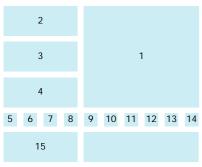


Organización Meteorológica Mundial



REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD A LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS EXTREMOS



Fotos de la portada:

1,3,4,8 Marcel & Eva Malherbe

- Jaqueline Maia/Diario de Pernambuco, cortesía del INMET, Brasil
- 13 S. Béliveau/OMM
- 15 Instituto Real de Meteorología de los Países Bajos [KNMI])

#### OMM-Nº 936

© 2002, Organización Meteorológica Mundial

ISBN 92-63-30936-1

#### **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 demarcación de sus fronteras o límites.

# REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD A LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS EXTREMOS

## OMM-N° 936



Ginebra, Suiza 2002

# ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	5
INTRODUCCIÓN	7 7
y medidas de prevención y preparación	9
PELIGROS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS	12
Tormentas de gran intensidad	13
Tormentas de latitudes medias	14
Ciclones tropicales, huracanes y tifones	14
Inundaciones	15
Sequías	15
Monzones	16
Olas de calor	17
Frentes fríos	17
Oscilaciones	17
Ozono atmosférico	19
El cambio climático	19
REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD	21
Evaluación de riesgos	22
Vigilancia de sucesos peligrosos	22
Predicción y alerta temprana	29
Un diligente sistema mundial para el intercambio de datos y productos	29
Sistema integrado para el análisis de datos	29
Investigación sobre el tiempo y el clima	29
Los avances en la investigación atmosférica y ambiental	30
Investigación del clima	31
COORDINACIÓN PARA UN MUNDO MÁS SEGURO	33
Coordinación internacional	33
Coordinación nacional	33
Cooperación técnica	35
Estructuras locales de prepararación para situaciones de desastre	35
RESUMEN	36

## **PRÓLOGO**

Cada año, el 23 de marzo, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) conmemora la entrada en vigor de su Convenio en 1950, celebrando el Día Meteorológico Mundial en torno a un ámbito de interés para la humanidad. En 2002, se ha elegido el tema de la "Reducción de la vulnerabilidad a los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos" como reconocimiento del compromiso de la OMM, y de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN), de contribuir a las actividades de preparación y prevención destinadas a combatir los fenómenos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos y sus funestas consecuencias para la seguridad de las personas y para un desarrollo sostenible.

Los seres humanos tienen una gran capacidad para adaptarse a diversos climas y entornos naturales, pero siguen siendo vulnerables a los cambios bruscos de las condiciones meteorológicas y climáticas. Las estadísticas mundiales ponen de relieve el creciente número de personas afectadas por desastres hidrometeorológicos, a los que cabe atribuir el 90 % de las defunciones. En el decenio comprendido entre 1991 y 2000, el promedio de personas afectadas ascendió a 211 millones por año, siete veces más que las víctimas de conflictos. Además, el 98 % de las personas afectadas por ese tipo de desastres proceden de los países en desarrollo.

Para evaluar la sensibilidad y la vulnerabilidad de las comunidades a los peligros meteorológicos y climáticos, es de vital importancia contar con largos registros de datos sobre el clima y otros tipos de información sectorial afín. Esos registros también son esenciales para la planificación de las medidas de preparación y para la formulación de estrategias de respuesta que mejoren la capacidad de afrontar los fenómenos extremos. Sin ellos, cada nuevo episodio causaría destrucción y retrasaría el desarrollo, en algunos casos durante muchos años. Las medidas de preparación más eficaces exigen contar con un sistema de alerta temprana que funcione debidamente.

Los adelantos científicos y tecnológicos han incrementado de manera significativa la capacidad de alerta temprana de los SMHN. A ello contribuye también la red de Centros Meteorológicos Especializados Regionales de la OMM, que presta asesoramiento sobre ciclones tropicales, inundaciones, sequías y otros episodios extremos, así como la promoción que realiza la Organización del intercambio gratuito e ilimitado de datos y productos meteorológicos e hidrológicos.

Con los años, en muchos lugares del mundo, la estrecha colaboración entre los SMHN, otras instituciones relacionadas, las instancias decisorias, los medios de comunicación y las organizaciones no gubernamentales han logrado reducir de forma importante la pérdida de vidas. Otra razón estriba en la mayor capacidad de las personas en situación de riesgo de evaluar y comprender la información suministrada, personalizar los riesgos y responder con prontitud. Para mejorar esa sinergia, la OMM ofrece un marco internacional en el que se integren los esfuerzos por mitigar los desastres, alienta al intercambio y la transferencia de conocimientos y de tecnología en las actividades de reducción de desastres, y contribuye al desarrollo y a la puesta en marcha de iniciativas regionales y mundiales tales como la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD).

