



Nuestro clima futuro



Nuestro clima futuro

OMM–N° 952
Ginebra, Suiza
2003



OMM-N° 952

© 2003, Organización Meteorológica Mundial

ISBN 92-63-70952-3

NOTA

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
PREFACIO	5
INTRODUCCIÓN	7
CLIMA	9
EVOLUCIÓN DEL CLIMA MUNDIAL	11
CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	13
IMPORTANTES CAMBIOS OBSERVADOS	18
NUESTRO CLIMA FUTURO	22
ALGUNAS CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PREVISTO	25
ACTUACIÓN DE LA OMM: PRESENTE Y FUTURO	30
CONCLUSIONES	36

PREFACIO

Todos los años se celebra el Día Meteorológico Mundial en el mundo entero para conmemorar la entrada en vigor del Convenio de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en 1950. Para cada aniversario, la OMM elige un tema, en el que se resalta la contribución de la meteorología y de la hidrología operativa a una cuestión de importancia para la humanidad. El tema de 2003, es *Nuestro clima futuro*.

El tema es particularmente propicio en vista de los resultados de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (Johannesburgo, Sudáfrica, 2002) donde se expresó preocupación por el cambio del clima de la Tierra y sus efectos adversos, y donde se reafirmó un compromiso para la “estabilización de las concentraciones en la atmósfera de los gases de efecto invernadero a un nivel que podría evitar la interferencia antropógena peligrosa con el sistema climático...”. Esta reafirmación se basa en la labor del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de la OMM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El IPCC evaluó que, con el constante aumento de los gases de efecto invernadero, la temperatura media mundial aumentará en 1,4°C, pasando a 5,8°C y el nivel del mar subirá en 9 cm, pasando a 88 cm a finales del siglo, con respecto a los niveles de 1990. Se espera que los cambios previstos afecten notablemente a los sistemas del tiempo y el clima.

A este respecto, se consideran con preocupación los fenómenos extremos sin precedentes relacionados con el tiempo y el clima, como inundaciones, sequías y ciclones tropicales en diversas partes del mundo.

El último decenio del siglo XX, y en particular el año 1998, han sido los más cálidos desde que comenzaron los registros de instrumentos hace unos 140 años. El siglo XX también ha sido el más cálido del último milenio.

Este conocimiento de nuestro clima pasado y de su estado futuro es posible gracias a la histórica y pionera labor de la OMM en materia de vigilancia e investigación. En 1929, la predecesora de la OMM, la Organización Meteorológica Internacional, creó una Comisión de Climatología. En 1976, la OMM publicó la primera declaración fidedigna sobre el posible impacto del aumento de los gases de efecto invernadero sobre el clima.

Posteriormente, en 1979, la Organización convocó la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, lo que condujo al establecimiento del Programa Mundial sobre el Clima (PMC) y sus partes componentes, e invitó a otras organizaciones como el PNUMA y al Consejo Internacional para la Ciencia a que colaboraran con la OMM en su ejecución.

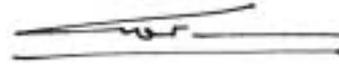
Desde entonces, el PMC ha sido la base de todas las actividades, estrategias y políticas relacionadas con el clima. Se beneficia de la sinergia de los sistemas de observación básicos de la OMM, entre ellos la Vigilancia Meteorológica Mundial, la Vigilancia de la Atmósfera Global y las redes de observación hidrológica. La OMM también contribuyó a las negociaciones y a la aplicación de la Convención Marco sobre el Cambio Climático, de las Naciones Unidas.

Como en el pasado, la pericia de la OMM y las redes de los servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales (SMHN), con la colaboración de científicos y centros de excelencia en vigilancia del clima, investigación y aplicaciones

sitúan a la Organización en la mejor posición para proyectar el futuro estado de nuestro clima. Esto contribuirá asimismo a evaluar los impactos del cambio climático y afrontar los desafíos del futuro en relación con el clima, incluida la aplicación de los diversos convenios sobre medio ambiente, como los relativos al clima, la desertificación, la diversidad biológica y el ozono. En este empeño siguen siendo fundamentales las contribuciones de los SMHN.

En este folleto se destacan muchas de las cuestiones relacionadas con nuestro clima futuro. Deseo expresar mi agradecimiento al Sr. Y. Boodhoo, Presidente de la Comisión de

Climatología, y al Sr. M. Crowe, ex miembro de la Comisión, por la preparación del borrador. Espero que la información proporcionada y las actividades con motivo del Día Meteorológico Mundial sirvan para señalar más la atención de los gobiernos, del público y de los medios de comunicación sobre las contribuciones de la OMM y de los SMHN, así como la necesidad de actuar ahora con el fin de proteger nuestro clima como recurso vital para las generaciones futuras.



(G.O.P. Obasi)
Secretario General

INTRODUCCIÓN

Las crecidas más frecuentes e intensas en Europa son sólo un ejemplo de los fenómenos climáticos extremos que se producen en el mundo en los últimos años
(Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Regione Piemonte)

¿Cabe imaginar un mundo en el que las sequías sean más duraderas y las inundaciones más frecuentes, las islas queden sumergidas, algunas de nuestras ciudades costeras corran peligro de inundación, se observen enfermedades tropicales en latitudes cada vez más altas, las olas de calor sean más frecuentes y severas y cada vez sucumban a ellas más personas en las zonas urbanas; la exposición a los rayos solares pueda tener consecuencias mortales; los cultivos de que se ocupan actualmente los agricultores sean suplantados por otros totalmente diferentes más acordes con condiciones más cálidas, y desaparezca una gran parte de los glaciares?

Este es el mundo que puede esperar a nuestros hijos si no se controla el cambio de origen humano (denominado también antropógeno) de nuestro clima.

Ya se observan actualmente esos fenómenos extremos. Las inundaciones de rara magnitud en el verano de 2002 en Europa — que se extendieron desde el Reino Unido hasta Rumania y Bulgaria — causaron centenares de muertos y daños por valor de miles de millones de dólares. En Asia, la República de Corea hubo de movilizar a las tropas para hacer frente a las consecuencias de los diluvios que representaron las dos quintas partes de la precipitación media anual del siglo en una sola semana. En China, muchas decenas de millones de personas resultaron afectadas por lluvias torrenciales y crecidas de magnitud histórica. Durante el mismo período, en partes de Asia, Estados Unidos y Australia hubo sequías tan graves que supusieron una amenaza para las cosechas. En África meridional, las severas sequías representaron una amenaza para casi 13 millones de personas.

El tiempo, que es la manifestación diaria del clima, desempeña una función decisiva en la producción de alimentos y la disponibilidad de agua dulce, en nuestro bienestar, en la producción y uso de energía, en las actividades industriales, de transporte, ocio y otras actividades económicas. La información sobre el clima es útil para tomar decisiones sobre todos estos aspectos. El clima afecta incluso al humor de la gente, influye en su carácter y rige su manera de pensar. Cada vez se reconoce más que el clima es uno de los más valiosos recursos de la Tierra.



El clima varía, y siempre ha variado, de vez en cuando como resultado de causas naturales. Sin embargo, ahora sufre la influencia de las actividades humanas. Cuando la OMM observó indicios de esta influencia sobre el sistema climático reforzó el mecanismo existente para la recopilación, difusión y análisis sistemáticos de datos climáticos en el mundo entero. Coordinó el establecimiento de una red de estaciones de medición mundiales y regionales especializadas, y la infraestructura necesaria para apoyarla. Eso permitió reunir datos e información sobre las características físicas del medio ambiente de la Tierra.

La vigilancia iniciada por la OMM mostró indicios perturbadores de interferencia humana (antropógena) en el sistema climático. Esa interferencia se ha debido sobre todo a la inyección de cantidades masivas de dióxido de carbono y de otros gases en la atmósfera. Tales conclusiones se presentaron y debatieron en la primera Conferencia Mundial sobre el Clima organizada por la OMM en 1979. La Conferencia estableció el Programa Mundial sobre el Clima para la vigilancia y el estudio científicos del clima. Mediante constantes acciones de la OMM, dirigentes de todas las naciones analizaron lenta, pero seguramente, la fragilidad del clima, su cambio y los posibles impactos sociales y económicos. En 1990, la OMM acogió la segunda Conferencia Mundial sobre el Clima, que reunió a científicos y dirigentes políticos. Uno de los principales resultados de la Conferencia fue el establecimiento del Sistema Mundial de Observación del Clima, que trabaja para mejorar las observaciones del clima y coordinar su recopilación y uso en estudios sobre el cambio climático.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue creado por la OMM y el PNUMA en 1988. Su mandato comprende: *i)* evaluar la información científica y socioeconómica disponible sobre el cambio climático y sus impactos, así como las opciones para mitigar el cambio climático y la adaptación al mismo, y *ii)* proporcionar, previa solicitud, asesoramiento científico, técnico y socioeconómico a la Conferencia de las Partes (CP) de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas. Desde 1990, el IPCC ha elaborado una serie de informes de evaluación, informes especiales, documentos técnicos, metodologías y otros productos que se han convertido en obras de referencia estándar, ampliamente utilizadas por los responsables de políticas, científicos y otros expertos.

Su *Tercer Informe de Evaluación*, que comprende las contribuciones de los Grupos de Trabajo I, II y III, y el Informe de síntesis, que comprende los resúmenes para responsables de políticas e informes técnicos, fue producido en 2001.



En razón de las crecientes preocupaciones por los constantes impactos antropógenos sobre el clima mundial, la OMM y el PNUMA crearon en 1988 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). En 2001, este organismo publicó su amplio Tercer Informe de Evaluación sobre el estado del clima mundial. En la página 30 figuran algunos de los principales hitos del estudio del clima.

CLIMA

Para que se comprenda el cambio climático hemos de explicar primero el sistema del clima de la Tierra. Podemos vivir en la Tierra gracias a la energía irradiada por nuestro Sol y a un fenómeno conocido como efecto invernadero, en que gases como el vapor de agua y el dióxido de carbono retienen cierta cantidad de la energía radiada de la superficie de la Tierra. Esto permite mantener la temperatura de la Tierra en límites soportables para la humanidad. Como veremos, los efectos de la intensa actividad humana están aumentando las concentraciones de algunos de esos gases fomentando más el efecto invernadero.

El clima se define como el estado medio de la atmósfera durante un periodo determinado

(meses a años) para un lugar geográfico dado. El clima se caracteriza por una amplia gama de parámetros meteorológicos; los más comunes son temperatura, precipitación, presión atmosférica, duración de la insolación y viento. Otros elementos pueden comprender humedad, nubosidad, condiciones meteorológicas extremas como tormentas, e incluso el tipo de suelo (seco, árido o desértico). Con frecuencia, los climas tienen descripciones, como tropical, subtropical, latitud media, latitud alta, marítimo, frío, seco, húmedo o sabana.

El efecto invernadero desempeña una importante función en el mantenimiento de un entorno sustentador de la vida en la Tierra

El efecto invernadero desempeña una importante función en el mantenimiento de un entorno sustentador de la vida en la Tierra



El sistema climático

El sistema del clima de la tierra comprende atmósfera, océano, tierra, criosfera (nieve y hielo) y biosfera. Los descriptores de este complejo sistema incluyen temperatura, precipitación, humedad de la atmósfera y del suelo, capa de nieve, cubierta de nubes, extensión del hielo terrestre y marino, nivel del mar, tiempo y fenómenos climáticos extremos, circulación atmosférica y oceánica en gran escala, y hábitats de plantas y animales. En la ciencia para describir el clima hay que tener en cuenta las mediciones y la interrelación entre esos descriptores.

