortó iniciar una acción mundial. Los eventos fundamentales fueron la Conferencia de Villach (octubre 1985), la Conferencia de Toronto (junio 1988), Conferencia de Ottawa (febrero 1989), la Conferencia de Tata (febrero 1989), la Conferencia y Declaración de la Haya (marzo 1989), la Conferencia Ministerial de Noordwijk (noviembre 1989), el Pacto de El Cairo (diciembre 1989), la Convención de Bergen (mayo 1990), y la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima (noviembre de 1990).

◆ **El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático publicó su Primer Informe de Evaluación en 1990.** Constituido en 1988 por el PNUMA y la OMM, este Grupo de Expertos tenía el mandato de evaluar el estado de los conocimientos existentes acerca del sistema climático y el cambio climático; los impactos ambientales, económicos y sociales de dicho cambio; y las posibles estrategias de respuesta. Aprobado después de un meticuloso proceso de revisión por otras entidades homólogas, el informe confirmó la evidencia científica del cambio climático, lo cual tuvo un efecto poderoso entre encargados gubernamentales de la formulación de políticas y público en general, y sentó la base para las negociaciones de la Convención sobre el Cambio Climático.

◆ **En diciembre de 1990, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó el comienzo de las negociaciones de un tratado.** El Comité Intergubernamental de Negociaciones para la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CIN/ CMCC) se reunió durante cinco periodos de sesiones entre febrero de 1991 y Mayo de 1992. Con un plazo de trabajo estricto – La Cumbre Mundial para la Tierra de Río de junio de 1992- los negociadores de 150 países finalizaron en solo 15 meses la Convención, que fue aprobada en Nueva York, el 9 de mayo de 1992.

◆ **La Convención Marco de las Naciones Unidas de 1992 sobre el Cambio Climático fue firmada en Río de Janeiro por 154 Estados (más la CE).** Veinte años después que la Declaración de Estocolmo de 1992 sentara las bases de la política ambiental contemporánea, la Cumbre para la Tierra se convirtió en un encuentro sin precedentes de jefes de Estado. En Río se adoptaron otros acuerdos como la Declaración de Río, el Programa 21, el Convenio sobre la Diversidad Biológica, y los Principios Forestales.

◆ **La Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994.** Esto tuvo lugar 90 días después de la recepción del quincuagésimo instrumento de ratificación (después de firmar el convenio los gobiernos deben ratificarlo). La siguiente fecha crucial fue el 21 de septiembre, en la cual las Partes que eran países desarrollados comenzaron a presentar comunicaciones nacionales en que describían sus estrategias para



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

el cambio climático. Mientras tanto, el CIN continuó su tarea preparatoria, reuniéndose durante otros 6 periodos de sesiones para examinar asuntos relacionados con los compromisos, los acuerdos para el mecanismo de financiación, el apoyo técnico y financiero a los países en desarrollo, y asuntos de procedimiento e institucionales. El CIN se disolvió después de su undécimo y último periodo de sesiones en febrero de 1995 y la Conferencia de las Partes (CdP) se convirtió así en la autoridad máxima del Convenio.

◆ **La Conferencia de las Partes celebró su primer periodo de sesiones en Berlín del 28 de marzo al 7 de abril de 1995.**

Participaron en la CdP-1 los delegados de 117 Estados Partes y 53 Estados observadores, así como más de 2000 observadores y periodistas. Se acordó que los compromisos asumidos por los países desarrollados en la Convención eran insuficientes y se iniciaron conversaciones acerca del Mandato de Berlín con el objetivo de establecer compromisos adicionales. También se examinaron las primeras rondas de comunicaciones nacionales y se finalizó en gran parte el mecanismo institucional y financiero necesario para respaldar las acciones propuestas en la Convención para los años venideros. La CdP-2 tuvo lugar en el Palais des Nations en Ginebra del 8 al 19 de junio de 1996

◆ **El IPCC terminó su Segundo Informe de Evaluación en diciembre de 1995.**

Publicado a tiempo para la CdP-2, este segundo informe fue escrito y revisado por 2000 científicos y expertos mundiales. Muy pronto se hizo conocido por su conclusión de que la ponderación de las pruebas indica que puede determinarse una influencia humana en el clima mundial. No obstante el informe fue mucho más allá, ya que confirmó, por ejemplo, la disponibilidad de las opciones llamadas “útiles en todo caso” y otras estrategias de bajo costo para combatir el cambio climático.

◆ **Protocolo de Kyoto fue adoptado en la CdP-3 en diciembre de 1997.**

Unos 10.000 delegados, observadores, y periodistas participaron en esta reunión destacada desde el 1 al 11 de diciembre. Como no se disponía del tiempo suficiente para ultimar todos los detalles operacionales acerca del funcionamiento del Protocolo en la práctica, la CdP-4, organizada en Buenos Aires del 2 al 13 de noviembre de 1998, acordó un plan de acción de dos años para completar el reglamento de Kyoto. En este plan se basó el programa de la CdP-5 que tuvo lugar en Bonn del 15 de octubre al 5 de noviembre de 1999.

◆ **En la CdP-6 se llegó a un acuerdo político sobre el reglamento operacional del Protocolo.**

La CdP-6, reunida del 6 al 25 de noviembre de 2000, hizo importantes avances aunque no pudo resolver todas las cuestiones en el tiempo disponible. La reunión se suspendió y reanudó más tarde en Bonn, del 16 al 27 de julio de 2001. Durante la reanudación del periodo de sesiones se alcanzó un acuerdo sobre los principios políticos del reglamento operacional del Protocolo de Kyoto. Dicho acuerdo se refería al sistema de comercio de emisiones, al Mecanismo para un desarrollo limpio, a las reglas para contabilizar las reducciones de emisiones de los “sumideros” de carbono y al régimen de observancia. También se esbozó un conjunto de medidas de apoyo tecnológico y financiero para ayudar a los países en desarrollo a contribuir en la acción mundial sobre el cambio climático. La tarea de traducir los acuerdos de Bonn en textos jurídicos detallados se finalizó en la CdP-7, organizada en Marrakech, Marruecos, del 29 de octubre al 9 de noviembre de 2001. La CdP-8, reunida en Nueva Delhi en noviembre de 2003, puso en funcionamiento el Mecanismo para un desarrollo limpio y concluyó su labor de 3 años sobre los procedimientos utilizados para la presentación de informes y examen de los datos de emisiones de los países desarrollados, para establecer así las bases de la aplicación eficaz del Protocolo.

◆ **El IPCC finalizó su tercer informe de evaluación a principios de 2001.**

El informe llegó a la conclusión de que la prueba de la influencia humana sobre el clima mundial es ahora más concluyente que nunca y presentó un panorama más detallado hasta la fecha acerca de la manera en que el calentamiento mundial afectará a las diversas regiones. El informe confirmó además que en la actualidad se dispone de soluciones económicas al aumento de las emisiones de gases de invernadero; sin embargo, en muchos casos los gobiernos deberán hacer frente a diversos obstáculos institucionales, de comportamiento y otro tipo, antes que tales soluciones puedan materializar sus posibilidades.

## La Convención sobre el Cambio Climático

◆ **La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático sentó las bases de los esfuerzos globales para combatir el calentamiento mundial.** Abierta a la firma en 1992 durante la Cumbre para la Tierra en Río, la Convención fijó como su último objetivo “la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas [inducidas por el hombre] 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”.

◆ **La Convención estableció algunos principios normativos.** El principio de precaución sostiene que la falta total de certidumbre científica no debería ser utilizada como excusa para posponer las medidas cuando existe una amenaza de daño grave o irreversible. En virtud del principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas” de los Estados, se asigna a los países desarrollados la iniciativa de combatir el cambio climático y sus efectos adversos. Otros principios tratan sobre las necesidades especiales de los países en desarrollo y la importancia de promover el desarrollo sostenible.

◆ **Los países desarrollados y en desarrollo aceptan una serie de compromisos generales.** Todas las Partes elaborarán y presentarán “comunicaciones nacionales” con inventarios sobre las emisiones de gases invernadero, por fuentes, y de la absorción de tales gases por los “sumideros”. Adoptarán programas nacionales para mitigar el cambio climático y desarrollar estrategias de adaptación a sus impactos. También promoverán la transferencia de tecnología y la gestión sostenible, la conservación y ampliación de los sumideros de gases invernaderos y “depósitos” (tales como bosques y océanos). Además, las Partes tendrán que tener en cuenta al cambio climático en sus políticas sociales, económicas y ambientales pertinentes, cooperar en los asuntos científicos, técnicos y educacionales y promover la educación, la sensibilización del público y el intercambio de información relacionada con el cambio climático.

◆ **Los países industrializados asumen varios compromisos específicos.** La mayoría de los miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) más los Estados de Europa Central y Oriental - conocidos colectivamente como países del Anexo I - se comprometieron a adoptar políticas y medidas destinadas a restablecer sus emisiones de gases de invernadero en los niveles de 1990 para el año 2000 (los objetivos en materia de emisiones para el período posterior al 2000 están abordados en el Protocolo de Kyoto). También deben presentar periódicamente comunicaciones nacionales en que se detallen sus estrategias sobre el cambio climático. Varios estados podrían adoptar juntos objetivos de emisiones conjuntos. Se concederá cierto grado de flexibilidad a los países en transición a una economía de mercado en el cumplimiento de sus compromisos.

◆ **Los países más ricos deberán proporcionar “recursos nuevos y adicionales” y facilitar la transferencia de tecnología.** Los llamados “países del Anexo II” (esencialmente la OCDE) financiarán los gastos adicionales convenidos en los que incurran los países en desarrollo para la publicación de sus comunicados nacionales. Dichos fondos deberán ser “nuevos y adicionales” y no ser reorientados de los fondos de ayuda ya existentes. Las Partes del Anexo II también colaborarán en la financiación de otros proyectos relativos a la Convención, y promoverán y financiarán la transferencia o acceso a tecnologías ecológicamente racionales en particular para las Partes que son países en desarrollo. La Convención reconoce que el cumplimiento de los compromisos asumidos por los países en desarrollo dependerá de la asistencia financiera y técnica de los países desarrollados.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

- ◆ **El órgano supremo de la Convención es la Conferencia de las Partes ( CdP).** La CdP está formada por todos los Estados que han ratificado o se han adherido a la Convención (188 hasta julio de 2003). Su primera reunión ( CdP-1) tuvo lugar en Berlín en 1995 y continuará reuniéndose de forma anual a menos que las Partes decidan lo contrario. La función de la CdP es promover y examinar la aplicación de la Convención. Evaluará periódicamente los compromisos existentes en virtud de los objetivos de la Convención, los nuevos descubrimientos científicos y la eficacia de los programas nacionales sobre el cambio climático. La CdP podrá contraer nuevos compromisos a través de enmiendas y protocolos a la Convención; en diciembre de 1997 adoptó el Protocolo de Kyoto en el cual se detallan los objetivos vinculantes en materia de emisiones para los países desarrollados.
  
- ◆ **La Convención también establecerá dos órganos subsidiarios.** El Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT) le proporciona a la CdP información y asesoramiento oportunos sobre los aspectos tecnológicos y científicos relacionados con la Convención. El Órgano Subsidiario de Ejecución (OSE) colabora con la evaluación y examen de la aplicación de la Convención. La CdP-1 también estableció dos órganos adicionales: el Grupo Especial del Mandato de Berlín (GEMB), el cual concluyó su tarea en Kyoto en diciembre de 1997, y el Grupo Especial del Artículo 13 (GE13), el cual finalizó su trabajo en junio de 1998.
  
- ◆ **Un mecanismo de financiación suministra financiación a título de subvención o en condiciones favorables.** La Convención establece que este mecanismo estará bajo la dirección de la Conferencia de las Partes y rendirá cuentas a la misma y decidirá sobre sus políticas, las prioridades de sus programas, y los criterios que deberán reunirse para obtener esos recursos. Deberá existir una representación equitativa y equilibrada de todas las Partes en el marco de un sistema de gobierno transparente. El funcionamiento del mecanismo financiero será encomendado a una o más entidades internacionales. La Convención le asigna esta función provisionalmente al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM); en 1999 la CdP decidió confiar esta responsabilidad de manera continua al (FMAM) y evaluar los mecanismos financieros cada 4 años. En 2001 la CdP reconoció la necesidad de establecer dos nuevos fondos en virtud de la Convención, a saber, el Fondo Especial sobre el Cambio Climático y otro fondo para los países menos adelantados, con el fin de ayudar a los países en desarrollo a adaptarse a los impactos del cambio climático, obtener tecnologías limpias y limitar el crecimiento de sus emisiones. Estos fondos serán administrados en el marco del FMAM. (La CdP también acordó establecer un Fondo de Adaptación en virtud del Protocolo de Kyoto de 1997).
  