Tengo la esperanza de que el Día Meteorológico Mundial llame la atención de todos aquéllos que pueden contribuir al bienestar de las comunidades, incluidos los gobiernos, los medios de comunicación y las autoridades locales, sobre la gran aportación de la OMM y de sus

SMHN a la construcción de un mundo más seguro para las generaciones presentes y futuras.

\_\_\_\_\_

(G.O.P. Obasi) Secretario General

## INTRODUCCIÓN

Los episodios meteorológicos extremos pueden dañar y destruir las viviendas y las infraestructuras públicas, dejando a las comunidades a la intemperie, sin agua ni alimentos y sin poder ganarse la vida.

Entre las secuelas de los fenómenos meteorológicos extremos tales como inundaciones se encuentran el deterioro o la destrucción de infraestructuras de las que depende el comercio, así como la contaminación de las aguas y de los alimentos, con los consiguientes riesgos para la salud (Fotografía de prensa de la FEMA izquierda: A. Booher; derecha: L. Roll)

La sociedad es vulnerable a los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos que se producen sean cuales fueren sus dimensiones. Los tornados y las granizadas son sistemas meteorológicos de pequeña escala que tienen una duración de unos cuantos minutos y cubren una superficie de pocos centenares de metros, pero son sumamente destructivos. Los sistemas tormentosos, que cubren cientos de kilómetros y tienen una duración de muchas horas e incluso de días, van acompañados de vendavales e inundaciones. Las anomalías climáticas, como las causantes de sequías, se prolongan durante toda una estación y a veces más.

Los efectos de esos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos varían, los más devastadores causan pérdidas de vidas. Muchos tienen consecuencias duraderas y complejas que pueden dejar a personas sin techo, contaminar el agua y los suministros alimentarios causando problemas de salud, y provocar la ruina de negocios y comercios de los que depende el sustento de mucha gente. Cada paso dado para reducir las repercusiones de los fenómenos meteorológicos e hidrológicos extremos es un paso hacia la reducción de la vulnerabilidad y el logro de un desarrollo sostenible.



Para entender a corto y a largo plazo la sensibilidad y la vulnerabilidad de las comunidades ante los peligros meteorológicos y climáticos son precisos estudios multidisciplinarios que empleen registros de datos sobre el clima, así como otros tipos de información sectorial conexa. Los largos registros climáticos hacen posible estimar la magnitud y la frecuencia de los episodios extremos y cuantificar el peligro potencial de cada uno. Con esa información pueden prepararse directrices de planificación y estrategias de respuesta que permitan desarrollar la capacidad de resistencia para hacer frente en el futuro a fenómenos extremos. Sin esa resistencia. cada episodio extremo seguirá causando destrucción y retrasando el desarrollo, en algunos casos, en muchos años.

# Sensibilidad y vulnerabilidad de los sistemas societales

Cada localidad tiene su propio clima, definido por temperaturas estacionales, precipitaciones, vientos y otros factores característicos. En muchos lugares el clima no es en modo alguno ideal: en un



extremo está la sequía, y en el otro las lluvias recurrentes que saturan el suelo e incrementan el riesgo de inundaciones y deslizamientos.

Las comunidades mejor asentadas han reforzado sus infraestructuras y han prosperado con un clima peculiar al que se han adaptado. Sin embargo, episodios meteorológicos e hidrológicos de intensidad superior a la media pueden causar daños catastróficos al medio ambiente, a la economía y al sistema social. Veamos algunos ejemplos:

- los vientos fuertes imponen una carga (o presión) excepcional sobre los edificios, causando daños estructurales;
- las lluvias intensas provocan inundaciones, además de ser causantes de una erosión que mina las estructuras y de inundaciones que destruyen los cultivos, ahogan al ganado, contaminan los suministros de agua dulce y aíslan a ciertas comunidades;
- el viento seco y cálido promueve la rápida propagación de los incendios destruyendo la vegetación natural o los cultivos, así como las viviendas rurales o urbanas;
- los períodos secos prolongados llevan a la sequía, relacionada también con las tormentas de polvo, la erosión, y el deterioro de los cultivos;
- el hielo puede romper los cables de alta tensión u otros cables aéreos.