Vínculos entre los componentes del sistema climático

El clima mundial, los procesos biológicos, geológicos y químicos y los ecosistemas naturales están íntimamente vinculados entre sí, y

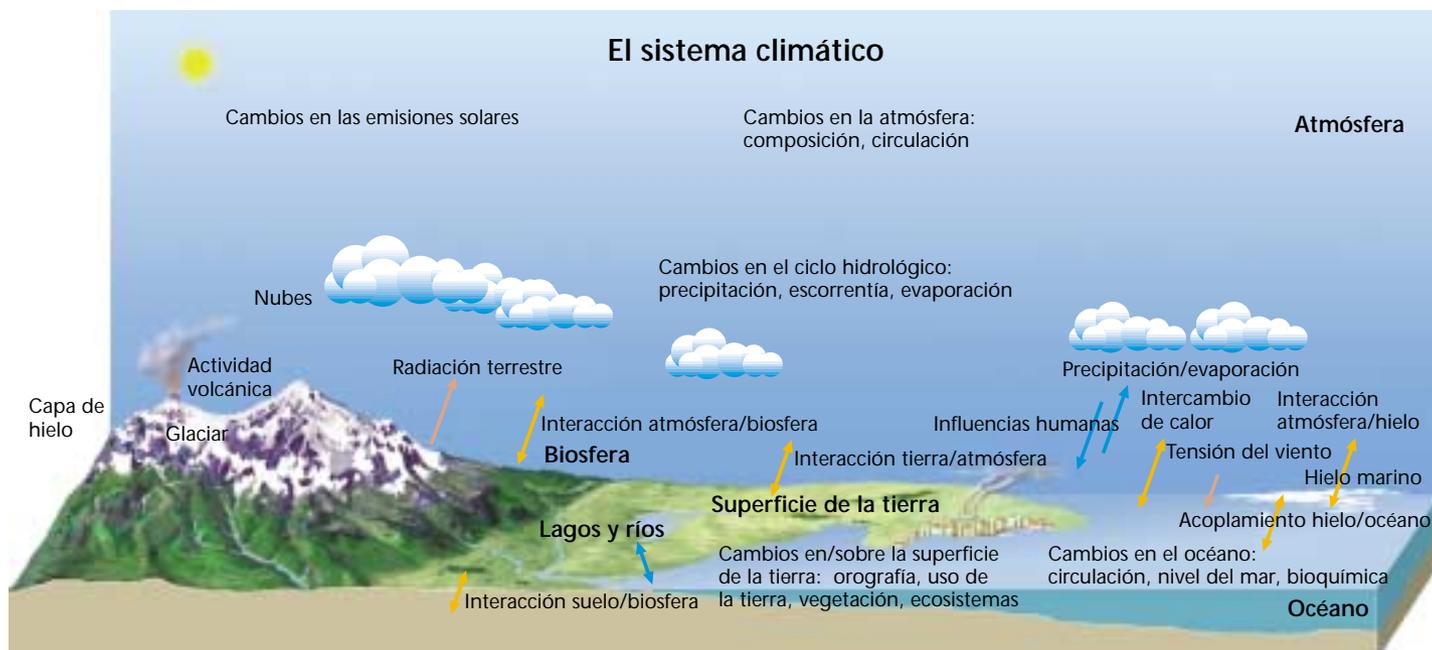
los cambios en uno de esos sistemas pueden afectar a los otros, lo que puede tener consecuencias perjudiciales para las personas y otros organismos vivos en la Tierra. Las materias gaseosas y las partículas producidas por las personas y emitidas a la atmósfera han modificado el balance energético en la atmósfera, afectando por tanto a las interacciones entre la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera.

Cada vez se conoce mejor la importancia de los océanos y sus corrientes para mantener un equilibrio climático y diferencias climáticas regionales. Sin embargo, subsiste la incertidumbre de la influencia que podría tener el cambio climático en las estructuras de la circulación oceánica.

Mecanismo de retroacción en el sistema climático

La retroacción en el sistema climático es sólo una de las facetas de su complejidad, pero ayuda a destacar la dificultad de describir su condición actual, y más aún a predecir las condiciones futuras. Los cambios en parte del sistema climático pueden tener influencias que suelen aumentar con el transcurso del tiempo. Por ejemplo, una disminución de la capa de nieve, debido al aumento de la temperatura, puede reducir el reflejo de la energía solar en la atmósfera, incrementando así la energía absorbida por la superficie de la Tierra. Esto puede dar lugar a temperaturas más altas y, por tanto, a una mayor fusión, lo que constituye un ejemplo de retroacción positiva.

También hay procesos de retroacción negativos en el sistema climático. La mayor nubosidad, causada posiblemente por temperaturas más altas, reduce la cantidad de radiación solar que llega al suelo, y finalmente disminuye las temperaturas cerca de la superficie.



EVOLUCIÓN DEL CLIMA MUNDIAL

Cambio y variabilidad del clima

Los estudios han mostrado que el clima de la Tierra nunca ha sido estático. Es dinámico, y está sometido a variaciones en todas las escalas temporales, desde decenios a milenios y a millones de años. Entre las variaciones más sobresalientes figura el ciclo, de unos 100.000 años, de periodos glaciales, en que el clima de la Tierra es en general más frío que ahora, seguido de periodos interglaciales más cálidos. Esos ciclos se producen como resultado de causas naturales.

Desde la revolución industrial, el clima ha cambiado a un ritmo acelerado, como consecuencia de actividades humanas. Este cambio, que se superpone a la variabilidad del clima natural, se atribuye directa o indi-

rectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera.

El clima pasado

Numerosos estudios antropológicos realizados han mostrado pruebas del cambio anterior del clima. Por ejemplo, en el desierto del Sáhara se han descubierto pinturas rupestres, realizadas según se estima hace varios miles de años, que describen animales que sólo pueden sobrevivir en climas con mucha agua. En excavaciones en Egipto se han hallado huesos de elefantes y restos de otros animales que actualmente existen en otras partes, pero no en Egipto. Esto prueba que ha habido periodos más verdes en el pasado, en comparación con las actuales condiciones desérticas. Otros descubrimientos en zonas áridas testimonian que antaño eran riquísimas en vegetación verde y agua.

Otros estudios, basados en datos paleoclimáticos o derivados, como anillos de crecimientos de los árboles, muestras de hielo, sedimentos de lagos y arrecifes de coral, muestran que el clima ha sufrido efectivamente cambios en el pasado. Y algunos de ellos se han producido en periodos relativamente breves.

Rápidas transiciones del clima

Hace algún tiempo que se sabe que, desde que los casquetes de hielo se retiraron por última vez de Europa Central, ha habido dos fases de notable y rápido calentamiento natural. La primera tuvo lugar hace unos 14.700 años, al final de la última Era de Hielo

Muestras de hielo

Investigadores de Estados Unidos perforaron más de 3 km, lo que representa 200.000 años de historia del clima de la Tierra, hasta llegar al fondo de la capa de hielo del Antártico. Se trata de uno de los registros ambientales más largos jamás observados de una muestra de hielo.

Estas muestras revelan el fuerte cambio de hielo claro a fangoso y claro, seguido de hielo progresivamente más fangoso hasta el contacto con el lecho rocoso a 3.053,51 m.



J.S. Putscher/NGDC/NOAA

durante la transición a lo que se denomina la Última Glaciación. Y la segunda, unos 3.200 años después (hace unos 11.500), durante la transición de los últimos períodos fríos de nuestro clima (el período Dryas Joven Temprano) hasta nuestro actual clima cálido (Holoceno).

El ritmo de cambio desde la revolución industrial parece análogo a las rápidas variaciones de los períodos Dryas Joven Temprano y Holoceno. La temperatura mundial media declinó en los 10.000 años anteriores debido a intensas actividades volcánicas u otros forzamientos naturales del clima, y luego aumentó bruscamente, sobre todo desde los primeros años del decenio de 1900.

Antes del decenio de 1850, durante varios miles de años, la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera había permanecido realmente estable. Hoy día, gran parte de la preocupación con respecto al clima se debe a que el hombre lanza a la atmósfera cantidades sin precedentes de gases de efecto invernadero, como dióxido de carbono y metano, lo que origina un notable cambio en la composición química de la atmósfera, que afecta al clima mundial. Si continúa la tendencia, se prevé que el clima seguirá cambiando, aunque no en la misma magnitud en todas las regiones del mundo. En efecto, algunas regiones son más susceptibles a la influencia del cambio climático que otras. Por ejemplo, las zonas terrestres de latitudes medias y altas han registrado el mayor aumento de la temperatura en los 100 últimos años, en tanto que en otras zonas ha habido algún enfriamiento.

Conclusiones de los casquetes de hielo

Las investigaciones del casquete de hielo de Groenlandia revelaron que ambas transiciones del clima en Europa Central (hace 14.700 y 11.500 años) se produjeron con gran rapidez, durante varios decenios como máximo (claramente sin aportaciones antropógenas significativas). Esto ofrece suficientes posibilidades para comparar los procesos climáticos que tuvieron lugar entonces con la evolución actual del clima. Combinando datos geológicos y ecológicos en modelos numéricos se obtienen estimaciones muy precisas de la magnitud de los cambios climáticos, así como de su rapidez y de las tendencias geográficas. Esos análisis han revelado alguna de las principales fuerzas impulsoras del cambio climático y la sensibilidad del clima a determinados factores ambientales, como la temperatura del mar. Las observaciones y los modelos numéricos han permitido reconstruir cuantitativamente los cambios climáticos, y ofrecen una evaluación de la importancia de las fuerzas que impulsan los cambios.



B. Pikhanov

CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Naturales

Entre los factores naturales que alteran el clima figuran variaciones en la órbita y la inclinación de la Tierra, la posición relativa de sus ejes, los cambios en la actividad solar, erupciones volcánicas y cambios en la distribución de aerosoles atmosféricos que se producen naturalmente.

Erupciones volcánicas

Las erupciones volcánicas introducen considerables cantidades de partículas y de gases en la atmósfera, que son transportadas por vientos troposféricos y estratosféricos sobre grandes zonas del globo y protegen una parte de la radiación solar incidente. Cualquier alteración en esa

Las emisiones resultantes de erupciones volcánicas, como la espectacular del Monte Etna en Sicilia, en octubre de 2002, inyectan considerables cantidades de partículas y de gases en el aire, destruyendo el ozono estratosférico y afectando al clima (NASA)



Ejemplos de descensos de temperatura después del erupciones volcánicas

La gran erupción del volcán Santorini en el Mediterráneo unos 1600 A.C. que pudo haber conducido a la caída del Imperio Minoano, produjo al parecer un considerable enfriamiento de la atmósfera. Anillos de crecimiento de los árboles muy estrechos e indicaciones de anillos de escarcha datan de la época de esa erupción, que también dejó trazas en los bloques de hielo de Groenlandia.

Las temperaturas mundiales descendieron nada menos que 3°C en los años que siguieron a la erupción del Monte Tambora, en Indonesia – el volcán más mortífero de la historia registrada – en 1815. En varias partes de Europa y de América del Norte el año siguiente se conoció como “el año sin verano”.

La erupción del Monte Pinatubo, en Filipinas, en 1911 – la mayor en los 100 últimos años – inyectó enormes nubes de ceniza volcánica y gases ácidos en la atmósfera a una altura de 35 km. La nube de ceniza fue transportada por vientos de la atmósfera alta que giraron alrededor del globo durante 22 días. Se estimó que la radiación neta en la parte superior de la atmósfera había disminuido en 2,5 W/m², equivalente a un enfriamiento global de al menos 0,5 a 0,7°C.

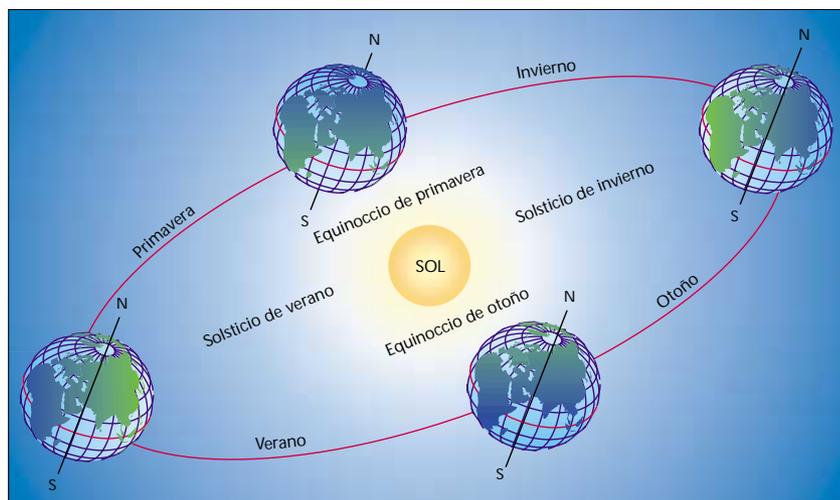
radiación solar altera forzosamente la regularidad, la estructura y la ubicación de los movimientos ascendentes y descendentes de aire y causa cambios en el clima existente, incluida la temperatura. Sin embargo, esos cambios no duran mucho.