- ◆ **Una secretaria presta servicios a la CdP y órganos subsidiarios.** La secretaria interina que funcionaba durante las negociaciones de la Convención se convirtió en secretaria permanente en enero de 1996. Dicha secretaria organiza los periodos de sesiones de la CdP y órganos subsidiarios, redacta los documentos oficiales, presta servicio en las reuniones, compila y publica los informes que se le presentan, colabora con las Partes en la recopilación y comunicación de la información, coordina con las secretarías de otros organismos internacionales pertinentes e informa sobre sus actividades a la CdP. Su base se encuentra en Bonn, Alemania [consultar [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)].

## La Conferencia de las Partes ( CdP)

◆ La Conferencia de las Partes es el órgano supremo de la Convención sobre el Cambio Climático. La gran mayoría de los Estados forman parte de sus miembros- 188 hasta julio de 2003 -. La Convención entra en vigencia para un Estado después de 90 días de haberla ratificado. La CdP organizó su primer periodo de sesiones en 1995 y continuará reuniéndose anualmente a menos que se decida lo contrario. (Varios de los órganos subsidiarios que asesoran y apoyan a la CdP se reúnen con más frecuencia).

◆ **La CdP debe promover y vigilar la aplicación de la Convención.** La Convención establece que la CdP debe examinar periódicamente las obligaciones de las Partes y las disposiciones institucionales en virtud de la Convención. Esto debe ser realizado a la luz de los objetivos de la Convención, de la experiencia obtenida en su aplicación, y del estado actual del conocimiento científico.

◆ **En gran medida, los progresos se evalúan a través del intercambio de información.** La CdP evalúa la información sobre las políticas y las emisiones que las Partes comparten entre sí, a través de sus "comunicaciones nacionales". También promueve y orienta el desarrollo y perfeccionamiento periódico de las metodologías comparables necesarias para cuantificar las emisiones netas de gases invernaderos, y observa la eficacia de las medidas adoptadas para así limitarlas. Basándose en la información disponible, la CdP evalúa los esfuerzos de las Partes para atender al cumplimiento de sus compromisos en virtud del tratado y adopta y publica informes regulares sobre la aplicación de la Convención.

◆ **La movilización de recursos financieros es vital para ayudar a los países en desarrollo en el cumplimiento de sus obligaciones.** Estos países necesitan apoyo para presentar sus comunicaciones nacionales, adaptarse a los efectos adversos del cambio climático, y obtener tecnologías ecológicamente racionales. Por lo tanto, la CdP vigila el suministro de recursos nuevos y adicionales para los países en desarrollo.

◆ **La CdP también es responsable de la entera continuidad del proceso.** Además de los dos órganos subsidiarios establecidos en virtud de la Convención - el Órgano Subsidiario de Ejecución (OSE) y el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT) - la CdP está habilitada para constituir nuevos organismos que le ayuden en su labor, tal como lo hizo durante el primer periodo de sesiones (véase infra). La CdP evalúa los informes que presentan y los orienta. También debe acordar y adoptar por consenso normas financieras y de procedimiento para sí y para los órganos subsidiarios ( hasta mediados de 2002 no se habían adoptado ni aplicado normas de procedimiento, con excepción de las reglas de votación).

◆ **La Conferencia de las Partes celebró su primer periodo de sesiones (denominado CdP-1) en Berlín.** Del 28 de marzo al 7 de abril de 1995, Berlín constituyó el lugar de la primera reunión mundial sobre cambio climático en la que asistieron ministros desde la "Cumbre para la Tierra" de Río en 1992. La Convención pidió a la CdP-1 que evaluara si los compromisos asumidos por los países desarrollados, de adoptar medidas para restablecer sus emisiones a los niveles de 1990 para el año 2000, eran suficientes para cumplir con los objetivos de la Convención. Las Partes acordaron que sería necesario asumir nuevos compromisos para el periodo posterior al 2000. Estas adoptaron el "Mandato de Berlín" y establecieron un nuevo órgano subsidiario, el Grupo Especial del Mandato de Berlín (GEMB), encargado de redactar un "protocolo u otro instrumento jurídico" que se sometería a la aprobación de la CdP-3 de 1997. La reunión de Berlín también comenzó el proceso de examen para considerar la aplicación de la Convención, discutiendo



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

las compilaciones y síntesis de las primeras 15 comunicaciones nacionales publicadas por los países desarrollados.

◆ **En el segundo periodo de sesiones de la CdP se tomó nota de los progresos en el marco del Mandato de Berlín.** Los ministros insistieron en la necesidad de acelerar las conversaciones sobre la manera de fortalecer la Convención sobre el Cambio Climático. En su Declaración de Ginebra se aprobó el Segundo Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) como la apreciación actual más exhaustiva autorizada de los aspectos científicos del cambio climático, sus impactos y las opciones de respuestas disponibles. Organizada en el Palais des Nations en Ginebra en julio de 1996, la CdP-2 también consideró el proceso de examen para las comunicaciones nacionales y decidió sobre los contenidos de la primera comunicación nacional que los países en desarrollo deberían comenzar a presentar en abril de 1997.

◆ **En el tercer periodo de sesiones de la Conferencia de las Partes se aprobó el Protocolo de Kyoto.** Las Partes se reunieron en Kyoto, Japón, en diciembre de 1997 para concluir con el proceso del Mandato de Berlín. El Protocolo que elaboraron, es un acuerdo jurídicamente vinculante en virtud del cual los países industrializados se obligan a reducir en un 5,2% sus emisiones colectivas de seis gases invernaderos para el 2008-2012, calculado como promedio en estos cinco años. Para ayudar a las Partes a reducir las emisiones de una manera eficaz en función de los costos y al mismo tiempo promover el desarrollo sostenible, el Protocolo incluyó tres “mecanismos”: el mecanismo para un desarrollo limpio, un régimen de comercio de emisiones, y una aplicación conjunta. La CdP-3 también consideró la financiación, la transferencia de tecnología y el examen de la información en virtud de la Convención.

◆ **La CdP-4 adoptó un Plan de Acción de dos años para ultimar los detalles pendientes del Protocolo.** Para asegurar que el acuerdo sea totalmente operacional cuando entre en vigor, los países acordaron fijar la CdP-6 como límite para decidir acerca del funcionamiento de sus mecanismos. El Plan también abordaba cuestiones, políticas y medidas relacionadas con el cumplimiento, y asuntos relativos a la Convención, como la transferencia de tecnologías inocuas para el clima a los países en desarrollo. La CdP-4 se celebró en Buenos Aires en noviembre de 1998.

◆ **La CdP-5 estableció un calendario dinámico para completar su labor sobre el Protocolo.** Esto incluía el establecimiento del proceso que los negociadores seguirían durante los próximos 12 meses críticos. Otras de las decisiones zanjaban cuestiones sustantivas importantes; por ejemplo, se llegó a un acuerdo sobre cómo mejorar el rigor de los informes nacionales de los países industrializados y consolidar las directrices para medir sus emisiones de gases de invernadero. También se tomaron disposiciones para tratar de resolver la congestión en la presentación y consideración de las comunicaciones nacionales de los países en desarrollo.

◆ **La CdP-6 adoptó un amplio acuerdo político sobre el reglamento operacional del Protocolo.** En la reunión de noviembre de 2000, la CdP-6 avanzó en el esbozo de un conjunto de medidas de apoyo financiero y transferencia de tecnología, para asistir a los países en desarrollo en su contribución de la acción mundial sobre el cambio climático. No obstante, las cuestiones políticas fundamentales– el sistema internacional para la comercialización de las emisiones, el “mecanismo para un desarrollo limpio”, las normas para calcular las reducciones en las emisiones de los sumideros de carbono y el régimen de cumplimiento – no pudieron quedar resueltas en el tiempo disponible. Por ende, se suspendió el periodo de sesiones, que se reanudó algunos meses después en Bonn, en julio. Esta vez, las Partes lograron alcanzar un acuerdo sobre los principios políticos generales que inspiran el reglamento.

◆ **En 2001 la CdP-7 finalizó las instituciones y detalles de procedimiento del Protocolo.** El reglamento final de Kyoto especifica la manera de medir las emisiones y reducciones, en qué medida el dióxido de carbono absorbido por los sumideros de carbono puede contarse en relación con las metas de Kyoto, el funcionamiento de los sistemas de aplicación conjunta y comercialización de emisiones, y la forma de garantizar el cumplimiento de los compromisos.

◆ **La CdP-8 crea las condiciones para la aplicación del Protocolo.** Organizada en Nueva Delhi en noviembre de 2003, la conferencia puso plenamente en funcionamiento el Mecanismo para un desarrollo limpio. También concluyó la labor de tres años sobre los procedimientos para presentar y evaluar los datos de emisiones de los países desarrollados. El resultado es un sistema internacional sin precedentes que garantiza la comparabilidad y fiabilidad de los informes nacionales sobre las emisiones anuales de gases de efecto invernadero. Esto es vital para salvaguardar la integridad del acuerdo de Kyoto y promover el cumplimiento de los objetivos en materia de emisiones.

## Intercambio y examen de los informes nacionales

◆ **El intercambio de información entre los países es esencial para el funcionamiento de la Convención sobre Cambio Climático.** La Convención pide a sus miembros que presenten periódicamente “comunicaciones nacionales” a las Conferencia de las Partes (CdP). Esta información relativa a las emisiones de gases invernadero, la cooperación internacional, y las actividades nacionales, se evalúa periódicamente para que las Partes puedan seguir de cerca la eficacia de la Convención y aprender enseñanzas para las futuras medidas mundiales y nacionales.

◆ **Las comunicaciones nacionales describen qué hace cada una de las Partes para aplicar la Convención.** Las cuestiones pertinentes podrían incluir políticas para la limitación de las emisiones de gases invernaderos, la adaptación al cambio climático, la investigación sobre el cambio climático, el seguimiento de los impactos climáticos en los ecosistemas y la agricultura, la acción voluntaria de la industria, la integración de las preocupaciones por el cambio climático en un plan a largo plazo, la ordenación de las zonas costeras, la prevención de desastres, la capacitación, y la sensibilización del público.

◆ **Los países desarrollados y los países con economías en transición proporcionan detalles adicionales sobre sus esfuerzos para limitar las emisiones.** Las denominadas Partes del Anexo I deben describir las políticas y medidas que están adoptando con miras a reducir al mínimo y disminuir sus emisiones. También deben suministrar inventarios anuales de sus emisiones de gases invernaderos.

◆ **Las comunicaciones nacionales de los países del Anexo I están sujetas a un proceso de examen que consta de tres pasos.** La secretaría de la Convención reúne para cada evaluación a un grupo de expertos pertenecientes a países desarrollados y en desarrollo. El primer paso incluye la compilación y síntesis de la información contenida en todas las presentaciones.

◆ **El segundo paso consiste en la evaluación en profundidad de cada una de las comunicaciones.** Los expertos se encargan del extenso análisis técnico de cada presentación basado en inspecciones oculares que, además de proporcionar un análisis más riguroso, otorga el beneficio de capacitar a los países en desarrollo a través de la participación de sus expertos.

◆ **El proceso finaliza con un examen global de la CdP:** Este tercer paso se centra en el panorama general de la Convención influye en las medidas internacionales sobre el cambio climático. Se han llevado a cabo tres de estos exámenes, el último en 2002-2003.

◆ **Todos los años se presentan inventarios nacionales sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y su absorción.** Estos datos detallan las fuentes de emisión de cada gas, los “sumideros” (como los bosques) que los absorben de la atmósfera y las cantidades específicas. La información debe recopilarse utilizando metodologías acordadas, para que los datos nacionales sean coherentes y comparables, y puedan ser incorporados en el conjunto de los datos mundiales. Dichos inventarios están sujetos a una evaluación técnica anual realizada por expertos.

◆ **Los últimos datos disponibles (2000) revelan que las emisiones de gases de efecto invernadero en los países más ricos (esencialmente la OCDE) se han incrementado en un 8% desde 1990.** Esta cifra no incluye el secuestro por sumideros. En cambio, las emisiones en las economías en transición (Europa Central/Oriental y la ex Unión Soviética) han disminuido en un 37% debido a la reestructuración económica. Como resultado, los países desarrollados redujeron el total de sus emisiones en un 3% durante este periodo, con lo que alcanzaron en conjunto la meta de la Convención, de restablecer sus emisiones a los niveles de 1990 para el 2000. (Para más información sobre el CO<sub>2</sub> véase el Cuadro 3 en la Ficha 30.)