Las consecuencias de los fenómenos climáticos extremos se reflejan tanto en el medio ambiente como en los sectores sociales y económicos en forma de pérdida de cosechas, disminución y empeoramiento de la calidad del agua, deterioro de ríos, estuarios y costas, y mayor incidencia y propagación de diversas enfermedades. Las comunidades y sus actividades económicas y sociales toleran por lo general un espectro de variaciones anuales del clima local. Sin embargo, cuando una estación es significativamente diferente del patrón esperado durante un largo período, las consecuencias pueden ser graves.



La evaluación de los peligros meteorológicos y climáticos exige datos y conocimientos sobre los posibles fenómenos destructores que pueden producirse en la región. En muchos lugares del mundo, la recopilación y el archivo sistemáticos de datos meteorológicos durante largos períodos permite cuantificar los parámetros del clima local. Esos registros se emplean para la planificación de actividades que dependen de algún modo de las condiciones meteorológicas. En los demás sitios, allí donde los registros son incompletos, los peligros meteorológicos y climáticos sólo pueden entenderse cualitativamente. A veces, aunque se reconoce el riesgo de que se produzcan ciertos peligros, son casos tan infrecuentes que los responsables se vuelven displicentes. En ausencia de una planificación previa y de procedimientos adecuados de intervención de urgencia, los efectos de un episodio extremo pueden ser devastadores.

Los ciclones tropicales (conocidos también como huracanes o tifones) son un peligro muy conocido en los trópicos. La vigilancia por satélite, como la que se efectuó durante el huracán Michelle en 2001, puede ayudar en las medidas de preparación (Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera, EE.UU.)

## Evaluación del peligro, análisis de la vulnerabilidad, evaluación de riesgos y medidas de prevención y preparación

Unas infraestructuras públicas bien proyectadas, como es el caso de este puente sobre el río Una de Brasil, soportarán episodios meteorológicos y climáticos extremos y permitirán la pronta reanudación de la actividad económica y social (Jaqueline Maia/Diario de Pernambuco, cortesía del INMET, Brasil)

El primer paso en el análisis de riesgos es determinar cuáles son los peligros y evaluarlos. El grado de peligrosidad se calcula en función de la máxima amenaza posible. El concepto de peligro incluye el espectro probable de intensidades del suceso y la probabilidad de que se produzca.

Tras la evaluación del peligro, la segunda parte de un análisis de riesgos consiste en analizar la vulnerabilidad. La vulnerabilidad se calcula según los daños que puede causar un fenómeno extremo. Los daños pueden afectar a la población (vida, salud, bienestar, etc.), a la propiedad (edificios, infraestructura, etc.) y a los recursos naturales. Los daños potenciales se registran en mapas de vulnerabilidad.



El peligro y la vulnerabilidad se suman en el riesgo. El riesgo puede considerarse subjetiva u objetivamente. Un riesgo subjetivo es el riesgo que perciben las personas afectadas, lo que determina su disposición a aceptar un peligro potencial. La decisión de aceptar un posible riesgo es crucial, por ejemplo, cuando alguien decide trasladarse a una zona expuesta a terremotos o inundaciones. Para niveles moderados de daños, el riesgo se define objetivamente según el daño predicho y la probabilidad de que ocurra por año. En el caso de episodios muy extremos y grados muy elevados de daños, como cuando se produce la rotura de una presa o un accidente en una central nuclear, el riesgo es el número de personas que podrían resultar afectadas (víctimas, heridos, etc.) y los daños en términos económicos que cabe esperar como promedio al año.

Para prevenir los desastres es posible aplicar medidas estructurales y no estructurales. Entre las medidas estructurales se incluye, por ejemplo, la protección de edificios y la construcción de puertos. Teóricamente, los edificios y las infraestructuras que los rodean deberían diseñarse para que pudieran resistir los rigores de cualquier fenómeno extremo que pudiera producirse. Sin embargo, una de las medidas no estructurales más importantes es la formulación de reglamentos y códigos apropiados, teniendo en cuenta las diversas amenazas que se ciernen sobre una región específica. Ese tipo de normativas puede contribuir significativamente a la prevención de desastres. Otras medidas no estructurales para la mitigación de desastres pueden ser la planificación del desarrollo, la planificación urbanística o el ordenamiento territorial (para indicar, por ejemplo, zonas que corren especial peligro en la ordenación del territorio o para utilizar las zonas expuestas a desastres con fines temporales como, por ejemplo, campos de fútbol o pastizales). También las compañías de seguros pueden animar a los asegurados a establecer sus propias condiciones, mediante una formulación adecuada de las pólizas. Estas

medidas no pueden evitar los desastres, pero sí limitar sus consecuencias.