Además de las variaciones en el régimen de la temperatura, las erupciones volcánicas destruyen el ozono estratosférico. Por ejemplo, el impacto de la erupción de El Chichón en México, en 1982, agotó un 10% del ozono en los tres a cuatro años siguientes. En 1991, la erupción del Monte Pinatubo en Filipinas provocó una disminución del 15% durante varios años, y se cree que causó un aumento del tamaño del agujero de ozono sobre la Antártida.

El ciclo solar y la órbita de la Tierra

La última fuente de energía de que depende el sistema climático es la radiación del Sol. Esa producción varía en ciertos límites relativamente pequeños. Aunque se dispone de mediciones directas de la radiación solar total para los últimos 25 años, más o menos, hace mucho tiempo que se utilizan pruebas indirectas, como la actividad de manchas solares, para estimar los cambios en la radiación solar.

Además de los cambios en la producción de energía del Sol, la Tierra recibe diferentes cantidades de radiación solar cuando su órbita elíptica altera su proximidad al Sol. En el último millón de años, períodos glaciares e interglaciares se han alternado como consecuencia de las variaciones en la órbita de la Tierra. En los 10.000 últimos años, período en que el clima se ha mantenido relativamente estable, ha habido menos variaciones orbitales. Para que el clima sea estable, la energía solar que llega a la superficie de la Tierra ha de equilibrarse con la radiación saliente. Todo cambio en la radiación solar entrante puede influir profundamente en el tiempo y el clima. La distribución de energía en la atmósfera y sus efectos sobre



el clima depende de factores como albedo, nubes, aerosoles y gases, lo mismo que la parte de energía radiada de nuevo al espacio. Algunos de esos factores son el resultado de actividades humanas, o están influidos por ellas.

Gases de efecto invernadero de origen humano (antropógeno)

Durante el siglo XX han aumentado continuamente las concentraciones de los principales gases de efecto invernadero (GEI) antropógenos como dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y ozono troposférico. Los halocarbonos son una excepción, pues su concentración aumentó hasta 1990 aproximadamente, y luego se estabilizó, al entrar en vigor las restricciones sobre el uso de esas materias compuestas en razón del Protocolo de Montreal. Los cambios en los GEI se debieron fundamentalmente a la quema de combustibles fósiles, y a mayores cambios agrícolas y en el uso de la tierra. Las concentraciones de dióxido de carbono han pasado de 280 partes por millón (ppm) en la era preindustrial (decenio de 1750) a 370 en la actualidad, y se estima que, de

La órbita elíptica de la Tierra altera su proximidad al Sol y, por tanto, la cantidad de radiación solar que recibe (Representación gráfica de las estaciones en el hemisferio norte)

Distribución de energía en el sistema Tierra-atmósfera; en lo alto de la atmósfera, la radiación entrante del Sol equivale a la radiación solar reflejada y a las olas largas de radiación salientes; entre los principales procesos de transferencia figuran absorción, reflexión, emisión, transmisión directa y evapotranspiración.

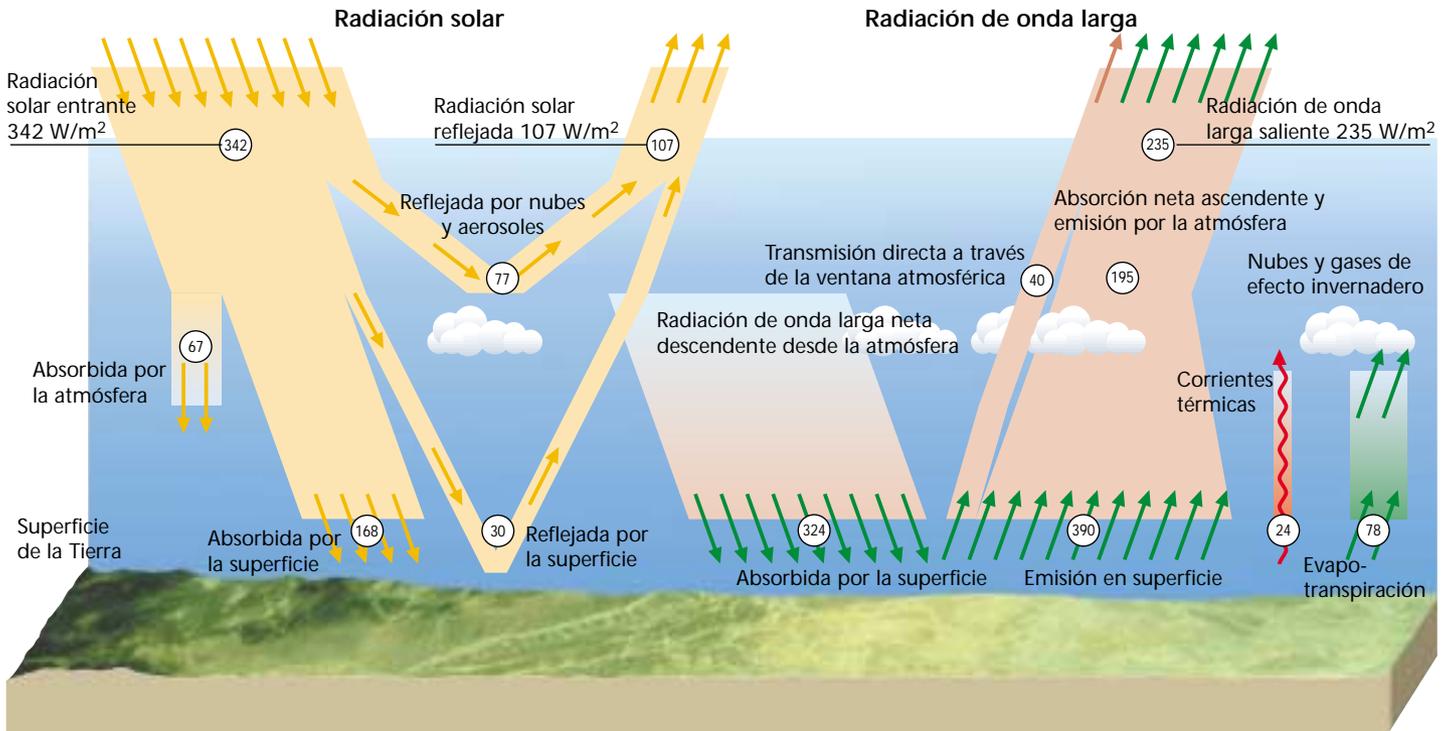
seguir la tendencia actual, la concentración variará entre 540 y 970 ppm en el año 2100. Estos gases tienen una larga vida en la atmósfera. Las evaluaciones muestran que la mitad de las emisiones de CO_2 terminan en la atmósfera y permanecen en ella entre 50 y 200 años. La otra mitad es absorbida por los océanos, la tierra y la vegetación. Con los cambios en el uso de la tierra y la mayor deforestación, se espera que aumente la proporción de CO_2 en la atmósfera.

Aerosoles

Los aerosoles son pequeñas partículas de polvo que flotan en la atmósfera. Se deben sobre todo a reacciones químicas entre contaminantes

Algunos de los gases de efecto invernadero importantes

Los gases que se producen naturalmente comprenden vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y ozono. Sin embargo, debido a ciertas actividades humanas aumentan los niveles de la mayoría de esos gases que se producen naturalmente. Entre los gases de efecto invernadero no naturales figuran clorofluorocarbonos (CFC), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6).





Los efectos de los aerosoles en la atmósfera tras una importante erupción volcánica crean magníficas puestas de Sol como un cambio en el crepúsculo del anochecer (izq.) tras la erupción (der.) de El Chichón en México (© Grant W. Goodge/NCDC (retirado))

gaseosos del aire, elevación de arena o espuma de agua marina, incendios forestales, actividades agrícolas e industriales y gases de escape de vehículos. Los aerosoles forman una capa de turbiedad en la troposfera, los 10 km más bajos de la atmósfera. Esto puede tener lugar igualmente en lo alto de la atmósfera, tras una erupción volcánica, e incluso en la estratosfera a una altitud de unos 20 km. En los días despejados, el cielo puede tener un azul menos perfecto, y ser más bien blanquecino (especialmente en dirección del Sol). Los aerosoles pueden surtir los efectos más visibles durante la salida y la puesta del Sol, en que los rayos se desplazan a mayor profundidad de la atmósfera para llegar a la superficie de la Tierra.

Los aerosoles son muy eficientes en la dispersión de la luz del Sol, pues normalmente tienen un tamaño de varias décimas de micrón. Algunos aerosoles (como el hollín) también absorben luz. Cuanto más absorben, más se calienta la troposfera y menos radiación solar puede llegar a la superficie de la Tierra. De esta forma, los aerosoles pueden reducir la temperatura de las capas bajas de la atmósfera.

Por lo tanto, grandes cantidades de aerosoles pueden originar el enfriamiento del clima, que compensa hasta cierto punto la influencia de calentamiento del aumento de los gases de efecto invernadero. Los aerosoles pueden tener también un efecto de enfriamiento indirecto adicional debido a su capacidad para contribuir a una mayor nubosidad. El tiempo de vida de

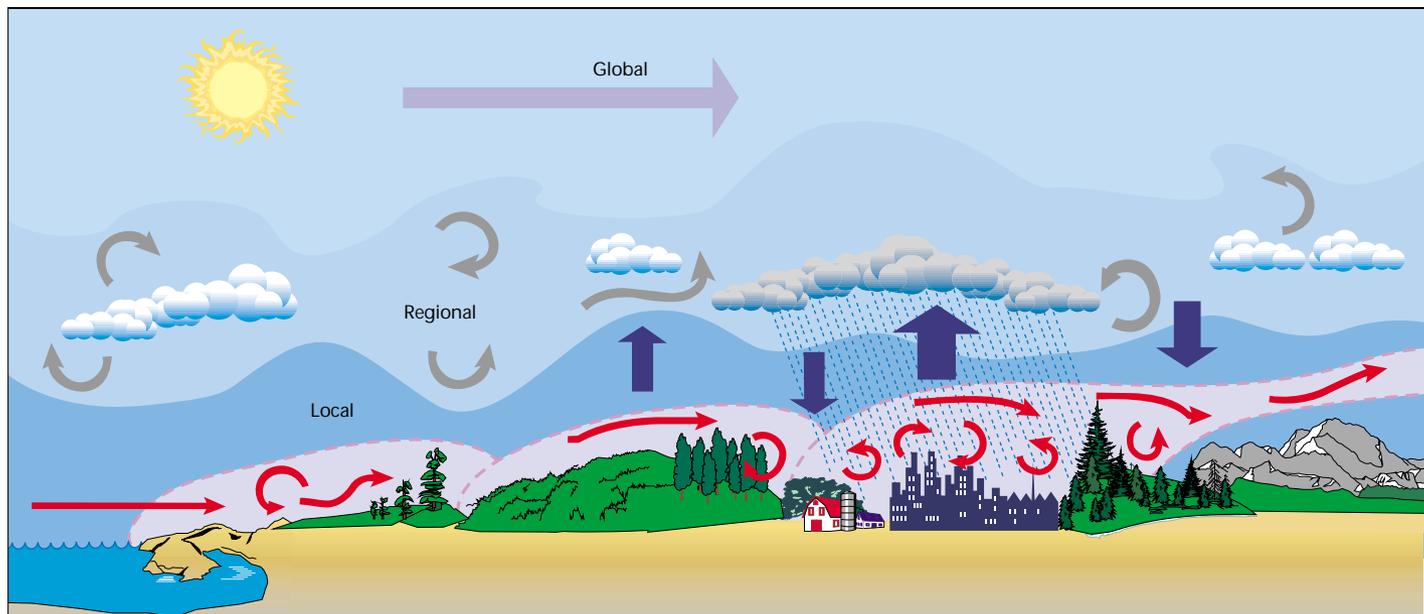
las partículas de polvo en la atmósfera es mucho menor que el de los gases de efecto invernadero, pues las precipitaciones pueden suprimirlas en una semana. Los efectos de los aerosoles están también mucho más localizados que la influencia generalizada de gases de efecto invernadero.