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

- ◆ **Las emisiones combinadas de los países industrializados podrían crecer en un 8% de 2000 a 2010** (o sea, 17% por encima de los niveles de 1990). Se prevé que esto ocurra pese a las medidas nacionales que se adoptado para limitarlas. Al mismo tiempo, los países con economías en transición están comenzando a aumentar sus emisiones una vez más a medida que sus economías se recuperan de su nivel más bajo de principios y mediados del decenio de 1990. Como resultado, el mundo desarrollado en su conjunto (países muy industrializados y países con economías en transición) pueden tener un aumento de sus emisiones de un 11% de 2000 a 2010 (10% por encima de los niveles de 1990)
  
- ◆ **El dióxido de carbono representó el 82% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero de los países desarrollados en 2000.** El tercer examen confirmó que la combustión de combustible es la fuente más importante de CO<sub>2</sub>, y representa el 80% de las emisiones mundiales. Como las 32 Partes incluidas en este examen representan la parte principal de las emisiones mundiales de carbono en 1990, ello parece confirmar que el dióxido de carbono es el más importante gas de efecto invernadero que resulta de la actividad humana. Los Gobiernos en general estiman que sus datos sobre dióxido de carbono tienen un alto nivel de confianza (con excepción del cambio de los usos de la tierra y el sector de la silvicultura).
  
- ◆ **El metano y el óxido nitroso representaban, respectivamente, el 12% y 4% del total de emisiones.** El nivel de confianza de los datos sobre estos gases es de mediano a bajo, según el sector. Se prevé que la parte correspondiente al metano y el óxido nitroso en el total de las emisiones disminuya entre 2000 y 2010 en respuesta a las políticas y medidas adoptadas en los sectores de los productos químicos, la agricultura y los desechos. Las emisiones combinadas de HFC, PFC, y SF<sub>6</sub> de los países desarrollados representó un 2% del total de 2000; se prevé que estas emisiones aumenten durante el decenio en muchos países, en gran medida debido a un aumento de las emisiones de HFC..
  
- ◆ **Los países desarrollados están investigando una amplia gama de políticas y medidas sobre el cambio climático.** Las políticas que los gobiernos escogen están generalmente ligadas a circunstancias nacionales tales como la estructura política y la situación económica general. Muchas de ellas son "medidas útiles en todo caso" que producen beneficios ambientales y económicos, al mismo tiempo que responden a las preocupaciones sobre el cambio climático. Además de los instrumentos económicos y de reglamentación, las Partes están promoviendo acuerdos voluntarios con la industria y las autoridades públicas. Otras de las medidas adoptadas tienen que ver con la investigación y desarrollo, la información y educación.
  
- ◆ **Se están empleando medidas específicas para la mayor parte de los principales sectores económicos.** Las políticas para los sectores de energía (la principal fuente de emisiones de la mayoría de los países) incluyen la utilización de poco o ningún combustible de carbono, la liberación del mercado de la energía, y la eliminación de las subvenciones al carbón. Las políticas relativas a la industria abarcan acuerdos voluntarios, normas de eficiencia, incentivos financieros, y liberalización de los precios de la energía. El foco de atención de los sectores residencial, comercial e institucional está puesto en las normas de eficiencia energéticas para las nuevas edificaciones, el incremento de los precios de la energía y campañas públicas de información. Las medidas relativas a la agricultura incluyen la reducción del ganado, el uso de fertilizantes, y el mejoramiento de la gestión de desechos. Aunque la mayoría de los países proyectan una expansión en el sector del transporte, se han comunicado relativamente pocas medidas para controlar sus emisiones.
  
- ◆ **Unos 100 países en desarrollo han presentado sus comunicaciones nacionales desde 1997.** El plazo de presentación es 36 meses después de haberse convertido en miembro de las Partes o de haber tenido acceso a los recursos financieros necesarios. Las Partes que son países menos adelantados pueden presentar sus comunicaciones iniciales a discreción. La CdP, ha destacado al Fondo para el Medio Ambiente Mundial la necesidad de acelerar la aprobación y desembolso de los recursos financieros para que los países en desarrollo puedan presentar sus comunicaciones a tiempo.

## El Protocolo de Kyoto

◆ **El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático fortalecerá la respuesta internacional al cambio climático.** Adoptado por consenso en el tercer periodo de sesiones de la Conferencia de las Partes [ CdP-3] en diciembre de 1997, el Protocolo establece objetivos jurídicamente vinculantes en materia de emisiones para los países del Anexo 1 (industrializados). Para detener y revertir la tendencia ascendente en la emisiones de gases invernadero que comenzó en estos países hace 150 años, el Protocolo apunta a llevar a la comunidad internacional un paso más cerca de cumplir los objetivos últimos de la Convención, de prevenir “las interferencias antropógenas peligrosas (causadas por el hombre) en el sistema climático”.

◆ **Los países desarrollados deberán reducir por lo menos en un 5 % las emisiones de seis gases invernaderos clave.** El objetivo de este grupo se alcanzará a través de recortes, del 8% en el caso de Suiza, la mayoría de los Estados de Europa oriental y central, y la Unión Europea (la CE cumplirá con los objetivos de este grupo distribuyendo diferentes porcentajes a sus estados miembros), y del 6% para Canadá, Hungría, Japón, y Polonia. Rusia, Nueva Zelanda y Ucrania tendrán que estabilizar sus emisiones, mientras que Noruega podría incrementar sus emisiones hasta un 1% e Islandia hasta un 10%. Australia (con una meta de + 8% y EE.UU (- 7%) se han retirado del Protocolo. Estos seis gases estarán combinados en una “canasta” con las reducciones de gases individuales traducidos en “equivalentes de CO<sub>2</sub>”, los que después se sumarán para obtener una sola cifra.

◆ **Los objetivos de cada país en materia de emisiones deberán alcanzarse en el periodo 2008- 2012.** Se los calculará en un promedio de 5 años. Para el año 2005 se deberá lograr un “avance demostrable”. Las reducciones en los tres gases más importantes – dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) se medirán en comparación con el año de referencia de 1990(a excepción de algunos países con economías en transición). Los recortes en los gases industriales de larga duración – los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC),y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)- se podrán medir en comparación con los años de referencia de 1990 o 1995). (un importante grupo de gases industriales, los clorofluorocarbonos o CFC, están abordados en el Protocolo de Montreal relativo a Sustancias que agotan la capa de ozono).

◆ **Las reducciones concretas de emisiones deberán ser de más del 5% en los países industrializados.** Esto se debe a que las emisiones de este grupo de países se han seguido incrementando de 1990 a 2000 en un 8%. El total de emisiones de la Unión Europea disminuyó en un 3,5% (la variación en cada Estado miembro varía entre una disminución de 19% y un aumento de 35%). Con todo, las emisiones aumentaron en la mayoría de los demás países ricos industrializados, entre ellos Nueva Zelanda (5%), Japón (11%), los EE.UU (14%). Australia (18%) y el Canadá (20%). Y aunque los países con economías en transición han experimentado una disminución en sus emisiones desde 1990, esta tendencia se esta revirtiendo. Como resultado, para los países desarrollados en su conjunto se proyecta un aumento del 10% (en relación con los niveles de 1990) para 2010, si no se adopta ninguna medida para su control.. Por consiguiente, el objetivo del 5% del Protocolo representa una reducción real de alrededor del 15% en comparación a los niveles de emisiones proyectados para el año 2010

◆ **Los países gozarán de una cierta flexibilidad en la manera de reducir sus emisiones y medir tal reducción.** En particular, se establecerá un régimen internacional de “comercio de derechos de emisión” que permitirá a los países industrializados comprar y vender créditos de emisiones entre ellos. También podrán



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

adquirir “unidades de reducción de emisiones” mediante la financiación de ciertos tipos de proyectos en otros países desarrollados. Además, el “mecanismo para un desarrollo limpio” para promover el desarrollo sostenible, posibilitará a los países desarrollados financiar proyectos de reducción de emisiones en los países en desarrollo y recibir créditos por hacerlo. La utilización de estos tres mecanismos será suplementaria a las medidas nacionales.

◆ **Los países procurarán la reducción de emisiones en una amplia gama de sectores económicos.** El Protocolo alienta a los gobiernos a cooperar mutuamente, mejorar la eficiencia energética, reformar los sectores energéticos y de transporte, promover formas renovables de energía, reducir gradualmente las medidas fiscales inapropiadas y deficiencias del mercado, limitar las emisiones de metano procedentes de la gestión de los desechos y sistemas de energía, y gestionar “sumideros” de carbono como bosques, campos cultivables, y pastizales. Las metodologías para la medición de las variaciones netas de las emisiones (calculadas como emisiones menos la absorción de CO<sub>2</sub>) son particularmente complejas debido a la utilización de sumideros.

◆ **El Protocolo avanzará en la aplicación de los compromisos existentes asumidos por todos los países.** En virtud de la Convención, los países desarrollados y en desarrollo acuerdan tomar medidas para limitar sus emisiones y promover la adaptación a los futuros impactos del cambio climático; presentar información acerca de sus programas e inventarios nacionales sobre el cambio climático, promover la transferencia de tecnología, cooperar con las investigaciones técnicas y científicas, y promover la sensibilización del público, la educación, y la capacitación. El Protocolo también reitera la necesidad de proporcionar recursos financieros “nuevos y adicionales” para cubrir la totalidad de los costos convenidos en que incurran los países en desarrollo para cumplir estos compromisos; en el 2001 se estableció un Fondo de Adaptación del Protocolo de Kyoto.

◆ **La Conferencia de las Partes ( CdP) de la Convención también actuará como reunión de las Partes (RDP) en el Protocolo.** Se espera que esta estructura reduzca los costos y facilite la gestión del proceso intergubernamental. Las Partes en la Convención que no sean Partes en el Protocolo podrán participar como observadoras en las reuniones relativas al mismo.

◆ **Este nuevo acuerdo se examinará periódicamente.** Las Partes tomarán medidas apropiadas en base a la mejor información científica, técnica, y socioeconómica disponible. El primer examen se llevará a cabo durante el segundo periodo de sesiones de la CdP relativo a la aplicación del Protocolo. Las conversaciones sobre los compromisos para el periodo posterior al 2012 deberán comenzar en el 2005.

◆ **El Protocolo estuvo abierto a la firma durante 1 año desde el 16 de marzo de 1998.** Entrará en vigor 90 días después de haber sido ratificado al menos por 55 Partes en la Convención, incluyendo a los países desarrollados que representaban por lo menos un 55% del total de las emisiones de dióxido de carbono de este grupo en 1990. Los desacuerdos políticos que tuvieron lugar a fines de 2000 y 2001 acerca de cómo implementar el Protocolo, han frenado el ritmo de las ratificaciones. Mientras tanto, los gobiernos continuarán avanzando en el cumplimiento de sus compromisos en virtud de la Convención sobre el Cambio Climático. También trabajarán sobre muchas cuestiones prácticas relacionadas con el Protocolo y su futura aplicación en las reuniones ordinarias de la CdP y sus órganos subsidiarios.

## De qué manera las actividades humanas producen gases de invernadero

◆ **Las actividades humanas más importantes generan gases de efecto invernadero.** Las emisiones comenzaron a incrementarse de forma espectacular en el decenio de 1800 debido a la Revolución Industrial y a los cambios en la utilización de la tierra. Muchas de las actividades asociadas con la emisión de gases son ahora esenciales para la economía mundial y forman una parte fundamental de la vida moderna.

◆ **El dióxido de carbono resultante de la combustión de combustibles fósiles es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la actividad humana.** El suministro y utilización de combustibles fósiles contribuye en aproximadamente un 80% a las emisiones producidas por el hombre de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y una significativa cantidad de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). También, genera óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos y monóxido de carbono (CO), que aunque no sean gases de invernadero influyen en los ciclos químicos en la atmósfera que crean o destruyen otros gases de efecto invernadero como el ozono troposférico. Mientras tanto, las emisiones de aerosoles de sulfato relacionadas con combustibles enmascaran de forma temporal parte del efecto de calentamiento producido por los gases de invernadero.

◆ **La mayoría de las emisiones asociadas con la utilización de energía se producen cuando se queman combustibles fósiles.** El petróleo, el gas natural y el carbón (los cuales emiten la mayor cantidad de carbono por unidad de energía suministrada) proporcionan la mayoría de la energía utilizada para producir electricidad, hacer funcionar automóviles, calefaccionar hogares, y dar energía a las fábricas. Si la combustión es completa, el único subproducto que contiene carbono sería el dióxido de carbono, pero como la combustión a menudo es incompleta, se generan también monóxido de carbono y otros hidrocarburos. El óxido nitroso y otros óxidos de nitrógeno se producen debido a que la combustión de combustibles hace que el nitrógeno que está en el combustible o aire se combine con el oxígeno de la atmósfera. Los óxidos sulfúricos (SO<sub>x</sub>) se generan cuando el sulfuro (derivado primariamente del carbón y del petróleo pesado de combustible) se combina con el oxígeno; los aerosoles de sulfatos resultantes tienen un efecto refrigerante en la atmósfera.