La experiencia ha demostrado que una de las medidas de preparación más eficaces para reducir los daños en caso de episodios extremos consiste en elaborar un sistema de alerta temprana que funcione correctamente. En 1970, un violento ciclón tropical en Bangladesh se cobró 300.000 vidas. Con unos sistemas de alerta temprana mejorados, ciclones similares en 1992 y 1994 causaron respectivamente 13.000 y 200 muertos. El proceso de alerta temprana puede dividirse en tres fases relacionadas: la predicción, el aviso y la reacción. Unas mejores previsiones seguidas de una mayor antelación en los avisos y una pronta reacción son factores esenciales para el éxito de la mitigación de desastres. La fase de reacción depende básicamente de la fiabilidad de la previsión y de su credibilidad, aunque existen también dimensiones sociales, lo que llamamos el "factor humano" en la percepción del riesgo y la adopción de decisiones.

## La integración de información meteorológica y climática en una estrategia de mitigación basada en la planificación

En muchas regiones, la mitigación de los efectos de los desastres naturales relacionados con el tiempo o el clima se ha logrado gracias a la planificación y la construcción de fuertes infraestructuras y resistentes sistemas sociales que tienen plenamente en cuenta la información sobre esos peligros. Un conocimiento cuantitativo del régimen climático de la zona y de la naturaleza de los peligros es vital para la formulación de una estrategia de mitigación. Los datos climáticos locales constituyen la base para elaborar normas eficaces, controles de la planificación y otras regulaciones que aseguren que los edificios y demás construcciones puedan soportar peligros específicos y

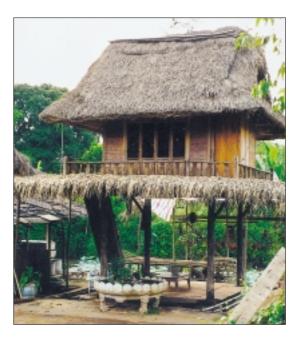
garantizar la seguridad de sus ocupantes y de sus contenidos. La importancia de esos datos climáticos locales ha sido infravalorada, como prueba el historial de catástrofes en las que diversos edificios levantados sin atenerse a las normas de construcción o adaptados a regulaciones importadas que poco tienen que ver con el clima del lugar, se han venido abajo en condiciones extremas.

Para proteger realmente a las comunidades de los fenómenos más adversos, no basta con prestar atención a la planificación y a las características de las construcciones. Si se construyen estructuras sólidas y robustas, el precio se eleva, especialmente si han de resistir episodios relativamente raros pero de intensidad extrema. Además, muchas comunidades se han desarrollado en enclaves geográficos tales como las llanuras de inundación fluvial o los deltas costeros que, por un lado, constituyen su fuente de ingresos pero, por su propia naturaleza, son vulnerables a determinados

En un plan de intervención de urgencia bien coordinado, existirá un sistema de alerta temprana que ponga en marcha una actuación de respuesta de forma que, ante el aviso, se pueda evacuar con rapidez a la población de una región amenazada u ofrecerle cobijo en refugios especialmente construidos, como este refugio contra ciclones de Bangladesh (D. Pitchford)



Teóricamente, los edificios deberían poder soportar los rigores de los fenómenos meteorológicos propios de la región, como ocurre con esta típica casa vietnamita, construida para aguantar unas lluvias que, por su intensidad, pueden tener un efecto inmediato, dañando estructuras y dejando a veces heridos y víctimas mortales (J. Stickings)



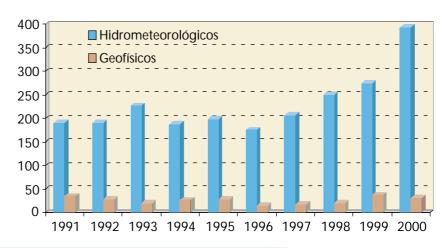
peligros meteorológicos. En esos lugares, peligrosos por su propia condición, algunas comunidades han logrado resistir a esos episodios extremos aplicando planes integrados que se centran en proteger la vida humana, las infraestructuras vitales y los recursos esenciales. Aunque se estima que las pérdidas y daños materiales son significativos, se logra salvar vidas, mientras las infraestructuras y recursos públicos esenciales, como los alimentos y el agua, quedan, en la medida de lo posible, protegidos para ayudar a resistir a la población.