Cambio en el uso de la tierra

Con el aumento de la población mundial, la

El cambio climático constituye una presión más sobre los ecosistemas, sometidos ya a muchas, como el apacentamiento del ganado y la variabilidad del clima natural (Essa Ramadan/Departamento Meteorológico de Kuwait)





Influencia local, regional y mundial sobre el clima

presión para disponer de una superficie de tierra cultivada se ha multiplicado. Con la explotación agrícola intensiva, el pastoreo y la gran extracción de aguas subterráneas para riego se ha degradado el suelo en varias zonas. Almería, al sur de España, es uno de los numerosos ejemplos en que la Tierra está amenazada de desertización. Los cambios en el uso de la Tierra afectan a parámetros climáticos, como temperatura y humedad, de la región, lo que a su vez repercute en el clima regional y mundial.

Desde la Revolución Industrial, los bosques verdes del mundo entero, actualmente abundantes en la zona de lluvias tropicales, han sido sustituidos por cosechas vendidas al contado y otros cultivos. También el hombre altera el medio ambiente mediante la cría de ganado, que requiere más agua. Además del pastoreo de las especies silvestres, el hombre ha modificado sustancialmente la frecuencia, la intensidad y la extensión del pastoreo mediante la ganadería doméstica.

En efecto, los esfuerzos para contener la extensión de los desiertos en las regiones del Sahel y en otras partes han resultado obstaculizados por el excesivo pastoreo y la tala de árboles para leña.

Urbanización

Se ha observado que la urbanización contribuye al cambio climático. En los albores del presente siglo, los habitantes urbanos representaban casi a la mitad de la población mundial. Se estima que una ciudad de un millón de habitantes genera 25.000 toneladas de dióxido de carbono y 300.000 toneladas de aguas residuales al día. La concentración de actividades y emisiones basta para modificar la circulación de la atmósfera local en torno a las ciudades. Esas modificaciones son tan importantes que cambian la circulación regional, lo que a su vez afecta a la circulación mundial. De continuar esta influencia, el efecto a largo plazo sobre el clima será evidente.

IMPORTANTES CAMBIOS OBSERVADOS

En los últimos decenios ha habido cada vez más pruebas del cambio climático sobre la base de las variaciones en las características físicas de la atmósfera y en la fauna y la flora de varias partes del mundo.

Uno de los argumentos más convincentes sobre el cambio climático es que numerosas observaciones, realizadas independientemente, confirman que en el último siglo el aumento mundial de la temperatura en la superficie ha sido de 0,6°C. Desde la Revolución Industrial el dióxido de carbono en la atmósfera ha seguido creciendo a un ritmo acelerado.

Las temperaturas diarias medias máxima y mínima aumentan, pero las temperaturas mínimas aumentan a mayor ritmo que las temperaturas máximas.

Las mediciones de la temperatura en superficie, por globos y satélites muestran que la troposfera y la superficie de la Tierra se han calentado y que la estratosfera se ha enfriado.

Las mayores pruebas de registros paleoclimáticos indican que probablemente el ritmo y la duración del calentamiento en el siglo XX

sea mayor que en cualquier otro momento de los 1.000 últimos años. Es probable que el decenio de 1990 haya sido el más cálido del milenio en el hemisferio norte. El año 1998 fue el más cálido registrado, seguido de 2001.

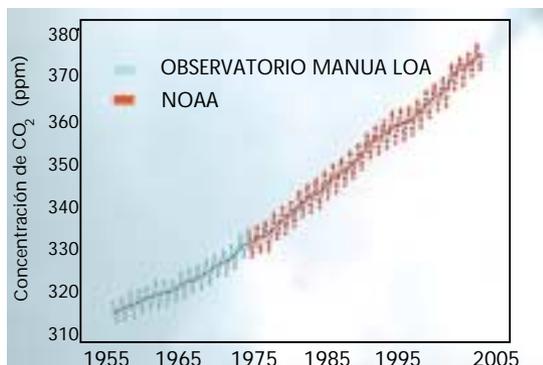
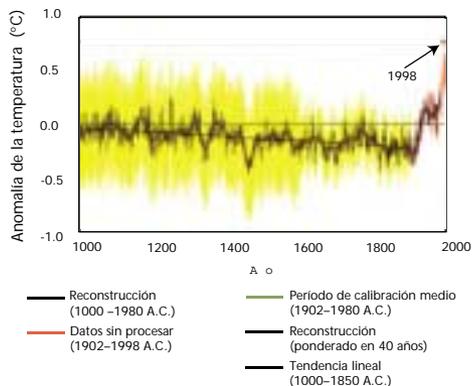
La precipitación terrestre anual ha continuado aumentando en las latitudes medias y altas del hemisferio norte, salvo sobre Asia oriental. Incluso han surgido crecidas donde la lluvia es un fenómeno normalmente raro.

La capa de nieve ha crecido en un 2% aproximadamente en las regiones continentales a latitudes medias y altas en el hemisferio norte desde comienzos del siglo XX.

La disminución de la capa de nieve y la extensión de hielo costero han mantenido una correlación positiva con la subida de la temperatura en la superficie de la tierra.

Si bien la cantidad de hielo marino en el hemisferio norte disminuye, no se observan tendencias significativas en la extensión del hielo marino en el Antártico.

En los últimos 45-50 años, el espesor del hielo marino en el Ártico a finales del verano y



Anomalía de la temperatura en los 1.000 últimos años (izquierda) y concentración de dióxido de carbono (ppmv) en la atmósfera, según el Observatorio de Mauna Loa (derecha: NOAA)

Algunas consecuencias del cambio climático regional

Los recientes cambios climáticos regionales, en particular los aumentos de temperatura, han afectado ya a numerosos sistemas físicos y biológicos. Como ejemplo cabe citar:

- mayor duración de los períodos vegetativos en latitudes medias a altas;
- disminución de algunas poblaciones de plantas y de animales;
- disminuciones y cambios de las gamas de vegetales y animales hacia los polos y mayores altitudes;
- disminución de la capa de nieve y de la extensión del hielo costero con una correlación positiva con la subida de la temperatura en la superficie de la tierra;
- congelación más tardía y desglaciación más temprana del hielo en ríos y lagos;
- deshielo de permafrost;
- reducción de glaciares.



Los sistemas naturales, como las poblaciones de animales y de plantas, son vulnerables al cambio climático a causa de factores que comprenden una disminución de la capa de nieve y una extensión del hielo costero, blanqueo de coral debido a mares más cálidos e incendios forestales como resultado de más sequías
(Fotografías superiores: NOAA; períodos: Liz Roll/FEMA Photo News)

comienzos del otoño es al parecer un 40% menor.

La tasa de la elevación media mundial del nivel del mar en el siglo XX se sitúa en la gama de 1,0 a 2,0 mm/año. Estos incrementos son superiores a los del siglo XIX, si bien hay pocos registros anteriores. En el siglo XX se puede decuplicar el aumento medio de los últimos 3.000 años.

El comportamiento de El Niño/Oscilación Austral (ENOA) ha sido inusual desde mediados del decenio de 1970, en comparación con los 100 años anteriores. Las inundaciones y las sequías, acompañadas con frecuencia de malas cosechas y de incendios forestales, son más frecuentes, si bien la zona terrestre global afectada ha aumentado relativamente poco.

Se han registrado notables aumentos de precipitaciones fuertes y extremas.

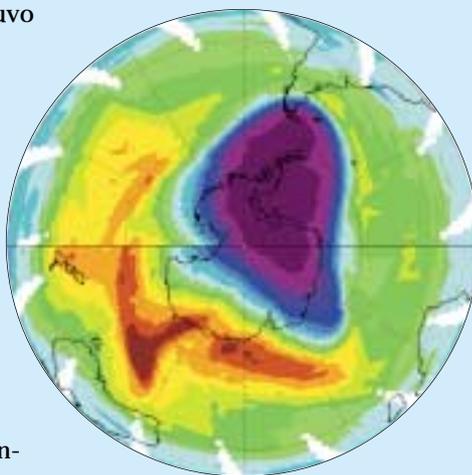
En el siglo XX hubo relativamente pocos incrementos de zonas terrestres mundiales que



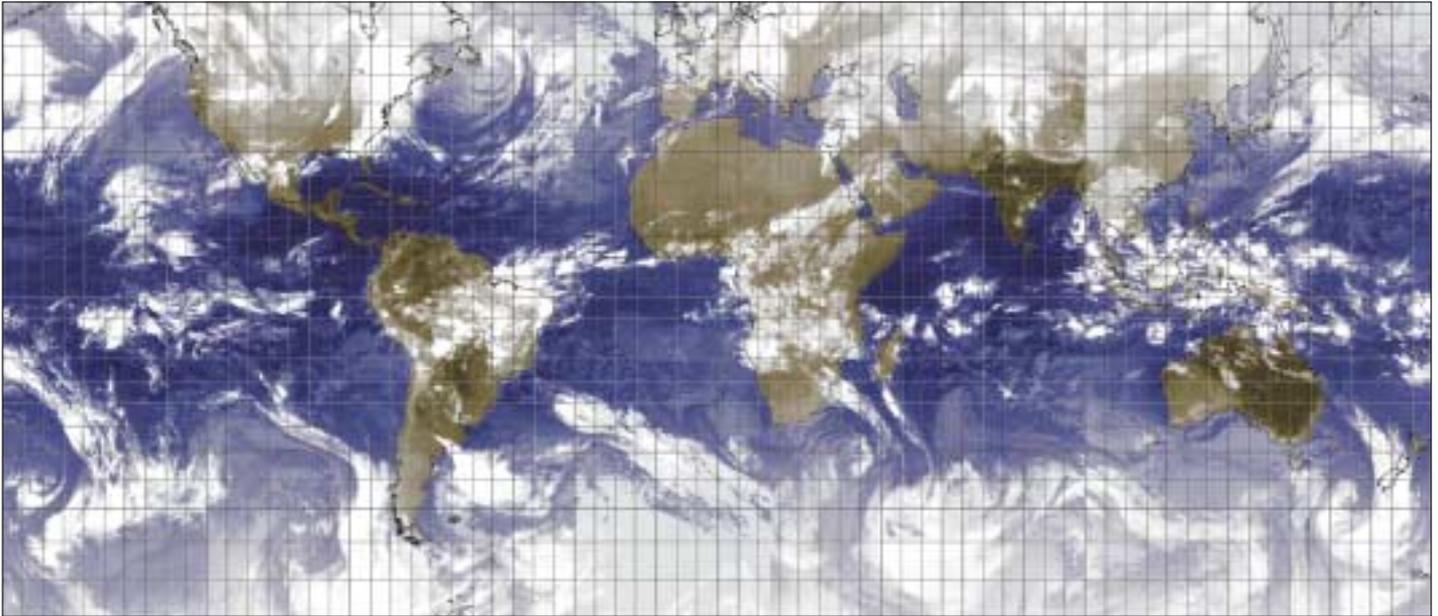


Algunos efectos del agotamiento de ozono

Mediante la vigilancia dirigida por la OMM se obtuvo información sobre la disminución de la capa de ozono protectora de la vida y sobre el “agujero de ozono”. Puede haber peligros debido a un aumento de la radiación ultravioleta incidente. Entre los efectos directos atribuidos a ese aumento en la superficie de la Tierra cabe citar un mayor número de casos de cáncer de piel y cataratas de los ojos, y daños en los cultivos y el ecosistema acuático, incluido el plancton oceánico. En virtud del Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono (1985) y del Protocolo de Montreal relativo de las sustancias que agotan la capa de ozono y sus enmiendas, las Partes se comprometen a proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos del agotamiento del ozono.



Inundaciones devastadoras en Mozambique, como consecuencia del Ciclón Eline en 2000, y la destrucción de la plataforma petrolera en el Golfo de México, por el Huracán Lili en 2002, demuestran las consecuencias humanas y socioeconómicas de las tempestades tropicales (Izquierda: UMC Mozambique; derecha: USGS)



Mosaico mundial de imágenes en el espectro infrarrojo construido a partir de datos de cinco satélites: 2 GOES, 2 Meteosat y un GMS (Planeta)

experimentaran fuertes sequías o mayor humedad, si bien se han producido cambios en algunas regiones.