◆ **La extracción, procesamiento, transporte y distribución de los combustibles fósiles también libera gases de efecto invernadero.** Estas emisiones pueden ser deliberadas cuando se quema o libera gas natural de los pozos petroleros, lo que emite dióxido de carbono y metano respectivamente. También se pueden producir debido a accidentes, al mantenimiento deficiente y a pequeñas fugas en las cabezas de pozos, las instalaciones de tuberías y los oleoductos. El metano que producido en forma natural en los yacimientos de carbón como burbujas de gas o que está "disuelto" en el mismo carbón, se libera cuando se lo extrae o pulveriza. Los hidrocarburos ingresan en la atmósfera a raíz de los vertimientos producidos por los buques petroleros o debido a pequeñas pérdidas durante la recarga de combustible en los vehículos automotores.

◆ **La deforestación es la segunda fuente principal de dióxido de carbono.** Cuando se talan bosques para la agricultura o la urbanización, la mayor parte del carbono presente en los árboles que se queman o descomponen se escapa a la atmósfera. Sin embargo, cuando se plantan nuevos bosques, los árboles en crecimiento absorben el dióxido de carbono y lo retiran de la atmósfera. El gran volumen neto de deforestación más recientes ha tenido lugar principalmente en los trópicos, pero existe una gran incertidumbre científica acerca de las emisiones resultantes de la deforestación y otros cambios en la utilización de la tierras.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

- ◆ **La producción de cal (óxido de calcio) para la fabricación de cemento representa un parte importante de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> provenientes de fuentes industriales.** Como el CO<sub>2</sub> emitido por los combustibles fósiles, el dióxido de carbono liberado durante la fabricación de cemento se genera en la piedra caliza y por consiguiente es de origen fósil, como sucede principalmente con las conchas marinas y otra biomasa enterradas en los antiguos sedimentos oceánicos.
- ◆ **Los animales domesticados emiten metano.** El segundo gas invernadero más importante después del dióxido de carbono es el metano producido por el ganado bovino, vacas lecheras, búfalos, cabras, ovejas, camellos, cerdos y caballos. La mayoría de las emisiones de metano relacionadas con la ganadería se generan por la fermentación intestinal de los alimentos causada por bacterias y otros microbios en los tractos digestivos de los animales; otra de las fuentes resulta de la descomposición del estiércol de los animales.
- ◆ **El cultivo de arroz también produce metano.** El cultivo de arroz en “tierras húmedas” o “arrozales” genera aproximadamente de un quinto a un cuarto por ciento de las emisiones mundiales de metano derivado de la actividad humana. El arroz de tierras húmedas, que representa más del 90% de toda la producción arroceras, se cultiva en campos inundados o regados durante la mayor parte de la temporada de cosecha. Las bacterias y otros microorganismos que se encuentran en el suelo de los arrozales descomponen la materia orgánica y producen metano.
- ◆ **... como así también la eliminación y tratamiento de basura y residuos humanos.** Cuando se entierran desperdicios en basurales, tarde o temprano éstos experimentan una descomposición anaeróbica (sin oxígeno) y emiten metano (y algo de dióxido de carbono). Si el gas no se capta y emplea como combustible, el metano termina escapándose a la atmósfera. Esta fuente de metano es más común cerca de las ciudades donde los residuos provenientes de las casas se transportan a un basural central, que en las zonas rurales, donde los desechos se queman o se dejan para su descomposición al aire libre. También se emite metano cuando se tratan anaeróbicamente los residuos humanos (alcantarillado) como por ejemplo en estanques anaeróbicos o lagunas.
- ◆ **La utilización de fertilizantes incrementa las emisiones de óxido nitroso.** El nitrógeno presente en muchos fertilizantes orgánicos y minerales, además del estiércol, acelera los procesos naturales de nitrificación y desnitrificación producidos por bacterias y otros microbios en el suelo. Dichos procesos convierten una parte del nitrógeno en óxido nitroso. La cantidad de N<sub>2</sub>O emitida por cada unidad de nitrógeno aplicada en la tierra, depende del tipo y cantidad de fertilizante, las condiciones del suelo y el clima, ecuación compleja que aún no se comprende totalmente.
- ◆ **La industria ha inventado, para usos especializados, varios gases de invernadero potentes de larga duración.** Desarrollados en el decenio de 1920, los clorofluorocarbonos (CFC) han sido utilizados como propulsores en aerosoles, la fabricación de espumas plásticas para almohadones y otros productos, en las bobinas de enfriamiento de refrigeradores y aparatos de aire acondicionado, así como en los materiales para la extinción del incendios y como solventes de limpieza. Gracias al Protocolo de Montreal relativo a Sustancias que agotan la capa de ozono, las concentraciones atmosféricas de muchos CFC se están estabilizando, y se prevé que disminuyan en las próximas décadas. Como sustitución de los CFC inocua para el ozono se están empleando otros halocarbonos, principalmente los hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC), que contribuyen al calentamiento global, por lo cual su reducción se ha convertido en objetivo en virtud del Protocolo de Kyoto de 1997. El Protocolo también establece metas en relación con el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) usado como aislante de electricidad, conductor de calor, y agente refrigerante; se estima que, molécula por molécula, su potencial de efecto invernadero es 23.900 veces mayor que el del dióxido de carbono.

## Limitación de las emisiones: Un desafío para los encargados de la formulación de políticas.

◆ **El cambio climático traerá consecuencias económicas.** El daño que éste ocasiona más las medidas que se toman para la adaptación al nuevo régimen climático, impondrán costos de mercado cuantificables y no cuantificables. El hecho de que algunos tipos de perjuicios importantes no puedan ser traducidos fácilmente en términos monetarios hace que su estimación sea altamente incierta.

◆ **Los daños no se producirán en forma pareja y serán algunas veces irreversibles.** Aunque los países desarrollados son responsables del grueso de las emisiones históricas de gases de invernadero, sus economías e instituciones sólidas les permiten estar en mejor posición que los países en desarrollo para hacer frente a las variaciones climáticas. La cuantificación de los costos económicos del cambio climático incluyen muchas incertidumbres y reservas; no obstante, algunos analistas estiman que los daños resultantes de un cambio climático moderado (un calentamiento de +2.5 °C) podría reducir el actual PIB de EEUU en un 0,5%, el de la UE en un 2,8%, el de África en un 3,9%, y el de India en un 4,9%. Conviene insistir una vez más en que estas estimaciones solo incluyen los daños ya traducidos en términos monetarios, y por ende, no valoran suficientemente los costos posibles.

◆ **Las políticas para reducir al mínimo los riesgos, mediante la reducción de emisiones de gases de invernadero, también tendrán su precio.** Las estimaciones del costo de dichas políticas varían considerablemente debido a las diferentes hipótesis e incertidumbres. Para los países con economías en transición, las enormes oportunidades para mejorar la eficiencia energética podrían permitir costos insignificantes o incluso ganancias netas en el PIB de varios puntos porcentuales. Los países altamente industrializados de la ODCE podrían hacer uso del sistema de comercialización de emisiones previsto en el Protocolo de Kyoto para limitar sus costos en una reducción del 0,1-1,1% en el PIB proyectado para el año 2010; o dicho de otra manera, el porcentaje del crecimiento económico anual para los próximos 10 años sería un 0,1 % más bajo. Si se incluye los menores costos de la contaminación ambiental, la eliminación de las imperfecciones del mercado y otros factores, los riesgos se reducirían aún mucho más.

◆ **Se encuentran disponibles muchas políticas y tecnologías eficaces en función de los costos para reducir las emisiones.** Entre algunos de los adelantos tecnológicos recientes pueden mencionarse la introducción al mercado de autos con motores híbridos eficientes y turbinas eólicas, la prueba del almacenamiento subterráneo del dióxido de carbono y los adelantos en la tecnología de pilas de combustibles. Existen cientos de tecnologías y prácticas que podrían aprovecharse más plenamente para reducir las emisiones mediante una utilización final eficiente de la energía en las edificaciones, los transportes y la industria manufacturera, a menudo con beneficios financieros netos.

◆ **... no obstante, los gobiernos deberán promover activamente estas soluciones.** En muchos casos los gobiernos tendrán que hacer frente a una amplia gama de obstáculos institucionales y de comportamiento, entre otros, antes de que las políticas y tecnologías inocuas para el clima puedan ganar una aceptación general. Éstos pueden ser precios de mercado que no incorporen factores externos tales como la contaminación, los incentivos inadecuados, los intereses creados, la falta de organismos de regulación eficaces, la información inexacta etc.

◆ **Las políticas energéticas son la clave para los costos y la eficacia de los esfuerzos para reducir las emisiones.** La decisión sobre la combinación de energía y las inversiones asociadas determinará



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

las posibilidades de que la concentración atmosférica de gases invernadero pueda ser estabilizada, en qué medida y a qué costo. Actualmente la mayor parte de dichas inversiones se orienta a descubrir y desarrollar más fuentes fósiles convencionales y no convencionales. Sin embargo, en los últimos años, los avances en el desarrollo de tecnologías que reducen las emisiones de gas invernadero han sido más rápido de lo previsto.

◆ **Las “medidas útiles en todo caso” para hacer frente a las emisiones tienen múltiples ventajas.** Muchos investigadores creen que sería posible reducir las emisiones y, al mismo tiempo, generar beneficios económicos, por ejemplo, mediante sistemas energéticos eficaces en función de los costos y una mayor innovación tecnológica. Algunas políticas sobre el cambio climático también pueden traer beneficios ambientales en los planos local y regional, como la reducción de la contaminación ambiental y una mayor protección de los bosques y por ende, de la diversidad biológica. Las publicaciones científicas, técnicas, y socio económicas muestran que en la mayoría de los países existen oportunidades de medidas “útiles en todo caso”. Además, indican que el riesgo de daños netos, la preocupación por el temor a los riesgos, y el principio de precaución en su conjunto proporcionan una justificación para acciones que van más allá de las “medidas útiles en todo caso”, es decir, para medidas que de hecho implican costos netos.

◆ **Los encargados de formulación de políticas no deberían pasar por alto la importancia de la equidad.** No es fácil elegir políticas que sean justas y eficaces en función de los costos. La economía tradicional investiga rigurosamente la manera de formular políticas flexibles y eficaces en función de los costos, pero mucho menos en lo que respecta a la equidad. Como la vulnerabilidad de los países al cambio climático difiere de manera considerable, los costos de los daños y adaptación variarán ampliamente a menos que se realicen esfuerzos especiales para redistribuirlos. Los encargados de la formulación de políticas pueden aplicar soluciones equitativas promoviendo el fomento de la capacidad en los países más pobres y tomando las decisiones colectivas de una manera creíble y transparente. Pueden también desarrollar mecanismos financieros e institucionales para compartir los riesgos entre los diferentes países.

◆ **Para que las políticas sean eficaces, se requerirá el apoyo del público y de los principales grupos interesados.** Los gobiernos no pueden actuar solos para reducir sus emisiones, sino que las personas, comunidades y empresas también deben cooperar. La educación y la información pública son vitales; por ejemplo, una mayor sensibilización en la utilización de energía alentaría a la gente a adoptar una serie de pequeños cambios en su estilo de vida, tal como el uso del transporte público, el empleo de una iluminación y electrodomésticos más eficientes y la reutilización de los materiales para reducir la necesidad de explotar los recursos naturales. Las autoridades locales podrían introducir normas que alienten a diseñar construcciones que aprovechen al máximo las ventajas de la luz y la calefacción solar. También son posibles muchos otros cambios en el estilo de vida de un alto consumo de los países ricos.

◆ **La respuesta más prudente al cambio climático sería adoptar un paquete de medidas que apunten a su mitigación, adaptación e investigación.** La bibliografía económica indica que la combinación óptima de políticas diferirá necesariamente entre los países y con el transcurso del tiempo. La cuestión no reside en que todos los países lleguen a un acuerdo acerca de cuál es la mejor política, y mantenerla durante los próximos 100 años; sino que cada país debería seleccionar una estrategia prudente y ajustarla con el paso del tiempo en función de las nuevas informaciones y la evolución de las circunstancias. Si se elabora una cartera equilibrada de opciones de política que apunten a reducir las emisiones, se adapten a el cambio climático y mejoren la base del conocimiento, los encargados de la formulación de políticas podrán mitigar los riesgos de un rápido cambio climático, al mismo tiempo que promoverán el desarrollo sostenible.

## Elaboración de políticas eficaces en función de los costos.

◆ **Se pueden reducir los costos de las políticas sobre el cambio climático a través de estrategias “útiles en todo caso”.** Tales estrategias se justifican desde el punto de vista económico y ambiental, con independencia de que el mundo atraviese por un rápido cambio climático. Éstas podrían incluir la eliminación de las imperfecciones del mercado (como las subvenciones contraproducentes a los combustibles fósiles), la introducción de beneficios suplementarios (una mayor competitividad industrial a través de la eficiencia energética) y la generación de “dividendos dobles” (cuando los ingresos por impuestos y otros instrumentos para el cambio climático se emplean para financiar reducciones en los impuestos distorsionados existentes). Aunque las políticas útiles en todo caso se justifican claramente, el principio de precaución y el nivel neto de los daños esperados por el cambio climático también justifican la adopción de políticas que apunten más allá de ser útiles en todo caso.