Los planes de intervención en caso de emergencia, en los que las acciones emprendidas se rigen por un marco de referencia predeterminado, ayudan también a mitigar las pérdidas vinculadas con episodios extremos y esporádicos. En los modelos más simples, la alerta de un episodio meteorológico extremo desencadena la búsqueda de refugio. Las comunidades y sus infraestructuras son hoy en día muy complejas y son muchos los funcionarios de diferentes sectores que deben tomar decisiones respecto a diversos aspectos de la seguridad pública. Un plan comunitario predeterminado, basado en una alerta temprana y en información sobre la evolución del episodio, permitirá que se adopten decisiones oportunas y eficaces. Si ese tipo de información se pone a disposición de todos los responsables y del público en general se logrará que las decisiones de todos los organismos se apoyen mutuamente. Además, el público estará bien informado sobre el peligro y el modo en que han de reaccionar. La integración de información meteorológica y climática en los planes de emergencia centrados en las comunidades para reducir la vulnerabilidad de éstas y los efectos de peligros tan diversos como los ciclones tropicales, las inundaciones, los incendios incontrolados y las sequías es actualmente una práctica consolidada en muchos países. Sin embargo, es preciso actualizar continuamente esos planes al compás de los avances científicos y tecnológicos. Otros países, en cambio, todavía tienen que trazar planes dentro de un marco más oficial.

## PELIGROS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS

Durante el decenio 1991-2000, más del 90 % de las víctimas de desastres naturales perdieron la vida a consecuencia de fenómenos meteorológicos e hidrológicos violentos (Cuadro 1 y Figura 1). Durante el período, el número de desastres meteorológicos e hidrológicos, incluyendo sequías, inundaciones y vientos fuertes, aumentaron gradualmente. Asia fue el continente más afectado por los desastres (Cuadro 1), registrando el 43 % del número total de episodios y el 80 % de las víctimas mortales (ocupa alrededor del 33 % del territorio mundial y alberga al 61 % de su población).

El número de personas afectadas por ese tipo de desastres aumenta, por lo que resulta necesario comprender y registrar los peligros meteorológicos



	Número total de desastres notificados	Número total de muertos a causa de los desastres	Número total de personas afectadas por desastres	Monto total estimado de los daños causados por desastres (en miles de millones de dólares EE.UU.)
Desastres				
Avalanchas/deslizamientos Sequías/hambrunas Terremotos Temperaturas extremas Inundaciones Incendios en bosques o monte Erupciones volcánicas Vientos fuertes Otros desastres naturales	173 223 221 112 888 bajo 123 54 748 25	9 550 280 007 59 249 9 124 97 747 626 942 205 635 2 718	2 150 381 602 17 023 6 065 1 442 521 3 422 2 157 252 401 60	1,7 30,5 239,6 16,7 272,8 26,3 0,8 198,1 0,3
Continentes				
África América Asia Europa Oceanía	804 1 057 2 035 664 143	38 078 78 041 598 290 34 495 3 617	130 598 47 893 1 888 224 23 239 18 071	2,3 212,9 403,5 179,3 11,8

Información sobre desastres por tipo de fenómeno durante el período 1999-2000

Información sobre desastres por tipo de fenómenos y por continentes durante el período 1991-2000 (Universidad de Lovaina, Bélgica, 2001) Las tormentas de gran intensidad desencadenan diversos fenómenos meteorológicos de corta duración y potencialmente destructivos, entre los que se incluyen tornados y vientos que pueden alcanzar 500 km/h (Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera, EE.UU.)

y climáticos más comunes y cartografiar la vulnerabilidad de las comunidades o de las zonas geográficas a estos fenómenos. Cualquier mejora en la antelación de las alertas y en el análisis de riesgos de las zonas afectadas contribuye a reducir la vulnerabilidad.

### Tormentas de gran intensidad

Los fenómenos meteorológicos graves de pequeña escala, entre los que se incluyen las tormentas de gran intensidad y otros fenómenos conexos tales como tornados, rayos, granizo, viento, tormentas de polvo, trombas de agua y chubascos, se producen en muchos lugares, pero a menudo tienen corta duración y están muy localizados geográficamente. Por ello, resulta dificil estudiarlos y establecer sus patrones climáticos.