No hay pruebas concluyentes de que hayan cambiado las características de las tempestades tropicales y extratropicales.

Se empieza a observar que algunos sistemas sociales y económicos han resultado afectados por la mayor frecuencia reciente de inundaciones y sequías en algunas zonas. Sin embargo, esos sistemas resultan afectados asimismo por cambios en factores socioeconómicos como el uso de la tierra, y es difícil determinar los efectos del cambio climático solamente.

Los sistemas naturales, como glaciares, arrecifes de coral, atolones, bosques, humedales, etc., son vulnerables al cambio climático. Algunos expertos estiman que más de la cuarta parte de los arrecifes de coral del mundo han sido destruidos por el calentamiento de los

mares. Advierten que, a menos que se adopten urgentemente medidas, la mayoría de los arrecifes restantes pueden morir de aquí a 20 años. En algunas de las zonas más afectadas, como las Maldivas y las Seychelles en el océano Índico, se estima que hasta el 90% de los arrecifes de coral han quedado blanqueados en los dos últimos años.

Daño a la capa de ozono

El descubrimiento del “agujero de ozono” sobre la Antártida a mediados del decenio de 1980 llevó a una intensa investigación de la química y el transporte en la estratosfera. El ozono estratosférico representa aproximadamente el 90% de todo el ozono de la atmósfera, encontrándose el 10% restante en la troposfera, la capa más baja de la atmósfera, con un espesor de 10 km en los polos y de 16 km en los trópicos.

NUESTRO CLIMA FUTURO

Predecibilidad del clima

El sistema del clima de la Tierra es caótico, y la predecibilidad de la evolución detallada del tiempo se limita a unas dos semanas. Sin embargo, la predecibilidad del clima no es tan limitada debido a las influencias sistemáticas de los componentes del sistema climático en la atmósfera que varían más lentamente. Se confeccionan proyecciones fiables del clima a partir de diferentes estados iniciales y utilizando diversos modelos mundiales de la atmósfera.

Procesos y modelización del clima

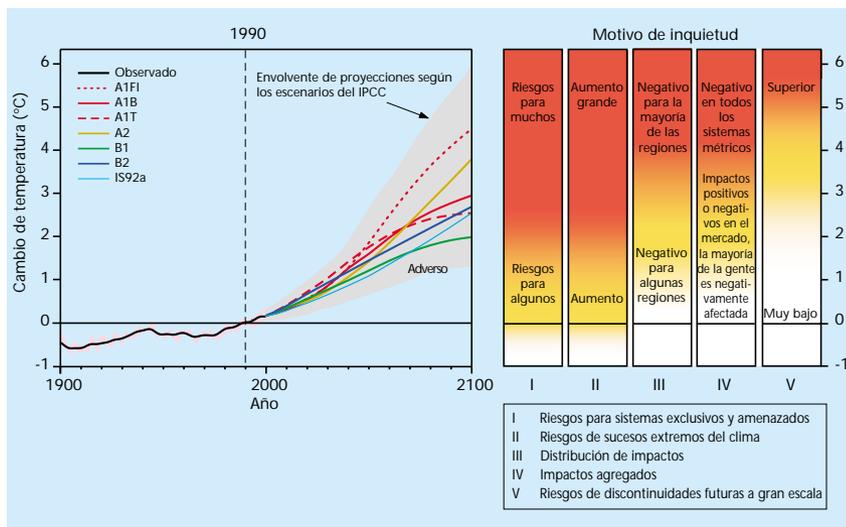
Los estudios de reacciones basadas y actuales de nuestro medio ambiente y de la sociedad a los cambios climáticos, junto con proyecciones de modelos climáticos, nos ofrecen numerosos ejemplos e instrumentos que nos permiten predecir el clima futuro con cierta confianza.

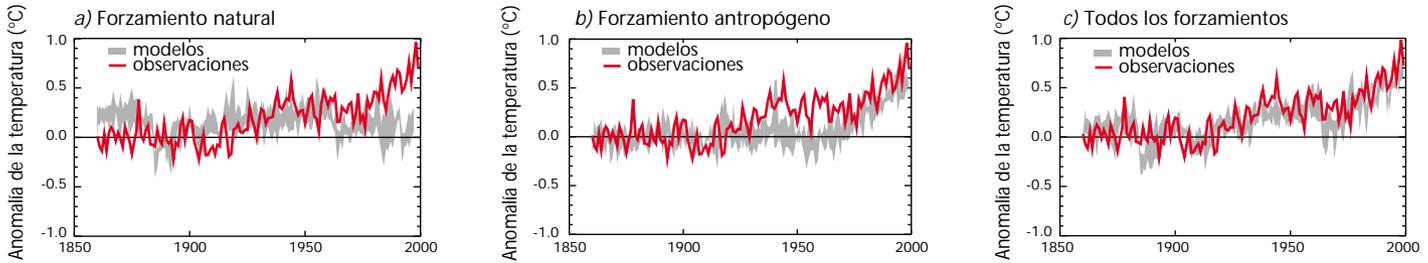
Los modelos climáticos generales se basan en leyes físicas representadas por ecuaciones matemáticas. Para simular el clima, los principales componentes del sistema climático deben representarse en submodelos (la atmósfera, los océanos, la superficie terrestre, la criosfera y la biosfera), junto con los procesos que ocurren entre ellos y dentro de cada uno de ellos. Para poder hacer proyecciones cuantitativas del cambio climático futuro es necesario utilizar modelos climáticos que simulen todos los procesos importantes que rigen la evolución futura del clima. Los expertos en modelización del clima han realizado un gran esfuerzo para elaborar modelos robustos con todos los componentes del sistema climático.

Sin embargo, en vista de ciertas incertidumbres, los modelizadores habrán de abordar más a fondo los procesos (como la mezcla de los

océanos) y las retroacciones (p. ej., de las nubes y del hielo marino) dominantes en la atmósfera, la biota, la tierra y los océanos, tanto en la superficie como bajo ella. También es importante comprender las estructuras de la variabilidad natural a largo plazo del sistema climático y ampliar la nueva capacidad de predecir estructuras de variabilidad organizada, como el ENOA.

Ya se comprenden mejor los procesos climáticos y su representación. En varios modelos climáticos se ha podido reproducir la tendencia de calentamiento observada en la temperatura del aire en la superficie que tuvo lugar en el siglo XX. Un modelo permitió predecir las variaciones de la temperatura mundial entre el momento de la erupción del Monte Pinatubo en junio de 1991 y finales de 1994. Esto ha permitido confiar más en los modelos para predecir el clima futuro.





La comparación de simulaciones de las temperaturas medias mundiales anuales de la superficie de la Tierra con las mediciones, puede ofrecer una mejor idea de las causas subyacentes de los cambios importantes; mediante la adición de los efectos calculados de los forzamientos de origen humano y naturales se imitan las observaciones reales (IPCC, 2001)

Las salidas de modelos climáticos se compatibilizan a menudo con observaciones, lo que aumenta la confianza en esos modelos para proyectar el clima del siglo XXI.

Proyecciones del clima futuro

Como el CO₂ permanece en la atmósfera hasta 200 años, no se espera que la estabilización de sus emisiones a niveles próximos a los actuales conduzca a una rápida estabilización de su concentración (o de sus efectos sobre la temperatura). Por otro lado, la estabilización de emisiones de gases de efecto invernadero de vida más corta como el metano puede

permitir en varios decenios estabilizar sus concentraciones en la atmósfera.

Se prevé que la temperatura del aire en la superficie siga aumentando en varias décimas de grado por siglo durante un siglo o más, a causa de la larga vida de algunos gases de efecto invernadero principales en la atmósfera. Al mismo tiempo, se prevé que el nivel del mar siga subiendo durante muchos siglos. Como consecuencia del lento transporte de calor a los océanos y la lenta reacción de las capas de hielo, se necesitan largos períodos para alcanzar un nuevo equilibrio en el sistema climático.

Algunos cambios del sistema, plausibles después del siglo XXI, serían efectivamente irreversibles. Por ejemplo, la gran fusión de las capas de hielo y los cambios fundamentales en la estructura de la circulación oceánica no podrían invertirse durante un período de muchas generaciones.

El futuro cambio del clima está determinado por las emisiones históricas, actuales y futuras. Es evidente que cuanto más y más pronto disminuyan las emisiones, menores y más lentos serán el calentamiento previsto y la elevación de los niveles del mar.

En cada informe de evaluación sucesivo del IPCC se afirma de manera más categórica que el calentamiento de la Tierra y otros cambios asociados en los últimos 35-50 años son consecuencia de actividades humanas. A estas conclusiones se ha llegado mediante la ciencia del cambio climático, la observación del clima pasado y presente, la elaboración de modelos

Motivos de inquietud

Se muestran los motivos de inquietud acerca de los impactos previstos del cambio climático. Se utilizan varios escenarios (A1F1, A1B, etc.) de gases de efecto invernadero y otras emisiones de origen humano, junto con el escenario IS92a empleado en las proyecciones anteriores del IPCC. En los escenarios se tienen en cuenta diversos crecimientos económicos y demográficos y tecnologías eficientes.

Los riesgos de impactos perjudiciales del cambio climático aumentan con la magnitud del cambio. En la figura de la izquierda (pág. 22) se presenta el aumento observado de la temperatura en comparación con 1990 y la gama de aumentos de la temperatura previstos después de 1990, según la estimación del IPCC para una serie de escenarios de emisiones. A la derecha se representan conceptualizaciones de cinco motivos de inquietud respecto a los riesgos del cambio climático en evolución hasta 2100. En blanco se indican los impactos o riesgos neutrales, o negativos o positivos de pequeña magnitud; en amarillo los impactos negativos para algunos sistemas o riesgos bajos, y en rojo los impactos negativos que son más extendidos o de mayor magnitud.

climáticos basados en leyes físicas y observaciones, y la comparación de sus resultados con observaciones y con los resultados de otros modelos a partir de diferentes factores de forzamiento (como las concentraciones de gases de efecto invernadero y de aerosoles y la actividad volcánica). Cuando se combinan todos los factores antropógenos y del forzamiento natural, se ha observado la mayor coincidencia entre las simulaciones de los modelos y las observaciones realizadas en los últimos 140 años.

Proyecciones de modelos del clima futuro y fenómenos extremos

Se han proyectado modelos para una diversidad de cambios que pueden describir nuestro clima futuro. Varios de ellos se enumeran a continuación, y en la sección siguiente se describen algunas de las principales consecuencias.

- La temperatura media mundial de la superficie se prevé que aumente en 1,4, pasando a 5,8°C a finales del presente siglo. Este calentamiento es mucho mayor que los cambios observados en el siglo XX, y es muy probable que no tenga precedentes en los 10.000 últimos años.
- Se prevé que el nivel del mar suba 0,09 m desde el nivel de 1990, y se sitúe en 0,88 m a finales de este siglo.
- Se prevé que el vapor de agua, la evaporación y la precipitación medias mundiales sigan creciendo. A escalas regionales, se prevén aumentos y disminuciones de la precipitación en diferentes regiones.
- Es muy probable que en casi todas las zonas terrestres haya más días de calor y se produzcan olas de calor. Se esperan incrementos del índice de calor, que refleja una combinación de temperatura y humedad. Y es muy probable que haya menos días de heladas y olas de frío.
- Se prevé que las precipitaciones extremas aumenten más de la media, lo mismo que la intensidad de las precipitaciones.

¿Qué es un episodio El Niño?

Un episodio El Niño se produce cuando la temperatura de la superficie del mar (TSM) en una gran zona del Pacífico ecuatorial central y oriental es más cálida de lo normal. Al mismo tiempo, se originan varios cambios coincidentes en las características normales de los vientos que soplan a través de las regiones tropicales más amplias del Pacífico. Sin embargo, El Niño es sólo una fase de un ciclo característico de cambios que tienen lugar en esta región que también se pueden asemejar a un péndulo, en este caso irregular.