◆ **Aunque actuar inmediatamente a veces puede parecer más costoso que esperar, la demora podría traer riesgos más grandes y por lo tanto, mayores costos a largo plazo.** Los países tienen la alternativa de graduar la reducción de sus emisiones de forma lenta o rápidamente. En esta opción se debe equilibrar los costos económicos de las primeras medidas (incluyendo el riesgo de retirar prematuramente algunas existencias de capital todavía utilizables) con los costos correspondientes a la demora. Uno de los riesgos de esta dilación es que se podría “encerrar” por muchos años los actuales modelos de bienes de capital disponibles que generan altas emisiones; si la gente se convenciera de la necesidad de reducir más rápidamente las emisiones, estas deberían retirarse de manera prematura, a grandes costos. Un impulso temprano hacia el control de las emisiones incrementaría la flexibilidad a largo plazo de la labor de la humanidad para estabilizar las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero.

◆ **Se deben considerar diversas variables en la ecuación de costos.** Los calendarios y objetivos acordados internacionalmente para la reducción de emisiones, la población mundial y las tendencias económicas, así como el desarrollo de nuevas tecnologías, tendrán gran importancia. Los encargados de formulación de políticas también deberán considerar el ritmo de la sustitución de los bienes de capital (lo que se relaciona con el tiempo de vida del equipo), la gama del tipo de descuento que los economistas emplean para estimar el valor actual de sus beneficios futuros (lo cual afecta las decisiones en materia de inversiones), y las posibles medidas de la industria y los consumidores en respuesta al cambio climático y políticas relacionadas.

◆ **En muchos casos, las políticas eficaces en función de los costos deben transmitir a los mercados nacionales los mensajes adecuados en materia económica y de reglamentación.** Las políticas destinadas a disminuir la distorsión en los precios y subvenciones pueden incrementar la eficiencia de energía de los mercados de transporte y agricultura, entre otros. Si se transmiten mensajes coherentes y apropiados, se alentará la investigación y se proporcionará a los productores y consumidores la información necesaria para adaptarse a las futuras restricciones a las emisiones de gases de efecto invernadero. Algunos de los beneficios más grandes de las políticas climáticas podrían producirse en los países en desarrollo que están experimentando un rápido crecimiento económico y en los países con economías en transición a una economía de mercado.

◆ **Se pueden utilizar incentivos económicos para influir en los inversores y consumidores.** Si se basan en el mercado, los incentivos a menudo pueden ser más flexibles y eficientes que las políticas regula-



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

torias exclusivamente. Por ejemplo, los sistemas de reintegro de depósitos alentarían a las personas a cambiar sus automóviles y electrodomésticos por modelos más eficientes desde la perspectiva de la energía. Mediante normas de tecnología y rendimiento se podría recompensar a los fabricantes que venden mercancías que no afectan el clima, o penalizar a los que no lo hicieren. Las subvenciones dirigidas, los acuerdos voluntarios vinculados con los objetivos apropiados, y la inversión directa del gobierno, pueden también ser medidas eficaces en función de los costos para la influir en la conducta de los consumidores y productores.

◆ **La introducción o eliminación de impuestos o subvenciones podría contribuir a que se incorporen en los precios los intereses relativos al cambio climático.** Por ejemplo, un impuesto sobre el contenido de carbono del petróleo, el carbón y el gas desalentaría la utilización de combustibles fósiles, para así reducir las emisiones de dióxido de carbono. Ya se han probado gravámenes sobre el carbono en varios países industrializados. Muchos economistas creen que los impuestos sobre el carbono podrían permitir conseguir disminuciones en las emisiones de CO<sub>2</sub> con un mínimo costo; sin embargo, como la fiscalidad da a los individuos y empresas la flexibilidad para escoger su respuesta, estas medidas no serían tan eficaces para garantizar el alcance del nivel de emisiones prescripto. Para ser eficaz, el impuesto debe estar bien concebido y administrado. Varios estudios económicos demuestran que si esos impuestos son independientes del ingreso, y sustituyen a los que inhiben la inversión y el empleo, en algunos casos podrían resultar ganancias económicas netas. Aunque dichos impuestos tiendan a ser un poco regresivos, en la medida en que exigen a los hogares más pobres que destinen una mayor parte de sus ingresos a las facturas de energía que los hogares ricos, se pueden adoptar otros impuestos y transferencias para contrarrestar este impacto negativo.

◆ **Los permisos para el comercio de emisiones también pueden constituir un enfoque eficaz en función de los costos y orientado al mercado.** Un sistema nacional puede funcionar de la siguiente manera: los países determinan cuántas toneladas de un gas en particular se puede emitir por año. Después, se divide esta cantidad en derechos de comercio de emisiones - medidos, tal vez, en toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> - y se los asigna o vende a empresas particulares. Esto proporciona a cada empresa un contingente de gases invernadero que puede emitir, y después entra a jugar el mercado. Tal sistema podría resultar rentable para los que contaminan, que pueden reducir sus emisiones de manera relativamente económica, y después vender sus permisos a otras empresas. Por su parte, la adquisición de permisos adicionales podría parecer atractivo a los que consideren oneroso reducir sus emisiones. El Protocolo de 1997 establece un sistema de comercialización de emisiones para los gobiernos, a nivel internacional, y la Unión Europea tiene previsto lanzar un sistema de este tipo para 2005.

## Nuevas tecnologías y políticas energéticas.

◆ **La producción y utilización de energía es la principal fuente de emisión de gases invernaderos de la humanidad.** La combustión de carbón, petróleo, y gas natural representan más de las tres cuartas partes de todas las emisiones de dióxido de carbono. En la extracción y empleo de combustibles fósiles también se emite metano, un poco de dióxido de carbono, y grandes cantidades de monóxido de carbono y otros contaminantes del aire. La producción de energía representa cerca del 44% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>, procedente de la quema de combustibles fósiles, la combustión en la industria y la construcción, más del 18%, el transporte, el 24% (y está aumentando rápidamente), y el sector residencial, el 8%; el 6% restante se vincula en su mayor parte a la combustión en los edificios comerciales y oficiales y en la agricultura.

◆ **Se pueden reducir al mínimo las fugas y vertidos durante la extracción y transporte de los combustibles fósiles.** Las nuevas tecnologías pueden reducir de forma espectacular las emisiones de metano provenientes de minas de carbón y de sistemas de distribución de gas natural. En los campos petrolíferos en que el gas natural se quema o libera debido a su baja rentabilidad para la venta, se podrían incorporar pequeños generadores de energía in situ para producir electricidad para uso local, o el gas podría comprimirse o reciclarse para ser utilizado en el transporte o en industrias cercanas.

◆ **Se podría alentar la pronta introducción de nuevas tecnologías mediante políticas fiscales e impositivas.** Para el año 2100, todo el capital invertido en el actual sistema mundial de energía comercial se habrá sustituido por los menos dos veces. Los incentivos para invertir en tecnologías más eficaces en función de los costos y de utilización más eficiente de la energía aumentarían las posibilidades que ofrecer estos reemplazos para la reducción de emisiones. La aplicación de impuestos sobre las emisiones o el contenido de carbono de los combustibles orientaría las inversiones hacia tecnologías que produzcan pocas emisiones. Al mismo tiempo la eliminación gradual de las subvenciones actuales a los combustibles fósiles reduciría las emisiones globales, mientras que apoyaría al desarrollo de la economía nacional

◆ **Se puede incrementar la eficiencia de conversión de las centrales generadoras de energía.** La media mundial de la eficiencia de conversión (30%) se podría elevar a más del doble a largo plazo. Esto se lograría, en parte, a través de la transición a turbinas de gas de ciclo combinado, que probablemente se convertirán en la más grandes proveedoras mundiales de producción de energía nueva entre ahora y 2020. Los modelos más recientes ya han logrado una eficiencia de conversión de cerca del 60%. Esto es posible debido a que el calor proveniente de la quema de combustible dirige las turbinas de vapor, mientras la expansión térmica de los gases de tubos de escape dirige las turbinas de gas.

◆ **También se pueden reducir las emisiones de las centrales de energía si se adoptan fuentes renovables.** Las tecnologías de energía renovables como la eólica, solar y hidráulica pueden reducir las emisiones, al mismo tiempo que distribuyen electricidad de manera más flexible "fuera de la red". Hoy en día, la utilización de turbinas eólicas se esta incrementando en más del 25% anual. La energía solar y biomasa también se sigue expandiendo a medida que los costos disminuyen. La contribución total de las fuentes de energía renovables no hidráulicas están actualmente debajo del 2% en todo el mundo, pero para el 2010 se espera que entren en el mercado fuentes de energía fotovoltaica más eficaces, recursos eólicos ubicados a distancia, biocombustibles a base de etanol y otras fuentes de combustibles que produzcan bajas o ninguna emisiones.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

◆ **La industria puede reducir aún más el coeficiente de energía y al mismo tiempo disminuir los costos de producción.**

Este es el único sector en que las emisiones de los países más ricos ya están disminuyendo debido a una mayor eficiencia en el empleo de energía y materiales. Sin embargo, estos países podrían reducir todavía más sus emisiones industriales de CO<sub>2</sub>, simplemente reemplazando sus instalaciones y procesos actuales con las opciones tecnológicas más eficientes actualmente disponibles. Esta modernización del equipo, si se produce en el momento de la renovación normal de los bienes de capital, sería una manera económica de disminuir las emisiones industriales. A nivel mundial, se proyecta que las emisiones industriales crezcan de forma espectacular a medida que los países en desarrollo se industrializan; para reducir el ritmo de crecimiento de sus emisiones será preciso dotarles de acceso a las tecnologías disponibles más eficientes.

◆ **Los sectores residenciales y comerciales pueden adoptar más tecnologías que utilicen la energía de manera eficiente.**

Las emisiones de las edificaciones continúan creciendo debido a que el incremento de la demanda de los servicios de la construcción ha superado el ritmo de los adelantos tecnológicos. Tales adelantos incluyen nuevos controles para las edificaciones, diseño de sistemas de calentamiento solar pasivo, un diseño integral de construcción, nuevas sustancias químicas para refrigeración y aislamiento, y sistemas más eficientes de refrigeración y enfriamiento y calefacción. Entre otras medidas se podrían incluir los programas de mercado en virtud de los cuales se conceden a los clientes o fabricantes apoyo o incentivos financieros, normas obligatorias o voluntarias de eficiencia energética, investigación pública y privada sobre productos más eficientes y programas de información y capacitación.

◆ **Los países pueden eliminar los obstáculos que frenan la difusión de tecnologías de bajas emisiones.**

La divulgación de nuevas tecnologías y prácticas esta a menudo bloqueada por barreras culturales, institucionales, jurídicas, de información, financieras y económicas. Las políticas gubernamentales pueden colaborar para eliminar algunos de estos obstáculos. La distribución de información y los programas de etiquetado de productos, por ejemplo, ayudarían a los consumidores a reconocer las consecuencias más generales de sus decisiones. Los países también deberían respaldar proyectos cuidadosamente orientados de investigación, desarrollo y demostración de tecnologías que puedan reducir las emisiones y mejorar la eficiencia. Aunque querrán evitar escoger a los "ganadores" de tecnologías, los países pueden contribuir de forma valiosa atenuando las barreras que enfrentan los innovadores, y promoviendo una cartera nacional equilibrada de opciones energéticas y programas de investigación.

◆ **Es posible obtener entre los próximos 50 y 100 años reducciones profundas en las emisiones de los combustibles fósiles necesarios para estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero.**

La innovación tecnológica, la eficiencia energética, y el hincapié en las fuentes de energía renovable serán esenciales para poder alcanzar este objetivo. Debido a que se pueden utilizar diferentes combinaciones de tecnologías y políticas, este futuro sistema de suministro de energía podría construirse de muchas maneras. A corto plazo, no obstante, como la demanda mundial de energía seguramente se incrementará, las medidas para disminuir las emisiones deben continuar insistiendo en la eficiencia energética.

## Nuevas tecnologías y políticas de transporte

◆ **El sector de transporte es la fuente de emisiones de gases invernadero de mayor y más rápido crecimiento.** Las emisiones de dióxido de carbono, provenientes de vehículos y de la infraestructura transportes están creciendo significativamente, un 2,5% por año. Los medios de transporte contribuyen también, a través de las emisiones de monóxido de carbono, plomo, óxidos sulfúricos (Sox) y óxidos nitrógenos (Nox), a los problemas de contaminación, tanto locales como regionales. Estos sectores, que dependen considerablemente de los combustibles líquidos fósiles, hacen el control de emisiones de gases de efecto invernadero particularmente difícil.