Se sabe que una combinación de aire húmedo y cálido a poca altura, que es la fuente de energía, y

aire seco y frío en la alta atmósfera, proporciona con frecuencia las condiciones de elevada inestabilidad que son necesarias para generar las mayores tormentas. En EE.UU., los tornados producidos por ese tipo de tormentas se desencadenan casi siempre entre abril y junio, pero pueden ocurrir en cualquier época del año. Los tornados producen los vientos más fuertes que se observan en la superficie de la Tierra, con velocidades que alcanzan los 500 km/h. Aunque son especialmente comunes en la zona centro-meridional de Norteamérica, ha habido tornados mortíferos en todos los continentes, excepto en la Antártida. Son también especialmente violentos en partes del norte de la India y en Bangladesh, donde más de 400 personas han resultado muertas en cada uno de los tres tornados de alta intensidad ocurridos desde 1989. Se registran también con bastante frecuencia en Japón, Australia, el norte de Argentina y zonas de la Europa septentrional.

Las tormentas de gran intensidad pueden producir daños del mismo orden de magnitud que los tornados de intensidad moderada. La velocidad del viento puede alcanzar los 150 km/h cerca de la superficie y constituye un peligro especialmente serio para los aviones que realizan operaciones de aterrizaje o despegue en las inmediaciones. Los vientos fuertes asociados con tormentas han sido la causa de diversos accidentes funestos de grandes aviones comerciales. Además, las tormentas de gran intensidad a menudo desencadenan crecidas repentinas que toman a la gente por sorpresa y pueden causar, según estimaciones, más muertes que los tornados.

Las piedras de granizo pueden alcanzar un diámetro mayor a 10 cm y caer a velocidades superiores a los 150 km/h. Las pérdidas mundiales para la agricultura en un año típico superan los 200 millones de dólares EE.UU. Algunas granizadas han causado también graves daños en ciudades. Las tormentas de Sydney (Australia) en 1999, Dallas-Fort Worth (EE.UU.) en 1995 y Munich (Alemania) en 1984, provocaron cada una daños por valor de más de



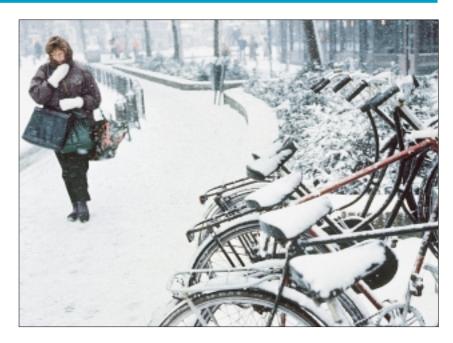
500 millones de dólares EE.UU. En 1976, una granizada en la provincia china de Zheijang dejó un saldo de ocho muertos y 160 heridos, con piedras "del tamaño de un huevo" que cayeron sobre un área de 7 x 2-3 km.

En un año típico, en EE.UU. los rayos matan a más personas que los huracanes, los tornados y las tormentas de invierno unidos. En todo el mundo, las tormentas eléctricas veraniegas son también un factor significativo en el desencadenamiento de incendios incontrolados en bosques y pastizales.

#### Tormentas de latitudes medias

Los sistemas de baja presión y los ciclones se producen en todas las latitudes medias. Por lo general, son más frecuentes e intensos durante el invierno, con temporales que duran hasta varios días y se extienden a lo largo de más de 1.000 km. Los vientos y las crecidas que originan pueden causar extensos daños a la propiedad y dejar un reguero de muertes a su paso. En el mar, los temporales y el oleaje que generan esas tormentas suponen un peligro para la navegación y para las mercancías mientras que, en la costa, son las mareas de tormenta provocadas por el viento y las olas rompientes las que constituyen la principal amenaza.

La fuerza de los vientos del oeste que se producen en latitudes medias y la frecuencia de las tormentas de los meses fríos del año influyen profundamente en el clima de la Europa septentrional. Además, en la mitad oriental de Norteamérica, muchas de las tormentas de invierno más destructoras acarrean fuertes nevadas, que afectan más frecuentemente a las provincias marítimas de Canadá. Más al sur, una o dos veces por decenio, un intenso sistema de bajas presiones sube por la Costa Este de Estados Unidos, arrastrando a su paso el aire frío de Canadá y descargando entre 30 y 75 cm de nieve sobre las principales ciudades de la región. La combinación de fuertes nevadas, vientos de gran intensidad y la caída en picado de las temperaturas paralizan las ciudades y los pueblos más afectados. También en otros lugares



de latitud media del mundo se producen fenómenos meteorológicos similares.