Un ciclo de El Niño comprende tres fases principales: la presencia de un episodio El Niño; condiciones normales o intermedias, y la presencia de un episodio La Niña, que ocurre cuando el péndulo se desplaza más allá de las condiciones de El Niño. Esto representa características sistemáticas de cambio en la atmósfera y en los océanos entre las tres fases. Tal vez lo más significativo sea que el centro principal de actividad convectiva se desplaza hacia el este o hacia el oeste a lo largo del Ecuador, según la fase que predomine en un momento dado.

A los cambios observados en la atmósfera durante muchos años se les dio independientemente la denominación de Oscilación Austral, porque se registraban normalmente calculando la diferencia entre las presiones atmosféricas en Darwin (Australia) y la isla del Pacífico de Tahití (ambas en el hemisferio sur). Hace unos 20 años, meteorólogos y oceanógrafos se reunieron para examinar y comparar lo que sucedía en sus respectivos ámbitos, y comprendieron enseguida que lo que habían estado observando independientemente era en realidad un conjunto de procesos íntimamente vinculados. En un verdadero espíritu de cooperación, unieron sus fuerzas para estudiar lo que se conoce ahora en círculos científicos como el fenómeno El Niño/Oscilación Austral, o simplemente ENOA.

Existen pocas certidumbres sobre los cambios futuros en la intensidad, la frecuencia y la variabilidad de las tormentas en latitudes medias. Tampoco hay pruebas concluyentes sobre los cambios en la frecuencia de las tempestades tropicales. Sin embargo, existen algunas sobre aumentos de su intensidad.

Los modelos climáticos no permiten simular tempestades de pequeña escala como tormentas y tornados, por lo que no se dispone de proyecciones sobre los cambios en esos fenómenos.

ALGUNAS CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PREVISTO

Hacer frente a los cambios previstos del clima y algunos de los fenómenos extremos asociados mencionados en la sección anterior no será tarea fácil. Habrá que proceder a considerables reajustes en la infraestructura, hábitos, modo de vida y, lo que es más importante de todo, planificación económica. Por lo tanto, las consecuencias son trascendentales. A pesar de numerosos estudios sobre los impactos del cambio climático sigue habiendo bastante incertidumbre sobre la eficacia de la adaptación para reducir los efectos negativos del cambio climático y sacar provecho de sus efectos positivos.

El cambio climático aumenta la presión sobre el sistema mundial de suministro de alimentos, y puede afectar a los ecosistemas de tierras secas causando así una degradación permanente del potencial productivo

(De izquierda a derecha: arriba: OMM/B. Genier; USDA.

Abajo: Tim McCabe; FAO; WFP/W. Othman)

Seguridad alimentaria

Son muchos los factores sociales, económicos y ambientales que influyen en la productividad agrícola, hortícola y ganadera. El cambio climático representa una presión adicional sobre el sistema mundial de suministro de alimentos. El efecto más probable de un notable aumento en la temperatura mundial será una reducción general del posible rendimiento de los cultivos en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales. Además, si la temperatura anual media sube más de algunos grados, se producirá una reducción general, con algunas variaciones, de



los rendimientos potenciales de los cultivos en la mayoría de las regiones en latitudes medias. Sin embargo, según muestran los modelos, una modesta subida de la temperatura puede aumentar el rendimiento potencial de los cultivos en algunas regiones de latitudes medias.

Las tierras áridas pueden ser las primeras regiones en que la dinámica del ecosistema resulte afectada por los cambios mundiales del medio ambiente, pues en ellas la vegetación es sensible a pequeñas variaciones del clima. Incluso esos pequeños cambios climáticos pueden intensificar la ya elevada variabilidad natural de los ecosistemas de tierras secas y ocasionar una degradación permanente de su potencial productivo. Con la excesiva explotación debida a la expansión de la población, las tierras áridas y semiáridas se encuentran en una situación cada vez más precaria, que puede dar lugar a nuevos cambios ecológicos dramáticos.

Habrán pérdidas de hábitat para algunos peces de agua fría, pero ganancias para peces de agua caliente. La mayor gama de temperaturas más altas puede reducir a la mitad el camarón de los océanos australes, los pequeños crustáceos planctónicos que son el animal más abundante del planeta. El camarón, que es la base del ecosistema del Antártico y alimento de focas, pingüinos y ballenas, necesita hielo para su refugio natural y algas para alimentarse. La extensión geográfica del daño o de la pérdida aumentará con la magnitud y el ritmo del cambio climático. Los científicos predicen un descenso del 15% de la producción mundial total de fitoplancton marina para finales de siglo, debido a la disminución de la circulación oceánica resultante del calentamiento de la Tierra y del cambio en la circulación atmosférica.

Gestión de recursos hídricos

En nuestro clima futuro se predice que las precipitaciones aumentarán (normalmente entre

5% y 10%) en las regiones de latitudes altas, tanto en verano como en invierno. También se prevén incrementos en las latitudes medias septentrionales, África tropical y la Antártida en invierno, y Asia meridional y oriental en verano. Por otra parte, se predicen disminuciones consecuentes de las lluvias en invierno en Australia, América Central y África meridional. Probablemente se produzcan mayores variaciones interanuales de las precipitaciones en la mayoría de las zonas donde se prevé un incremento de la precipitación media.

Sin embargo, se estima que en muchas regiones donde escasea el agua, y particularmente en las subtropicales, las poblaciones dispondrán todavía de menos agua. Las zonas continentales medias probablemente sean todavía más secas en períodos de verano, con lo que pueden aumentar las sequías.

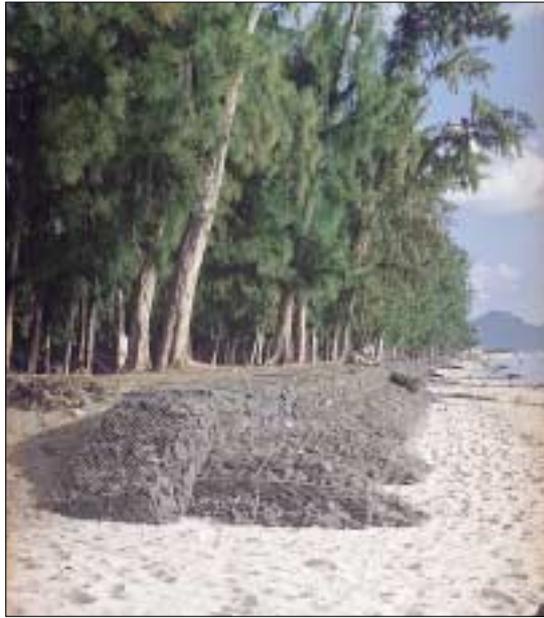


Como cada vez es mayor el número de personas que migran a zonas ya muy pobladas, los islotes de calor urbanos, que influyen en la salud humana y en la demanda de energía, seguirán creciendo, e influirán a su vez en las tendencias de la temperatura terrestre mundial
(Susan Blackmore/
DHD Photo Gallery)



Izq.: Algunas zonas pueden ser cada vez más vulnerables a inundaciones como resultado del aumento del número de fenómenos de precipitación extremos o de la subida del nivel del mar (Essa Ramadan/Departamento Meteorológico de Kuwait)

Derecha: Muchos países afrontan el mayor riesgo de erosión generalizada de sus playas y costas, especialmente los pequeños Estados insulares que dependen de sus recursos naturales para la subsistencia económica (Y. Boodhoo)



Salud humana

Nuestro clima futuro nos hará más vulnerables a amenazas de enfermedades y plagas. El cambio climático influirá directamente en la salud humana. Los mayores efectos del estrés de calor se dejarán sentir en las zonas urbanas, que seguirán creciendo y albergando a porcentajes cada vez más altos de la población de la Tierra. Las zonas urbanas son en general más cálidas que las rurales debido a las propiedades de retención del calor de edificios y calles. Con la subida de las temperaturas, los habitantes de las ciudades, y en particular los grupos de mayor edad y los pobres, serán más vulnerables a las olas de calor. Hay un aspecto positivo, y es que con las mayores temperaturas en invierno disminuirá la mortalidad en latitudes medias y altas.

El cambio climático tendrá también trascendentales efectos indirectos, incluyendo las gamas de los vectores de enfermedades, como mosquitos, y patógenos transmitidos por el agua; menor calidad

del agua y del aire, así como menor disponibilidad y calidad de alimentos (p. ej., disminución del contenido de proteínas en algunos cereales), y probablemente a causa del desplazamiento de poblaciones y de la desorganización económica.

Las condiciones ambientales locales y las circunstancias socioeconómicas influirán más en los impactos reales. Para cada efecto previsto adverso para la salud hay una serie de adaptaciones sociales, institucionales, tecnológicas y de comportamiento que pueden reducirlo. Por ejemplo, las adaptaciones pueden reforzar la infraestructura de la salud pública y la prestación de atención médica adecuada.

Efectos de la subida del nivel del mar

Las proyecciones de la subida del nivel del mar para el siglo XXI, principalmente debido a la expansión térmica de los océanos, se sitúan en la gama de 0,09 a 0,88 m. El valor principal de la subida prevista es de medio metro aproximadamente, lo que corresponde a una tasa media del orden de dos a cuatro veces la del siglo XX.

Una subida en el extremo superior de la gama originaría un aumento generalizado del riesgo de inundación de muchos asentamientos humanos debido al nivel del mar y a las mayores precipitaciones. Con niveles que se aproximen a 88 cm sobre el actual, muchas infraestructuras costeras estarían en peligro, lo que daría lugar a otros problemas como la salinización del agua potable. Un gran número de habitantes se trasladaría al interior.

Numerosos asentamientos humanos afrontan ya un mayor riesgo de inundación y erosión costeras, que la subida del nivel del mar y las mareas de tempestad podrían agravar. Decenas de millones de personas que viven en deltas, zonas costeras bajas y pequeñas islas afrontarán el riesgo de desplazamiento y pérdida de infraestructura, a pesar de sustanciales esfuerzos y costos para proteger áreas costeras vulnerables.

También correrían peligro recursos esenciales para las poblaciones insulares y costeras, como agua dulce, pesquerías, arrecifes de coral y atolones, playas y hábitat de la fauna silvestre. El futuro clima previsto supondrá particularmente un riesgo de severos efectos sociales y económicos para esas poblaciones, en particular para las de pequeñas islas.

Algunas de las zonas con poblaciones en riesgo son las de Asia meridional y sudoriental, con aumentos menores, pero significativos, en África oriental, África occidental y el Mediterráneo, desde Turquía hasta Argelia. Grandes partes de muchas ciudades costeras densamente pobladas son también vulnerables a inundaciones costeras más frecuentes, o incluso a la sumersión permanente de tierra si aumenta el nivel del mar. Los problemas podrían incluso agravarse en algunas zonas a causa de tormentas más frecuentes o intensas y mareas asociadas.

Tentativas para mitigar los efectos de la subida del nivel del mar

Las fluctuaciones de fenómenos climáticos

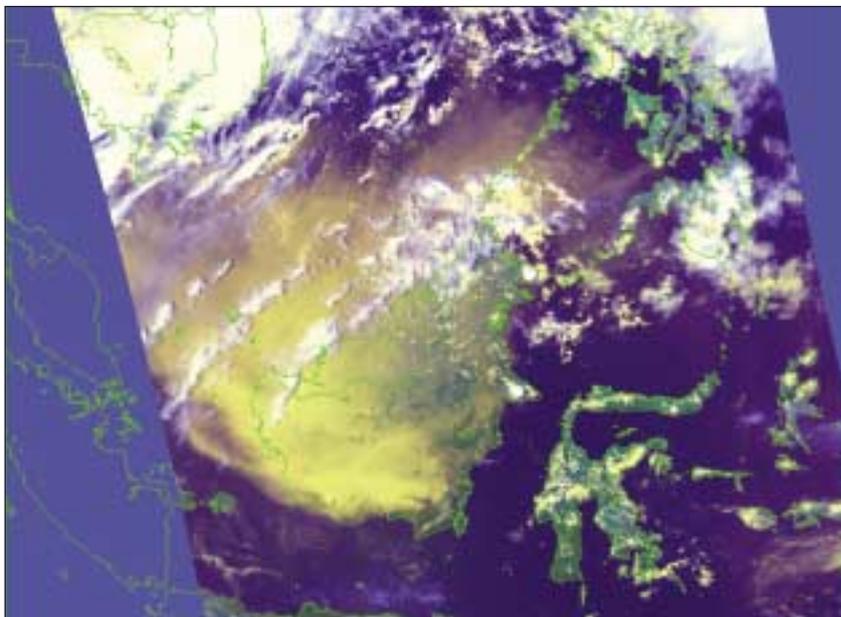
Medidas de algunos Estados insulares para mitigar los efectos de la subida del nivel del mar

Maldivas: se están colocando estructuras de acero y hormigón armado como arrecifes de coral artificiales

Mauricio: se están tendiendo gabiones o cristallitos metálicos a lo largo de partes de las costas

Seychelles: se han revisado planes de recuperación de tierras para incluir la subida prevista de 88 cm del nivel del mar

Pacífico Sur: se está considerando el reasentamiento de islas inundadas para salvarlas



extremos en el último decenio han originado inquietud en muchas naciones. Por lo tanto, los países, en particular los pequeños Estados insulares, han empezado a aplicar medidas tangibles para mitigar el efecto erosivo que ya se produce y que podría agravarse con el cambio climático.