◆ **Los automóviles representan el sector de transporte que más consume petróleo, y representan la más importante fuente de emisión de dióxido de carbono.** El mundo desarrollado tiene la más alta proporción de automóviles por habitante [484 autos cada 1.000 personas en América del Norte, en 1996, en relación con 32 en Sudamérica], si bien se prevé que en el futuro, los países en desarrollo representen el mayor crecimiento en el uso de automóvil.

◆ **Las nuevas tecnologías pueden incrementar la eficiencia de los automóviles y reducir las emisiones por kilómetro viajado.** Los nuevos materiales y diseños pueden reducir la masa del vehículo y acrecentar la eficiencia en que convierte la energía, disminuyendo así la cantidad de energía requerida para moverlo. Debido al mejoramiento de los diseños de transmisión, los motores pueden funcionar más cerca de su velocidad y carga óptimas. Los avances tecnológicos realizados en la tecnología de los motores a combustión, y la formulación de la gasolina ya han empezado a reducir las emisiones, tanto de gases de efecto invernadero como de agentes contaminantes convencionales, por vehículo. Los vehículos híbridos a gasolina y electricidad, ahora disponibles en el mercado, son dos veces más eficientes, en cuanto a energía, que un vehículo ordinario del mismo tamaño.

◆ **La adopción de combustibles de menos coeficiente de carbono puede también ayudar a reducir las emisiones de dióxido de carbono.** En muchos países se ha demostrado la viabilidad de hacer funcionar vehículos con combustibles que no sean a gasolina. El biodiesel, apoyado por exoneraciones impositivas, ha ido ganando mercado en Europa. Los vehículos movidos por pilas de combustible se están desarrollando rápidamente, y van a entrar al mercado en el 2003. Los biocombustibles producidos con madera, cultivos energéticos y desechos prometen también jugar un papel cada vez más importante en el sector de transporte. Se han hecho demostraciones y se está desarrollando la utilización del hidrógeno en el motor a combustión de un vehículo. Estas tecnologías y combustibles pueden ofrecer beneficios a nivel del clima mundial a largo plazo, junto con las mejoras inmediatas en la calidad local de el aire.

◆ **Las tecnologías de energía renovable se están volviendo cada vez más competitivas.** La energía renovable algún día podría constituir una solución económica de recambio de los combustibles a base de petróleo. La electricidad derivada de la hidroelectricidad, los dispositivos solares fotovoltaicos, los sistemas eólicos y las pilas de combustibles de hidrógeno pueden permitir la movilidad de las personas y bienes prácticamente sin emisiones de gases de invernadero. La quema de combustibles líquidos derivados de biomasa, que ha crecido mucho, emite carbono; pero la vegetación cultivada para crear nueva biomasa vuelve a captar una cantidad equivalente del carbono. El uso de combustibles renovables en el sector del transporte puede reducir nuevas emisiones de CO<sub>2</sub> y a la vez desarrollar el grado de movilidad personal que la gente desea.

◆ **Las emisiones pueden ser aún más reducidas mediante cambios en el mantenimiento y prácticas de utilización.** Muchos vehículos no están adecuadamente mantenidos, debido a los elevados costos o a



la limitada disponibilidad local de piezas de repuesto. En algunos sectores, el mantenimiento es quizás sencillamente una prioridad menor para los conductores y dueños de vehículos. Algunos estudios han indicado que podría reducirse el consumo medio de combustible en los vehículos hasta en un porcentaje de 2- 10 % con sólo afinar el motor periódicamente.

◆ **Las emisiones y los costos se pueden reducir por medio de políticas para disminuir la congestión de tráfico de carretera.** El coeficiente de energía invertida en transportes, y el volumen de congestión en las carreteras están en gran medida influidos por el grado de ocupación que representan los vehículos de pasajeros. Los sistemas viales informatizados para los itinerarios de los camiones permiten ahorrar dinero y combustible, optimizando la carga útil y minimizando el tiempo empleado en tráfico; de igual modo, las medidas tomadas para mejorar el control de tráfico general y restringir el uso de vehículos a motor podría reducir significativamente el uso de energía.

◆ **Los planificadores urbanos pueden estimular el transporte que genere bajas emisiones.** Si se persuade a la población de que utilice autobuses o trenes en vez de automóviles se puede reducir notablemente la energía primaria usada por pasajero – asiento- kilómetro. Para estimular esta transición, es de vital importancia ofrecer sistemas de transporte público seguros y eficientes. En las ciudades se puede también promover la caminata, el ciclismo, y el uso compartido de los vehículos, limitando el acceso de automóviles a ciertas rutas, incrementando las tarifas del estacionamiento público, y convirtiendo las rutas existentes en carreteras de acceso a autobuses, ciclovías, o carriles para vehículos con muchos pasajeros durante las horas pico. También se puede fomentar la eficiencia mediante la introducción de sistemas informatizados para el control de semáforos, más carteles de señalización, y un mejor diseño de red; especialmente en áreas urbanas con alta densidad de vehículos durante las horas de viaje pico. En pocas palabras, los planificadores urbanos tienen más posibilidades de influir en el transporte en las ciudades que se desarrollan rápidamente y donde el auto es todavía de uso limitado.

◆ **Las políticas para reducir la congestión de tráfico aéreo pueden disminuir las emisiones y acrecentar la seguridad al mismo tiempo.** En las actuales pautas de los vuelos se trata de reducir el consumo de combustible y otros costos en que se incurre en vuelo. Sin embargo, las aglomeraciones en los aeropuertos obligan a largos tiempos de espera en muchos destinos y contribuyen a emisiones de combustible más elevadas de lo necesario. Se puede reducir la congestión, minimizar las demoras y disminuir emisiones por medio de: adelantos en los sistemas de reservas, políticas para acrecentar el grado de ocupación de plazas, e iniciativas para desalentar los vuelos simultáneos o con capacidad incompleta en una misma ruta. La aplicación de impuestos adicionales de combustible para los aviones pueden también contribuir bastante a promover la eficiencia energética.

◆ **La manera más rápida de reducir el nivel de crecimiento de las emisiones a corto plazo es tal vez la aplicación de políticas para acelerar el ritmo de la renovación de los bienes de capital en el parque automotor y las flotas de aviones.** Esto se aplica especialmente a países desarrollados, donde hay un vasto parque automotor donde se sigue utilizando una gran cantidad de autos viejos. Se pueden ofrecer gratificaciones para quienes retiren vehículos y aviones que no se ajusten a las normas nacionales de emisiones; o se puede imponer una pequeña tasa ambiental a los usuarios, que sería proporcional al consumo energético de los vehículos. Es de vital importancia establecer normas para el uso eficiente de combustibles para los autos y aviones, a fin de reducir el coeficiente de energía de transporte a largo plazo, pero ello afecta solo a los vehículos más nuevos .

◆ **La combinación de políticas apropiadas varía entre las ciudades y entre los países.** Además, las medidas para reducir las emisiones en el sector de transportes pueden llevar años, e incluso décadas, antes de mostrar plenamente los resultados. Pero si se aplican rigurosamente, las políticas de transporte inocuo para el clima pueden prestar una importante contribución en la promoción del desarrollo de la economía y, al mismo tiempo reducir al mínimo los costos locales de la congestión del tráfico, los accidentes de tránsito y la contaminación atmosférica.

## Nuevos enfoques para la silvicultura y la agricultura

◆ **La silvicultura y la agricultura son importantes fuentes de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico.** Los bosques contienen vastas cantidades de carbono. Algunos bosques funcionan como “sumideros”, absorbiendo el carbono del aire ; mientras que los bosques en que las corrientes de carbono están equilibradas actúan como “depósitos”. La deforestación y los cambios en el uso de la tierra hacen que los bosques del mundo sean una fuente neta de dióxido de carbono.. Las prácticas de agricultura intensiva, tales como la cría de ganado, el cultivo en arrozales y el uso de fertilizantes, emiten una parte considerable del metano derivado de la actividad humana y gran parte de nuestro óxido nítrico. Afortunadamente, hay medidas y tecnologías disponibles que podrían ayudar a disminuir notablemente las emisiones netas de bosques y agricultura, y en muchos casos, recortar los costos de producción, incrementar la producción u ofrecer otros beneficios socioeconómicos.

◆ **Se necesitarán mejores medidas de protección y gestión para que se reduzca la producción de dióxido de carbono de los bosques.** Si bien las zonas jurídicamente protegidas cumplen su función, se debería hacer frente a la deforestación con políticas que disminuyan las presiones económicas sobre tierras forestales. Gran parte de la destrucción y degradación es causada por la expansión del cultivo y el pastoreo . Otros factores son: la demanda de madera en el mercado como producto básico, y la demanda local de madera como combustible y de otros recursos forestales para la subsistencia.. Estas presiones podrían atenuarse si se impulsara la productividad agrícola, se frenara el ritmo de crecimiento de la población, si integrada a la población local en la gestión de bosques sostenibles y en las prácticas de recogida de madera, se adoptaran políticas que se aseguren de que la madera comercial se recoge de manera sostenible, y se abordan los factores socioeconómicos y políticos que estimulan las migraciones a zonas forestales.

◆ **Se puede optimizar el almacenamiento de carbono en los árboles, la vegetación, la tierra y los productos de madera durables a través de una “gestión del almacenamiento”.** Habitualmente, cuando los bosques secundarios y tierras degradadas están protegidas o sujetas a una gestión sostenible, se regeneran naturalmente y empiezan a absorber una cantidad significativa de carbono . Los suelos pueden retener carbono adicional si se los enriquece deliberadamente, por ejemplo, con fertilizantes, y se pueden plantar nuevos árboles. La cantidad de carbono almacenada en productos de madera puede aumentarse por medio del diseño de productos para el máximo tiempo de vida útil posible, quizás incluso más de lo normal para la madera viva.

◆ **La gestión sostenible de los bosques puede generar biomasa forestal como recurso renovable.** Parte de esta biomasa puede sustituir los combustibles fósiles; este enfoque presenta un potencial mas grande, a largo plazo, en términos de reducción neta de emisiones, que los árboles en crecimiento que almacenan carbono. El establecimiento de bosques en tierras degradadas o no forestadas incrementa la cantidad de carbono que se almacena en árboles y suelos. Además, el uso de madera combustible obtenida de manera sostenible, en lugar de carbón o gasolina, puede ayudar a preservar los depósitos de carbono contenidos en los de combustibles fósiles que se dejan bajo la tierra porque no se necesitan.

◆ **Los suelos agrícolas son una fuente neta de dióxido de carbono, pero podrían transformarse en sumideros netos .** El mejoramiento de las prácticas de gestión concebidas para aumentar la productividad agrícola podría permitir que los suelos agrícolas absorban y retengan más carbono. Las estrategias de bajo nivel tecnológico incluyen el uso de residuos de cultivos y prácticas con un coeficiente bajo o nulo



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

de labranza, dado que el carbono se libera más fácilmente desde el suelo que está arado o se deja sin cultivar. En los trópicos, se puede incrementar el carbono de suelo devolviendo más residuos de cultivos a la tierra, introduciendo prácticas de cultivo perennes (todo el año), y reduciendo los periodos donde los suelos que están en barbecho se dejan desnudos. En las zonas semiáridas, se puede atenuar la necesidad del barbecho estival mediante una mejor gestión del agua o introduciendo cultivos de forraje perennes (lo cual también podría eliminar la necesidad de labranza). En las regiones templadas se puede aumentar el carbono del suelo con un uso más eficiente del abono de animales.

◆ **Las emisiones de metano provenientes del ganado pueden reducirse con el uso de nuevas mezclas de alimentos.** El ganado vacuno y el búfalo representan aproximadamente el 80% de las emisiones mundiales de metano provenientes de ganado doméstico. Los aditivos pueden acrecentar la eficacia de los alimentos para animales y estimular el ritmo su crecimiento, lo que daría como resultado un descenso neto de las emisiones de metano por unidad de carne bobina producida. En proyectos de desarrollo rural de India y Kenya, la adición de vitaminas y suplementos minerales a la mezcla de alimentos para vacas lecheras ha aumentado la producción de leche y ha disminuido las emisiones de metano.

◆ **El metano proveniente de arrozales puede disminuir notablemente con cambios en el riego y uso de fertilizantes.** El 50% del total de las tierras cultivadas usadas para la producción de arroz está sujeta a riego. En la actualidad, los cultivadores de arroz pueden controlar las inundaciones y los drenajes sólo en una tercera parte de los arrozales en todo el mundo, y las emisiones de metano son mayores en sistemas que están continuamente inundados. Algunos experimentos recientes indican que si se drena un campo en determinados momentos durante el ciclo de cultivo, se puede reducir de forma espectacular las emisiones de metano sin disminuir la producción de arroz. Otras opciones técnicas para reducir las emisiones de metano consisten en agregar sulfato de sodio o carburo de calcio revestido a los fertilizantes a base de urea que hoy son de uso común, o reemplazar directamente la urea por sulfato de amoníaco como fuente de nitrógeno para los cultivos de arroz.