# Ciclones tropicales, huracanes y tifones

Los océanos tropicales cálidos generan las más terribles tormentas del planeta. Al principio, son aglomeraciones de sistemas tormentosos llamados perturbaciones tropicales, y en la mayoría de los casos no pasan de ahí. No obstante, un promedio de 80 se convierten en verdaderos ciclones tropicales cada año. Los ciclones tropicales más fuertes han tenido vientos de más de 195 km/h y ráfagas de más de 280 km/h, con lo que siembran la destrucción por doquier. Algunos ciclones tropicales pueden extenderse en un radio de más de 300 km antes de extinguirse, ya sea sobre la superficie terrestre o sobre aguas más frías. A menudo, los ciclones tropicales llegan desde los trópicos hasta latitudes superiores y conservan el potencial de

Las tormentas de latitudes medias son una de las principales causas de las beneficiosas precipitaciones de esas zonas, pero pueden provocar inundaciones y graves tormentas de invierno que afectan a la vida diaria (Instituto Real de Meteorología de los Países Bajos [KNMI])

destrucción de sus fuertes vientos y las intensas precipitaciones.

En el mar, los temporales y el oleaje constituyen una amenaza de primer orden para la navegación y para las flotas pesqueras de la costa. A medida que la tormenta se acerca al litoral, las olas se amontonan delante del huracán formando una marea de tormenta en la región de vientos más fuertes. También el nivel del mar es más alto en el ojo de la tormenta, donde la presión atmosférica es inferior. Ese muro de agua puede causar estragos cuando el huracán golpea la línea de costa, especialmente si coincide con una marea alta. En 1999, un ciclón tropical asoló el estado indio de Orissa y avanzó hacia el interior con vientos de 300 km/h y una ola de marea de 7 m que devastó la costa hasta una distancia de 20 km y dejó tras de sí más de 40.000 muertos. Se tiene constancia de la aparición de ciclones tropicales en todos los océanos tropicales excepto en el del Atlántico Sur.

Los intensos vientos de los ciclones tropicales pueden destruirlo todo, excepto las estructuras civiles mejor construidas, como lo ilustran los daños causados por el huracán Mitch en Tegucigalpa (Honduras) en 1998 (P. Jeffrey/CCD)



#### **Inundaciones**

Las inundaciones se encuentran entre los desastres naturales más comunes y, en términos de daños económicos, los más costosos. Son varios los sistemas meteorológicos que producen inundaciones. Entre ellos, las tormentas de latitudes medias, los ciclones tropicales, los monzones y el fenómeno El Niño. Además de las consecuencias directas de pérdida de vidas humanas y daños a la propiedad, tienen una incidencia indirecta, como el de dejar a los supervivientes expuestos a otros peligros tales como la contaminación del agua y los corrimientos de tierras, así como la interrupción del tráfico y del comercio. Los efectos indirectos son bastante numerosos y a menudo resultan difíciles de cuantificar.

### **Sequias**

La causa primordial de cualquier sequía es la falta de precipitaciones y, en particular, la época, la distribución y la intensidad de esa deficiencia en relación con las reservas existentes, la demanda y el uso del agua. La temperatura y la evapotranspiración pueden unirse a la falta de lluvias, intensificando la gravedad y la duración del episodio. En la mayoría de los casos, cuando se reconoce una sequía como tal, es demasiado tarde para que las medidas de emergencia surtan efecto.

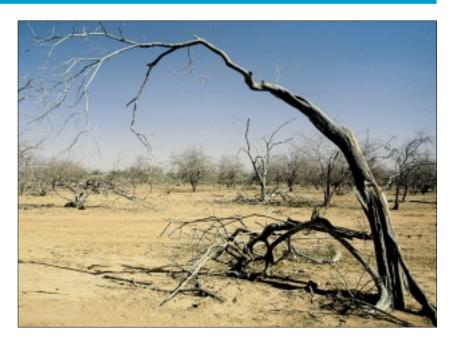
Un período prolongado de condiciones meteorológicas relativamente secas conducentes a una sequía es una anomalía climática ampliamente reconocida. La sequía puede ser devastadora para algunas comunidades, ya que las fuentes de agua se secan, las cosechas no pueden crecer, los animales mueren y la malnutrición y la enfermedad se extienden. Esos efectos se ven exacerbados en muchas regiones tropicales por el humo de incendios incontrolados en la vegetación seca, que causa problemas respiratorios y otros daños a la salud. En la sociedad global de nuestros días, existen mecanismos financieros y de ayuda internacional que pueden prestar socorro y reducir el hambre, la malnutrición, la enfermedad y la muerte