Calidad del aire

Se prevé que el cambio climático agravará la contaminación del aire local y regional y demorará la recuperación de la capa de ozono en la estratosfera. La contaminación del aire local y regional, el agotamiento del ozono en la estratosfera, los cambios en los sistemas ecológicos y la degradación de las tierras influirían a su vez en el clima de la Tierra, modificando las fuentes y los sumideros de gases de efecto invernadero, el balance radiactivo de la atmósfera y el albedo de superficie.

La imagen captada por el satélite de observación del medio ambiente en órbita polar NOAA-14 (POES) de enormes incendios en la isla de Borneo, el 22 de septiembre de 1997, muestra la extensa zona afectada fuera de la propia isla.

Retroceso de glaciares

En los 100 últimos años muchos glaciares se han retirado extensamente. Esta secuencia muestra la fragmentación del glaciar argentino Perito Moreno



(Martin Clark/NSIDC, UCB)

Ecología

Algunos sistemas naturales — glaciares, arrecifes de coral y atolones, manglares, bosques boreales y tropicales, ecosistemas polares y alpinos, humedales de llanuras y pastizales nativos — pueden sufrir cambios importantes e irreversibles. Podrían desorganizarse más los ecosistemas por perturbaciones como incendios, sequías, inundaciones, infestación por plagas, invasión de especies, temporales y fenómenos de blanqueo de coral. La degradación de tierras y los problemas relacionados con la cantidad y la calidad de agua dulce pueden producirse a mayor ritmo.

Lo más probable es que el mayor número de fenómenos de fuertes precipitaciones dé lugar a más daños causados por crecidas, deslizamientos de tierras, aludes y corrimientos de barro.

La mayor cantidad de dióxido de carbono indica que es posible aumentar el suministro mundial de madera procedente de bosques debidamente gestionados.

El impacto global sobre plantas y animales silvestres no se aprecia inmediatamente. Aunque puede haber mayor abundancia o extensión de algunas especies, el cambio climático puede suponer un mayor riesgo de extinción de las más vulnerables y la pérdida de biodiversidad.

Glaciares y hielo

En el siglo XX ha habido un amplio retroceso de glaciares de montaña en regiones no polares. Es probable que en primavera y verano en el hemisferio norte la extensión del hielo marino haya disminuido (10%–15%) desde el decenio de 1950 hasta el año 2000; que el espesor del hielo marino en el Ártico se haya reducido (un 40%) entre finales del verano y comienzos del otoño en los tres últimos decenios del siglo XX; y que la duración anual de la capa de hielo en lagos y ríos en latitudes medias y altas del hemisferio norte haya disminuido en unas dos semanas en el último siglo. Si bien no se ha producido un cambio en la extensión del hielo marino global del Ártico entre 1978 y 2000, paralelo al aumento de la temperatura media mundial de la superficie, el calentamiento regional en la península antártica coincidió con el derrumbamiento del Príncipe Gustavo y parte de los bancos de hielo Larsen en el decenio de 1990, aunque la pérdida de esos bancos de hielo influyó poco en el nivel del mar.

Glaciares y casquetes de hielo retrocederán aún en el siglo XXI, y se prevé que la capa de nieve y el hielo marino en el hemisferio norte disminuyan aún más. Una posible alarma debida al amplio calentamiento mundial es la fusión de los témpanos de hielo polares.

Probablemente, la capa de hielo del Antártico aumente a causa de las mayores precipitaciones, en tanto que la de Groenlandia disminuya. Sin embargo, después del siglo XXI, si continúa el calentamiento de la Tierra, es muy posible que grandes partes de la capa de hielo del Antártico occidental sean vulnerables.

ACTUACIÓN DE LA OMM: PRESENTE Y FUTURO

A lo largo de los años, la OMM ha asumido una función de vanguardia en la vigilancia del sistema climático y en la predicción de su estado futuro.

Reducción de incertidumbres

La elaboración de escenarios sobre los climas futuros y la amplia gama de efectos que pueden causar es sumamente compleja. Se está realizando una gran labor para reducir las incertidumbres sobre la descripción de climas pasados, la vigilancia y descripción de nuestro clima presente, la modelización de climas futuros y la evaluación de la influencia humana en el cambio climático. También se está prestando atención a la evaluación del espectro de posibles efectos del cambio climático mundial, tanto globalmente como sobre bases regionales o locales específicas, y a la continua mejora de las estrategias de adaptación para mitigar los efectos previstos.

La OMM sigue trabajando en todas estas esferas esenciales mediante un marco de cooperación cada vez más amplio entre Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN). Sin embargo, el desafío que impone el cambio climático mundial ejercerá mayor presión sobre los recursos de que se dispone para los trabajos sobre medio ambiente. A continuación se describen algunas de las tareas que será necesario realizar en el futuro.

Mejoramiento de las observaciones y los análisis del tiempo y el clima

Los avances en la observación del medio ambiente mediante satélites no han compensado totalmente la degradación de las redes de observación en muchas partes del mundo. Es

preciso introducir notables mejoras en esas redes, para realizar una vigilancia del clima esencial en muchas zonas del globo.

Las investigaciones y proyecciones del cambio del clima y del medio ambiente y la detección del cambio climático dependen de datos precisos durante largos períodos con una mayor cobertura temporal y espacial. Se necesitan datos sobre el presente y el reciente pasado, sobre el clima en los últimos siglos y sobre los últimos milenios. Hay que disponer de más datos de las regiones polares y para

Importantes hitos en el estudio del clima

1929	Creación de la Comisión de Climatología
1950	Restablecimiento de la Comisión de Climatología
1957/58	Año Geofísico Internacional
1969-74	Sequía del Sahel
1975	Alerta sobre el ozono
1976	Alerta sobre el cambio climático
1978/79	Primer experimento mundial del GARP (Programa de Investigación de la Atmósfera Global)
1979	Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, que condujo al establecimiento del Programa Mundial sobre el Clima
1985	Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono
1985	Conferencia de Viena sobre Gases de Efecto Invernadero
1988	Creación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) por la OMM y el PNUMA
1990	Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima, que puso en marcha el SMOC
1992	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
1994	Convención Marco sobre el Cambio Climático, de las Naciones Unidas
1996	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
1997	Adopción del Protocolo de Kioto
2001	Tercer informe de Evaluación del IPCC
2002	Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible



Los datos recopilados de mediciones oceanográficas y observaciones meteorológicas e hidrológicas, forman parte de los conjuntos de datos sobre largos períodos, necesarios para las investigaciones y proyecciones sobre el cambio climático y el medio ambiente, así como la detección del cambio climático; la OMM facilita la cooperación internacional en el establecimiento de redes de estaciones para realizar estas y otras observaciones (De izq. a der.: Météo-France; OMM; BOM, Australia)



realizar mejores evaluaciones cuantitativas de extremos a escala mundial.

La OMM ha respondido iniciando, en el último decenio, el Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC), basado en los sistemas de observación de la OMM existentes, en particular la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM), la Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) y los sistemas de observación hidrológica. Abarca el sistema climático total, incluidas las propiedades físicas, químicas y biológicas, y mantiene la coordinación con el Programa Mundial sobre el Clima (PMC) de la OMM, en particular el Programa Mundial de Datos Climáticos y Vigilancia del Clima. La función de los satélites, tanto en órbita polar como geostacionaria, se seguirá intensificando mediante un mayor uso de perfiladores verticales de la atmósfera, instrumentos de mayor resolución y el desarrollo de productos relacionados con el clima.



La OMM participa con la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI de la UNESCO) en el Programa ARGO, en cuyo marco se iniciará en 2005 un despliegue mundial de 3.000 boyas oceánicas para muestrear la temperatura y la salinidad de las capas superiores de los océanos. Se trata de uno de los componentes de un sistema integrado de observación oceánica *in situ*. Se intensificará la interacción y la cooperación entre SMHN y centros regionales de tratamiento de datos, para poder mejorar el intercambio de datos y ampliar el uso de productos sofisticados relacionados con el clima.

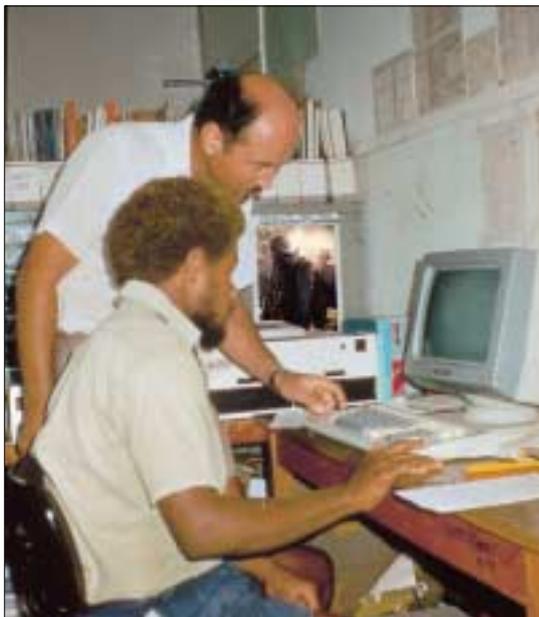
La OMM estableció el Programa de Investigación de la Atmósfera y el Medio Ambiente (PIAMA), y en particular la VAG, que ha mejorado considerablemente en los últimos años. En la actualidad, el VAG consta de muchos componentes coordinados concebidos para proporcionar datos accesibles sobre la atmósfera, de gran calidad, como clorofluorocarbo-

nos (CFC), ozono y concentraciones de gases de efecto invernadero, a la comunidad científica. Estos componentes comprenden estaciones de medición, centros de calibración y calidad de datos, centros de datos y grupos científicos exteriores para orientar los programas

En el futuro, la VAG mejorará:

- su programa de mediciones para una mejor cobertura geográfica y temporal;
- su capacidad para la vigilancia casi en tiempo real, perfeccionando los sistemas de garantía de calidad y la disponibilidad de datos;
- la comunicación y la cooperación entre todos los componentes de la VAG, los SMHN y la comunidad científica.

En la actualidad, mediante el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC) se realizan varias actividades con el fin de comprender mejor los procesos ambientales y aumentar la capacidad de predicción. El proyecto de la Variabilidad y la Predecibilidad del Clima (CLIVAR), resultante del Experimento sobre los Océanos Tropicales y la Atmósfera Mundial (TOGA), se ocupa de la recopilación de datos y de la modelización de las condiciones oceánicas y la interacción entre los océanos y la atmósfera con el fin de que se comprenda mejor la función de los océanos en el clima y en su predicción. El proyecto se beneficia del Experimento Mundial sobre la Circulación Oceánica (WOCE) concluido recientemente. El CLIVAR se centra sobre todo en el PMIC para los estudios de la variabilidad del clima, la ampliación de predicciones efectivas de las variaciones climáticas y el mejoramiento de las estimaciones del cambio climático antropógeno. El CLIVAR trata particularmente de explotar la "memoria" de los océanos, que cambian lentamente, y de que se comprenda el comportamiento acoplado de la atmósfera, que cambia rápidamente, y la superficie de la tierra, los océanos y las masas de hielo, que varían lentamente, pues responden a procesos



Además de facilitar el análisis de datos sobre el cambio climático, los computadores se utilizan para una amplia modelización del clima que puede dar una imagen mucho más clara de los cambios a largo plazo, y permitir asimismo la difusión de información desde centros principales a centros locales y a quienes necesitan utilizar los datos climáticos para tomar decisiones eficaces sobre gestión y de otro tipo. (P. Mosley)

naturales, influencias humanas y cambios en la química y en la biota de la Tierra.