◆ **Las emisiones de óxido nitroso provenientes de la agricultura pueden reducirse al mínimo con nuevos fertilizantes y prácticas de fertilización.** La fertilización de los suelos con nitrógeno mineral y abono animal libera  $N_2O$  a la atmósfera. Si se aumenta la eficiencia del uso del nitrógeno en los cultivos, es posible reducir la cantidad de nitrógeno necesaria para producir una cantidad determinada de alimento. Otras estrategias apuntan a reducir la cantidad de óxido nitroso que se produce como resultado del uso de fertilizantes y la cantidad de  $N_2O$  que luego se escapa de los sistemas agrícolas y penetra en la atmósfera. Un enfoque sería, por ejemplo, ajustar el momento y la cantidad del nitrógeno que se introduce a la demanda específica de un cultivo. También se puede influir en la interacción de los fertilizantes con el suelo y las condiciones climáticas locales optimizando la labranza, el riego y los sistemas de drenaje.

◆ **El almacenamiento de carbono en los suelos agrícolas puede también ser útil para objetivos socio económicos y ambientales.** Frecuentemente, esto mejora la productividad del suelo. Además, algunas prácticas como una menor labranza, una mayor cubierta vegetal, y un uso más frecuente de cultivos perennes previenen la erosión, lo que mejora la calidad del aire y del agua. Como resultado de estos beneficios, las prácticas de almacenamiento de carbono con frecuencia ya se justifican más allá de su contribución a la mitigación del cambio climático. Sin embargo, hay que velar por que el almacenamiento de carbono no traiga aparejados niveles más elevados de óxido nitroso, a raíz de la mayor humedad del suelo o el uso de fertilizantes.

## Financiación de la acción emprendida en virtud de la Convención

◆ **Los países en desarrollo necesitan recursos financieros para abordar las causas y consecuencias del cambio climático.** Es por eso que la Convención sobre el Cambio Climático establece que los países desarrollados deberían facilitar “fondos nuevos y adicionales” para ayudar a los países en desarrollo a cumplir sus compromisos en virtud de tratados. Este apoyo puede proceder de fuentes bilaterales y multilaterales.

◆ **El “mecanismo financiero” de la Convención es una importante fuente de financiación.** Su papel es transferir fondos y tecnología a los países en desarrollo sobre la base de subvenciones o en condiciones de favor. El mecanismo funcionará bajo la dirección de la Conferencia de las Partes (CdP) para la Convención, y rendirá cuenta ante esa Conferencia, la cual decidirá las políticas, las prioridades de programa, y los criterios de elegibilidad. La Convención establece que el funcionamiento del mecanismo financiero puede ser confiado a una o más entidades internacionales que representen equitativa y equilibradamente a todas las Partes, en el marco de un sistema de dirección transparente. La CdP ha encomendado esta función al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

◆ **El Fondo para el Medio Ambiente Mundial fue establecido en 1991 antes de que comenzaran las negociaciones de la Convención.** La idea de un mecanismo internacional para solventar proyectos a favor del medio ambiente mundial fue examinado por primera vez en la Comisión Bruntland en 1987. El FMAM comenzó a funcionar varios años después, y el Banco Mundial, El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) fueron designados organismos de ejecución. En el momento en que se celebró la Cumbre de la Tierra (1992), el FMAM se consideró una posible fuente de financiación para la aplicación de los Convenios sobre diversidad biológica y cambio climático.

◆ **El FMAM sufraga la “totalidad de los gastos adicionales convenidos” de proyectos para proteger el medio ambiente mundial.** Los fondos del FMAM complementan la asistencia al desarrollo ordinaria, al ofrecer a los países en desarrollo la oportunidad de incorporar elementos favorables al medio ambiente que atiendan a las preocupaciones sobre el medio ambiente mundial. Por ejemplo, si un país invierte en una nueva central de energía para promover el desarrollo económico, el FMAM puede suministrar los fondos adicionales o incrementales para comprar el equipo necesario para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En este sentido, los fondos del FMAM sufragan normalmente sólo una parte del total de los costos del proyecto. El FMAM también solventa las actividades “habilitadoras”, las cuales incluyen “la totalidad de los fondos convenidos” para la preparación de las comunicaciones nacionales.

◆ **Los fondos disponibles están basados en contribuciones voluntarias de los gobiernos.** Durante la “fase piloto”, 1991-1994, el fondo fiduciario del contenía \$800 millones provenientes de los gobiernos participantes. Más tarde, cuando se reestructuró el FMAM para hacerlo más universal, democrático y transparente, recibió una reposición de julio de 1994 hasta junio de 1998, de USD 2 mil millones. La segunda reposición, que abarcó el período de 4 años que finalizó en junio del 2002, se basó en promesas de contribuciones por un total de USD 2,75 mil millones. Los préstamos efectuados en el periodo de los 4 años que empezaron en junio del 2002 hacen un total de \$2.92 mil millones provenientes de 32 países donantes.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

◆ **Los proyectos deben ser dirigidos por los países y basados en prioridades nacionales que fomenten el desarrollo sostenible.** Inicialmente el FMAM cubría tres ámbitos de atención: Cambio climático, diversidad biológica, aguas internacionales y ( sólo para los países de Europa oriental y del Asia central ) protección de la capa de ozono. Con posterioridad su mandato se ha extendido para incluir las actividades para combatir la degradación de la tierra y contaminantes orgánicos persistentes. También se consideran gastos adicionales convenidos las de otras actividades para el Programa 21, en la medida en que alcancen beneficios para el medio ambiente mundial en los ámbitos de atención .Desde 1991, el FMAM ha destinado USD 1,5 mil millones para subvencionar proyectos y actividades relacionadas con el cambio climático; esta financiación posibilitado la inversión de otros USD 5 mil millones adicionales en contribuciones cofinanciadas ..El cambio climático representa hoy, cerca de un tercio de la cartera del FMAM.

◆ **Además de los proyectos de asistencia técnica e inversiones, el FMAM financia diversas “actividades habilitadoras”.** Estas actividades ayudan a los países a desarrollar la capacidad institucional necesarias para ejecutar y llevar a cabo estrategias y proyectos. El FMAM paga, particularmente, el total de los costos en la preparación de las comunicaciones nacionales requeridas por la Convención sobre el Cambio Climático . Los proyectos relacionados con acciones de la base, patrocinadas por organizaciones no gubernamentales, reciben apoyo en el marco del Programa de Pequeños Subsidios administrado por el PNUD, mientras que los proyectos de mediana envergadura ( por debajo de USD 1 millón ) pueden ser financiados por el PNUD, el PNUMA o el Banco Mundial.. Además de los subsidios que concede directamente, el FMAM facilita otros acuerdos de financiación bilateral, cofinanciación y financiación paralela. También promueve el apalancamiento de la participación y los recursos del sector privado .

◆ **Las propuestas de financiación se presentan al FMAM a través de una de los tres organismos de ejecución.** El PNUD, el PNUMA y el Banco Mundial cumplen cada una de ellas una función específica en la promoción de proyectos y el apoyo de los procesos del FMAM. La secretaria del FMAM supervisa el programa de trabajo y ayuda a asegurarse de que los proyectos se ajustan a las decisiones de la CdP y a las estrategias y políticas de programación del Fondo . Una vez aprobados, los proyectos son ejecutados por una amplia gama de organismos, tales como ministerios gubernamentales, organizaciones no gubernamentales ( ONG), órganos de las Naciones Unidas, instituciones multilaterales regionales y empresas privadas . El Consejo del FMAM ejerce la autoridad suprema en las decisiones de financiación y los asuntos estratégicos, programáticos y operacionales. El Consejo está formado por 32 de los 166 miembros del FMAM, los cuales se reúnen cada 6 meses; mientras que la Asamblea de todos los países participantes se reúne cada tres años .

◆ **La Conferencia de las Partes continua prestando orientación** las políticas, las prioridades de programa, y los criterios de elegibilidad del FMAM relacionados con proyectos sobre cambio climático. Se ha insistido en que los proyectos financiados por el FMAM deben ser eficaces en función de los costos y apoyar las prioridades de desarrollo nacional, y que deben centrarse, al menos inicialmente, en actividades habilitadoras que ayuden a los países en desarrollo a preparar y suministrar información acerca de aplicación de la Convención .

◆ **En julio del 2001, la CdP creó tres nuevos fondos para una mayor asistencia a los países en desarrollo .** Se está estableciendo, en el marco de la Convención, un Fondo especial para el cambio climático y un Fondo para países los países menos adelantados, para ayudar a los países en desarrollo a adaptarse a los impactos del cambio climático, obtener tecnologías limpias, y limitar el crecimiento de las emisiones . Además, se está creando, en el marco del Protocolo de Kyoto, un Fondo de adaptación, para financiar los proyectos y programas concretos de adaptación ( la CdP dirigirá los Fondos hasta que el Protocolo entre en vigor ). Muchos países desarrollados también han prometido para 2005 una contribución combinada de 450 millones de Euros por año, por conducto de estos Fondos, además de otras vías para ayudar a los países en desarrollo a manejar sus emisiones y adaptarse al cambio climático.

## Cooperación mundial en materia de tecnología

◆ **El cambio climático es un problema mundial y requiere una solución mundial.** Los países desarrollados representan históricamente, y aun en la actualidad, el más alto nivel de emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, mientras en los países desarrollados las emisiones por habitante tienden a estabilizarse ( como así también, la media mundial ), en los países en desarrollo las emisiones anuales continúan creciendo constantemente, y se prevé que alcancen el mismo nivel que las de los países desarrollados en la primera parte de este siglo.

◆ **Si los países en desarrollo quieren limitar las emisiones que surgen a raíz del crecimiento de sus economías, necesitarán acceso a tecnologías inocuas para el clima.** Tales tecnologías son esenciales para la instauración de infraestructura industrial con bajo nivel de emisiones. En la Convención sobre el Cambio Climático, los países más ricos (esencialmente los miembros de la OCDE) acordaron tomar las medidas prácticas para "promover, facilitar, y financiar según proceda, la transferencia de tecnologías y conocimientos prácticos ambientalmente sanos, o el acceso a ellos, a otras Partes, especialmente las Partes que son países en desarrollo, a fin de que puedan aplicar las disposiciones de la Convención".

◆ **La tecnología se puede transferir a través de muchos canales diferentes.** El canal tradicional ha sido la asistencia de desarrollo bilateral y multilateral en forma de créditos para la exportación, seguros, o algún otro tipo de apoyo al comercio. Mediante la incorporación de las consideraciones sobre el cambio climático en los programas de las oficinas de desarrollo nacional y bancos de desarrollo multilateral, se podría acrecentar considerablemente la transferencia de tecnologías con bajo nivel de emisiones. La Convención sobre el Cambio Climático ha abierto un nuevo canal, a través de, del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), financiado por los gobiernos. Además, el Protocolo de Kyoto establece el mecanismos de Aplicación Conjunta, y un Mecanismo para un Desarrollo Limpio, para atraer los fondos del sector público y privado que permitan transferir tecnologías ( y conocimientos técnicos) a países con economías en transición y en desarrollo.

◆ **El FMAM tiene un papel crítico en el desarrollo conjunto y la transferencia de tecnología avanzadas.** El FMAM respalda el desarrollo y demostración de tecnologías que puedan mejorar la eficiencia económica y reducir las emisiones de gases de invernadero, al mismo tiempo que promueven el desarrollo sostenible en los países en transición o en desarrollo. Los proyectos del FMAM pueden utilizarse para demostrar la viabilidad tecnológica y la eficacia en función de los costos de las tecnologías a base de energía renovable, y opciones fundadas en la eficiencia energética. En estos casos, el FMAM paga los gastos adicionales resultantes de introducir tecnología inocuas para el clima, en lugar de las que produzcan más contaminación.

◆ **La Aplicación Conjunta ha sido concebida como una manera de encauzar fondos para las actividades sobre el cambio climático.** La aplicación conjunta puede promover el desarrollo conjunto de tecnologías avanzadas y su transferencia de un país desarrollado a otro. En la práctica, la aplicación conjunta será llevada a cabo fundamentalmente a través de asociaciones entre empresas inversoras de los países industrializados y sus homólogos en países que se encuentran en transición hacia una economía de mercado. La parte inversora puede suministrar la mayor parte de la tecnología requerida y el capital financiero, mientras que el país receptor puede proveer el sitio, el personal, y la organización necesaria para lanzar y sostener el proyecto.