Para ayudar a comprender las condiciones y procesos polares, la OMM ha iniciado el estudio del sistema climático del Ártico (ACSYS), centrándose en la comprensión de la variabilidad y los cambios en el océano Ártico, incluidos los procesos de hielos marinos. Esto se ampliará a la iniciativa Clima y Criosfera (CLiC) para investigar la función de toda la criosfera en el cambio mundial como uno de los primeros indicadores del cambio.

La OMM apoya a los Servicios Hidrológicos Nacionales (SHN), a las autoridades de las cuencas fluviales y otras instituciones responsables de la gestión de los recursos hídricos en una amplia gama de actividades mediante su Programa de Hidrología y Recursos Hídricos (PHRH). El programa facilita la recopilación y análisis de datos hidrológicos como base para la evaluación y gestión de los recursos de agua dulce. Comprende

el agua para consumo humano, saneamiento, regadío, producción de energía hidroeléctrica y transporte acuático. El apoyo para el desarrollo y aplicación de sistemas de predicción de crecidas y previsión de sequías aporta una importante contribución para reducir los desastres relacionados con el agua. Los datos se pueden utilizar asimismo en las evaluaciones del cambio climático.

El Sistema Mundial de Observación del Ciclo Hidrológico (WHYCOS) es un componente del PMIC que está estructurado para proporcionar datos fiables relacionados con el agua a planificadores de recursos, decisores, científicos y el público en general. Se están desarrollando y aplicando en la cuenca del Mediterráneo, África meridional, África occidental y central, Asia y el Caribe componentes regionales (HYCOS) del WHYCOS. La vinculación entre las cuestiones del agua y el clima se hace por medio del Programa Mundial sobre el Clima-Agua (PMC-Agua) en el PHRH, en colaboración con la UNESCO. El PHRH también coopera activamente con otras organizaciones de Naciones Unidas en materia del agua, así como con Organizaciones No Gubernamentales (ONG) internacionales, como la Asociación Mundial del Agua

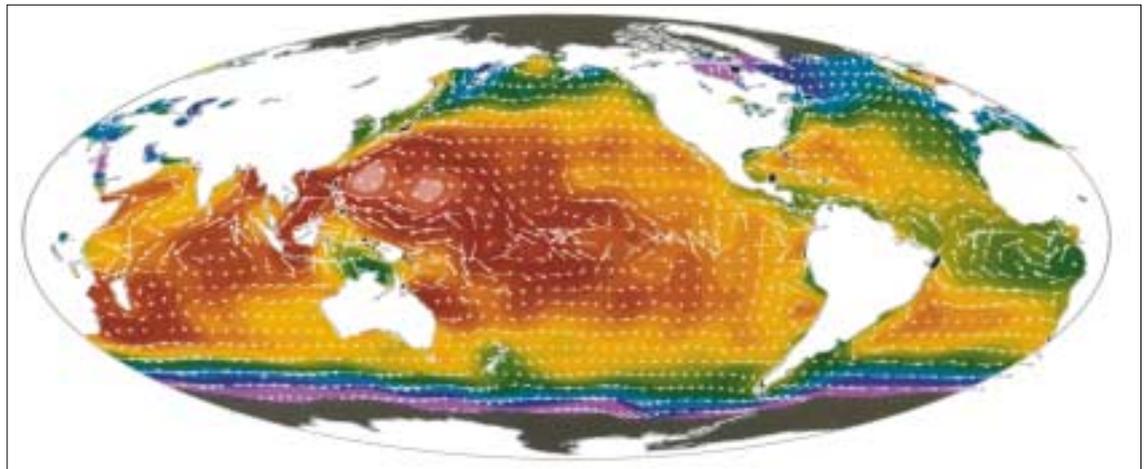
Como parte de sus actividades de creación de capacidad, que comprende orientaciones en organización y gestión de Servicios Hidrológicos, el PHRH se ocupa del intercambio de conocimientos técnicos y tecnología por medio del Sistema de Hidrología Operativa para Fines Múltiples (HOMS).

El sistema de Servicios de Información y Predicción del Clima (SIPC), del PMC, está concebido para asistir a los países en la utilización de datos del clima pasado, a fin de coadyuvar al desarrollo de varios sectores económicos, como la agricultura y los recursos hídricos, y a utilizar predicciones estacionales en la ordenación de las aguas, la agricultura, la mitigación de los desastres y otros sectores. Con el cambio climático previsto, estas actividades serán todavía más valiosas para los Miembros de la OMM.

Energía renovable

En el Protocolo de Kioto se ha recomendado reducir las emisiones de gases de efecto invernadero por debajo de los niveles de 1990. Esto supone una mayor eficiencia en el uso de combustibles fósiles para la generación de energía. Sin embargo, es difícil alcanzar una reducción

Las observaciones por satélite de la elevación de los océanos mundiales puede analizarse para dar una idea de las corrientes en superficie. Se utiliza el color para mostrar la topografía del océano, y las flechas indican la velocidad y dirección de las corrientes oceánicas. Este mapa muestra como se desplazan las corrientes en el sentido de las agujas del reloj en torno a regiones más altas del océano en el hemisferio norte.



nominal con el desarrollo de las naciones y la necesidad de atender las aspiraciones de su población de un nivel de vida mejor, unido a una gama más amplia de comodidades. Por lo tanto, toda reducción drástica del uso de combustibles fósiles frenará el progreso económico y repercutirá en el desarrollo de las sociedades. Es imperativo, pues, desarrollar formas de energía alternativa. Esta estrategia ayudará además a las naciones a alcanzar los objetivos de la Convención Marco sobre el Cambio Climático.

La energía renovable procedente del Sol, el viento y el agua es limpia, gratuita y abundante y durará mientras brille el Sol. La Cumbre Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Johannesburgo (Sudáfrica) en 2002, formuló propuestas para estimular el uso de energía renovable. El Fondo para el Medio Ambiente Mundial ha comprometido fondos para proyectos destinados a crear mercados sostenibles de sistemas de energía solar en África, Asia y América del Sur. Se trata de proporcionar energía a mil millones de pobres del mundo para 2015.

En la Evaluación Mundial de la Energía de las NU se afirma que las plantas de energía térmica solar, abarcando sólo un uno por ciento de los desiertos mundiales, pueden atender todas las demandas de energía actual del planeta. La tecnología de la energía eólica se desarrolla rápidamente, y quienes lo hacen tienen gran confianza en ella. Se estima que todas las necesidades actuales de energía de África corresponden al potencial hidroeléctrico del río Zambesi solamente.

Beneficios para la sociedad

Es preciso vincular con mayor precisión los modelos de sistemas climáticos y biogeoquímicos con los del sistema humano a fin de disponer de la base para una mayor exploración de las posibles características de causa-efecto



que vinculan los componentes humanos y no humanos del sistema Tierra.

En este aspecto, la OMM se ha interesado siempre vivamente en los efectos del tiempo y el clima sobre la condición humana. En el Programa 21 de la CNUMAD de 1992 se incluyó la calidad garantizada del patrimonio mundial – océanos y atmósfera – y la provisión garantizada

Se deben fomentar, desarrollar y utilizar más las formas de energía alternativa, como sistemas de energía solar, para ayudar a mitigar los efectos del cambio climático
(Y. Boodhoo)

Fases para la estrategia de adaptación

Fase 1: Establecimiento de un Comité Nacional sobre el Clima (CNC), donde no se haya hecho, para supervisar y coordinar la elaboración de un plan sobre el clima.

Fase 2: Formulación de una política nacional orientada al clima.

Fase 3: Inventario de recursos naturales, biológicos y humanos, y determinación de las restricciones financieras y jurídicas.

Fase 4: Ejecución del plan sobre el clima.

Fase 5: Elaboración de programas de enseñanza y formación a varios niveles.

de una seguridad alimentaria adecuada, mediante la gestión sostenible de la agricultura, la silvicultura, la pesca y el uso de la tierra. Es evidente que todos estos aspectos dependen fundamentalmente de los servicios del clima y el tiempo. Además, se ha realizado una gran labor mediante los programas de la OMM para mejorar los sistemas de alerta temprana en meteorología e hidrología con el fin de reducir la pérdida de vidas humanas y bienes como resultado de tiempo violento, inundaciones y sequías. Esos programas se ampliarán en el siglo XXI, y se asociará a este esfuerzo la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres.

Sensibilidad del público y desarrollo técnico

El clima nos afecta a todos. Todos los países necesitan comunicadores calificados para difundir información al público en general. Además de su papel primordial para difundir tecnología apropiada, la OMM dirige la formación de meteorólogos y de personal de los medios de comunicación en el arte de comunicar información sobre el clima y el tiempo.



Météo-France

Marco internacional

Para ayudar a comprender el cambio climático habrá que reforzar el marco internacional en la coordinación de los esfuerzos nacionales e institucionales, de manera que los recursos de investigación, informática y observación puedan utilizarse con el mayor beneficio para todos.

La OMM trabaja desde hace años con otros órganos, como el Consejo Internacional para la Ciencia (CIUC), la UNESCO y su COI. Las conclusiones de los informes de evaluación del IPCC son un ejemplo de los frutos de esa coordinación. En 1999, la OMM publicó la Declaración de Ginebra, en la que se pide a los Miembros de la OMM que apoyen a los SMHN en su misión para la comprensión del tiempo y el clima y en la prestación de los servicios necesarios. La OMM seguirá trabajando estrechamente con los otros organismos del sistema internacional para ofrecer una infraestructura cada vez más eficaz que permita sintetizar las actividades relacionadas con el clima que se realizan en los distintos países.

Responsabilidades nacionales

En una situación de legislación más estricta sobre las emisiones y de mayor apoyo político a los planes de comercio internacional, es imperativo disponer de estrategias empresariales para la educación y la participación.

Es preciso desarrollar, distribuir e incorporar en una campaña de educación la sensibilización del público y el material didáctico. Esto ha de hacerse con los SMHN y las instituciones y autoridades nacionales competentes.

Las iniciativas estatales son fundamentales. Los gobiernos pueden proceder a formular planes de mitigación con respecto a los efectos del cambio climático. Los principales elementos que pueden considerarse en la formulación de esos planes han de presentarse en un proceso de varias fases.

CONCLUSIONES

Es preciso insistir más en la evaluación de los efectos regionales del cambio climático y en las estrategias apropiadas de mitigación y adaptación. Esta tarea la realizará el IPCC para el Cuarto Informe de Evaluación, que está previsto terminar en 2007.

La lucha por el clima ha de librarse en varios frentes y de tal manera que se garantice la estabilidad entre todos los sistemas climáticos. Las industrias habrán de ser más eficientes y adoptar métodos de producción más limpios. Los combustibles fósiles habrán de suplementarse en mayor proporción mediante formas de energía renovables. Nuestra tierra ha de

gestionarse mejor. Es preciso adoptar políticas de secuestro de carbono, reforestación y de otra índole. Hay que eliminar los efluentes de industrias y mantener limpios los océanos. Nuestro enorme parque de vehículos ha de diseñarse de otro modo para que utilicen formas distintas de combustible.

Pero lo más importante de todo es que hemos de cambiar nuestras actitudes y aceptar vivir de una manera que garantice el bienestar de todas las naciones, protegiendo al mismo tiempo el medio ambiente, por el bien de nuestro clima futuro.

*Para obtener información adicional sobre la OMM,
póngase en contacto con:*

Oficina de Información y Relaciones Públicas

Organización Meteorológica Mundial

7 bis, avenue de la Paix

Casilla de correos 2300

CH-1211 Ginebra 2, SUIZA

☎: (41 22) 730 83 14 / 730 83 15

Fax: (41 22) 730 80 27

E-mail: ipa@gateway.wmo.ch

Internet: <http://www.wmo.ch>