Naciones Unidas



PNUMA



OMM



OMS



UNITAR

◆ **El Mecanismo para un desarrollo Limpio apunta a ayudar a los países en desarrollo a alcanzar un desarrollo sostenible, y contribuyen a la consecución de los objetivos de la Convención** . Este mecanismo estará bajo la dirección de las Partes en el protocolo de Kyoto, y supervisado por una junta ejecutiva y basado en la participación voluntaria . Las actividades de los proyectos se reflejarán en emisiones “reducciones certificadas de emisiones”, que los países desarrollados pueden usar para alcanzar sus objetivos obligatorios en materia de emisiones. Estos proyectos pueden integrar la participación de entidades públicas o privadas, deben ser mensurables, e influir a largo plazo en las emisiones en los países receptores . Los proyectos sobre eficiencia energética, energía renovable y sumideros forestales pueden reunir las condiciones, pero los países desarrollados deberán abstenerse de usar instalaciones nucleares dentro del mecanismo.

◆ **La transferencia de tecnología debe estar acompañada por el fomento de la capacidad** . la entrega de nuevo equipo aislado, rara vez conduce a “unos beneficios reales, mensurables y a largo plazo en relación con la mitigación del cambio climático” en los países anfitriones. En muchos casos, es absolutamente esencial fortalecer las instituciones locales existentes . Esto incluye fomentar las aptitudes técnicas y de gestión y transferir los conocimientos técnicos para explotar y reproducir los nuevos sistemas tecnológicos sobre bases sostenibles. Sin esta preparación, los avances tecnológicos pueden no llegar a penetrar en el mercado .

## DATOS sobre las emisiones y fuentes de gases de efecto invernadero

**Cuadro 1: Ejemplos de gases de efecto invernadero en los que influyen las actividades humanas**

	CO2 (Dióxido de carbono)	CH4 (Metano)	N2O (Óxido nitroso)	CHC-11 (Clorofluoro -carbo-no-11)	HFC-23 (Hidrofluoro -carbono-23)	CF4 (Perfluoro- metano)
Concentración preindustrials	Unas 280 ppm	Unas 700 ppb	Unas 270 ppb	Cero	Cero	40 ppt
Concentración en 1998	365 ppm	1745 ppb	314 ppb	268 ppt	14 ppt	80 ppt
Ritmo del cambio de la concentración b	1,5 ppm/añoa	7,0 ppb/añoa	0,8 ppb/año	-1,4 ppt/año	0,55 ppt/año	1 ppt/año
Tiempo de vida en la atmósfera	5 a 200 añosc	12 añosd	114 añosd	45 años	260 años	>50.000 años

**Notas:**

a El ritmo ha fluctuado entre 0,9 ppm/año y 2,8 ppm/año para el CO2 y entre 0 y 13 ppm/año para el CH4 en el periodo 1990-1999.

b El ritmo se calcula para el periodo 1990-1999.

c No puede definirse un solo periodo de vida para el CO2, dados los diferentes índices de absorción por diferentes procesos de eliminación

d Este periodo de vida ha sido definido como un "tiempo de ajuste" que tiene en cuenta el efecto indirecto del gas en su propio tiempo de residencia

Fuente: "Clima 2001, La base científica, Resumen técnico del Informe del Grupo de Trabajo I", p.38.

**Cuadro 2: Consumo mundial de energía (Mtep) \*\***

	1971	1977	2010	2020	1997-2020*
Total consumo final	3.627	5.808	7.525	9.117	2,0
Carbón	620	635	693	757	0,8
Petróleo	1.888	2.823	3.708	4.493	2,0
Gas	608	1.044	1.338	1.606	1,9
Electricidad	377	987	1.423	1.846	2,8
Calor	68	232	244	273	0,7
Renovables	66	87	118	142	2,2

\* Índice de crecimiento anual medio, en porcentaje

\*\* Millones de toneladas de equivalente en petróleo

Fuente: International Energy Agency, "World Energy Outlook 2000", p.61.



### Cuadro 3: Emisiones de gases de efecto invernadero de los países desarrollados 1990 – 1999 \*

Todos las cifras de gigagramos o porcentaje cambian. Las cifras de 1990 para todos los gases de efecto invernadero sin sumideros ofrecen aproximaciones razonables a los “montos asignados” en relación con los cuáles han de medirse los objetivos de Kyoto; sin embargo, hay varias incoherencias, por ejemplo, no están reflejadas las repercusiones del Artículo 3.7 del Protocolo, algunos años de referencia para HFCs/PFCs/SF6 difieren – y es probable que deban revisarse las cifras.

PAÍS	Todos los gases de efecto invernadero 1990 c/s sumideros	Todos los gases de efecto invernadero 1999 c/s sumideros	Porcentaje de cambio	Objetivo de Kyoto (%)	PAÍS	Todos los gases de efecto invernadero 1990 c/s sumideros	Todos los gases de efecto invernadero 1999 c/s sumideros	Porcentaje de cambio	Objetivo de Kyoto (%)
Australia	423 237	484 699	+14.5	+8	Luxembourg	13 448	a 10 223	-24.0	-8 (-28)
Austria	75 452	80 315	+6.4	-8 (-13)	Mónaco	111	142	+28.4	-8
Bélgica	136 463	145 372	+6.5	-8 (-7.5)	Países Bajos	217 882	236 251	+8.4	-8 (-6)
Bulgaria* &	157 090	84 317	-46.3	-8	Nueva Zelandia	73 068	74 886	+2.5	0
Canadá	611 770	692 230	+13.2	-6	Noruega	52 141	56 148	+7.7	+1
Rep. Checa*	189 837	147 777	-22.2	-8	Polonia* §	564 286	402 477	-28.7	-6
Dinamarca	69 567	76 144	+9.5	-8 (-21)	Portugal	63 858	74 870	+17.2	-8 (+27)
Estonia*	40 719	21 756	-46.6	-8	Rumania* §	264 879	c 164 026	-38.1	-8
Finlandia	75 202	76 315	+1.5	-8 (0)	Fed. De Rusia.*	3 040 062	1 962 441	-35.4	0
Francia	553 778	558 726	+0.9	-8 (0)	Eslovaquia*	76 304	52 818	-30.8	-8
Alemania	1 208 807	1 019 745	-15.6	-8 (-21)	Eslovenia*	19 212			-8
Grecia	105 346	124 315	+18.0	-8 (+25)	España	305 746	369 856	+21.0	-8 (+15)
Hungría* §	101 633	83 677	-17.7	-6	Suecia	69 399	73 842	+6.4	-8 (+4)
Islandia	2 576	a 2 696	+4.7	+10	Suiza	53 005	53 706	+1.3	-8
Irlanda	53 497	63 718	+19.1	-8 (+13)	Ucrania*	919 220	454 934	-50.5	0
Italia	518 502	541 542	+4.4	-8 (-6.5)	Reino Unido	741 489	679 850	-8.3	-8 (-12.5)
Japón	1 213 262	b 1 330 555	+9.7	-6	EE.UU	6 048 786	6 726 997	+11.2	-7
Letonia*	35 669	11 504	-67.7	-8	Anexo I °	18 147 110	16 982 195	-6.4	-5
Liechtenstein	260			-8	Anexo II °	12 686 651	13 553 405	+6.8	--
Lituania*	51 548	23 851	-53.7	-8	EeT °	5 460 459	3 428 790	-37.2	--

**Fuente:** Secretaría del Cambio Climático, "National Communications from Parties Includes in Annex I to the Convention : Greenhouse Gas Inventory Data from 1990 to 1999", Documento FCCC/SBI/2000/13 y Add. 1. Sirvase consultar el documento original para obtener el conjunto completo de las notas.

Notas:

**Anexo I:** incluye a todos los países indicados en el Cuadro que son partes con objetivos cuantificados en material de emisiones en virtud del Protocolo de Kyoto.

**Anexo II:** incluye exclusivamente a los países más industrializados, indicados sin asterisco.

**EeT:** los países con economías en transición, indicados con asterisco.

**Gigagramo** = 1.000 toneladas

**Todos los gases de efecto invernadero:** incluyen las emisiones de los seis gases de efecto invernadero abordados en el Protocolo de Kyoto (cuando se han comunicado) dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), HFCs, PFCs, y hexafluoruro de sulfuro (SF<sub>6</sub>). Expresados como equivalente de CO<sub>2</sub>. Se excluye la absorción por sumideros.

**Objetivos de Kyoto:** expresado como porcentaje de aumento o disminución en relación con los niveles de 1990 (u otro periodo de referencia). La Unión Europea en conjunto ha asumido compromisos del -8%; Las tasas nacionales asignadas a través de un acuerdo interno de la CE se indican entre paréntesis. Los objetivos deben alcanzarse en el periodo quinquenal de 2008-2012.

§ Algunas Partes con economías en transición emplean como años de referencia otros distintos a 1990: Bulgaria (1988), Hungría (media de 1985-87), Polonia (1988) y Rumania (1989). Estos años de referencia se indican en este Cuadro, en lugar de 1990. ° Los valores para 1998 se basan en los últimos datos disponibles para cada país.

a los últimos datos disponibles son de 1998; b los últimos datos disponibles son de 1994; c los últimos datos disponibles son de 1996.

**Cuadro 4: Emisiones de CO<sub>2</sub> de la quema de combustibles, 1998\* \*\***

Principales causantes de emisiones: Partes incluidas y no incluidas en el Anexo I (Millones de toneladas de CO<sub>2</sub>)

Los 10 primeros: Partes incluidas y no incluidas en el Anexo I		% world	Los 10 primeros- que son Partes del Anexo 1		% Mundo	Los 10 primeros, que no son Partes del Anexo I		% Mundo
Estados Unidos	5.410	24%	Estados Unidos	5,409.75	24%	China	2,893.15	13%
China	2.893	13%	Federación de Rusia	1,415.78	6%	India	908.2	4%
Federación de Rusia	1.416	6%	Japón	1,128.34	5%	República de Corea	370.14	2%
Japón	1.128	5%	Alemania	857.05	4%	México	356.3	2%
Alemania	857	4%	Reino Unido	549.51	2%	Sudáfrica	353.67	2%
India	908	4%	Canadá	477.25	2%	Brasil	295.86	1%
Reino Unido	550	2%	Italia	425.99	2%	Arabia Saudita	270.73	1%
Canadá	477	2%	Francia	375.5	2%	Irán	259.77	1%
Italia	426	2%	Ucrania	358.78	2%	Indonesia	208.47	1%
Francia	376	2%	Polonia	320.16	1%	Rep. Dem. Popular de Corea	199.66	1%
Total	14.441		Total	11,318.11		Total	6,115.95	
% del total mundial	64%		% del total mundial	50%		% del total mundial	27%	
			% del total del Anexo I	85%		% del total de países no incluidos en el Anexo I	71%	
<b>Grupos</b>	<b>total de emisiones</b>		<b>% del total mundial</b>	<b>t CO<sub>2</sub> per capita</b>				
Mundo#	22.726		na	3.87				
Partes del Anexo I	13.383		59%	11.00				
Partes del Anexo II	10.792		47%	12.00				
Unión Europea	3.171		14%	8.47				
Partes que son EeT	2.592		11%	8.18				
Partes no incluidas en el Anexo I	8.622		38%	1.85				

**Nota:** "Mundo" incluye a los que son Partes y no son Partes en la Convención sobre el Cambio Climático.

**Fuente:** IEA Las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la combustión de combustibles 1971-1998, París, 2000. Los datos de IEA que la Secretaría de la UNFCCC ha utilizado como base de datos no contienen datos para todas las Partes. Sin embargo, los datos de IEA en general son comparables a los comunicados por las Partes a la Secretaría de UNFCCC

**Cuadro 5: Emisiones de CO<sub>2</sub> por habitante (toneladas métricas): algunos porcentajes indicativos**

	1990	2000
Brasil	1,31	1,78
China	1,99	2,37
Rep. Checa	14,8	11,6
India	0,69	0,92
Japón	8,25	9,10
Malasia	2,60	4,56
Nigeria	0,30	0,34
Fed. De Rusia.	no estimado	10,3
Reino Unido	9,73	8,89
EE.UU	19,3	20,6
Partes del Anexo I	11,5	11,2
Partes del Anexo II	11,5	12,2
Unión Europea	8,52	8,35
Mundo	3,96	3,89

**Fuente:** Base de datos estadísticos sobre la energía del Organismo de Energía Atómica.

\* **Note (SK):** We do have now 2000 data reported to the SBs in June 2002 as part of the Compilation and Synthesis report. I do not know whether it is feasible (in view of time/effort constraints) to replace 1999 data with 2000 data in this table. But all (or almost all) numbers are available – see the third sheet in the attached Excel file.

\*\* **Nota (SK):** Similarly, 2000 data (from IEA) are available. I do not have time right now but, if needed and if it can be done by end of the week, can prepare a revision of this table.