que han originado históricamente las sequías. Sin embargo, su impacto ambiental, incluida la salinización del terreno y de las aguas subterráneas, el aumento de la contaminación de los ecosistemas de agua dulce y la extinción regional de especies animales siguen pesando sobre las comunidades afectadas mucho después de que por fin lleguen las ansiadas lluvias. Salvo que se adopten medidas protectoras durante los períodos de sequía, la transformación de los campos en zonas de pasto y cultivo llevarán a la degradación de los recursos terrestres e hídricos, lo que podría culminar en último término en la desertificación del territorio, especialmente de las regiones menos desarrolladas.

Los factores humanos que influyen en la sequía incluyen el aumento de la demanda de agua debido al crecimiento demográfico y a las prácticas agrícolas y la modificación del uso del suelo, que influye directamente en las condiciones de almacenamiento y en la respuesta hidrológica de una cuenca y, por tanto, en su vulnerabilidad a la sequía. A la vez que aumenta la presión sobre los recursos hídricos, aumenta la vulnerabilidad a la sequía de origen meteorológico.

#### **Monzones**

El término monzón se refiere a un viento que se repite con la estación. La mayor intensidad de los vientos y de las lluvias monzónicas en verano es una característica de muchos territorios tropicales como el Asia Oriental, Australia, América y el África Occidental. Por ejemplo, la principal fuerza causante del monzón indio es el calentamiento de la masa terrestre asiática al acercarse el verano, especialmente el calentamiento de las montañas del Himalaya y de la meseta tibetana. El efecto consiste en que grandes cantidades de humedad se ven empujadas hacia el norte del Océano Índico tropical. Cualquier año, el movimiento del aire húmedo a través del subcontinente indio se produce a trompicones. Unas condiciones similares son también las responsables de los monzones de otros lugares del planeta. A períodos de lluvias torrenciales les siguen días soleados. Y lo que es más



importante, de un año a otro el comienzo y el final de las lluvias monzónicas varía considerablemente. El retraso en la llegada, la pronta terminación o las prolongadas interrupciones de las lluvias afectan al período vegetativo de los cultivos.

Aún no se conocen bien las causas de la variabilidad de la circulación de los monzones tropicales de un año a otro, pero los efectos pueden ser devastadores. Los años con fuertes lluvias monzónicas traen consigo inundaciones, mientras que un monzón breve o débil hará que escasee el agua y puede estropear las cosechas. El fenómeno El Niño/Oscilación Austral (ENOA), provocado por el cambio en los patrones de las temperaturas de la superficie del Océano Pacífico ecuatorial, y la Oscilación Cuasibienal (OCB) de vientos en la alta atmósfera ecuatorial son factores que contribuyen también, según se ha detectado, a que las lluvias tropicales varíen de año en año. Por último, otro aspecto que tiene influencia en el caso del monzón asiático es la profundidad y la extensión del manto de nieve que cubre la meseta tibetana.

La seguía puede ser devastadora cuando se acaba el suministro de agua, las cosechas no pueden crecer, los animales mueren y la malnutrición y el mal estado de salud se apoderan de la población; además, su impacto ambiental sigue pesando sobre las comunidades afectadas mucho tiempo después de la llegada de las reparadoras lluvias. (FAO)



Las fuertes lluvias veraniegas son la base de la agricultura en muchas zonas tropicales; sin embargo, un exceso de precipitación o una deficiencia grave pueden arruinar las cosechas (FAO/I. Vélez)

#### Olas de calor

En muchos lugares del mundo se experimentan altas temperaturas, pero las olas de calor son por lo general más mortíferas en las regiones de latitudes medias, donde se producen temperaturas y niveles de humedad extremos durante unos cuantos días en los meses de más calor. La masa de aire opresiva que se asienta en la zona, especialmente en los entornos urbanos, puede producir la muerte por una amplia variedad de condiciones y situaciones que ponen en peligro la salud.

En agosto de 1998, una fuerte ola de calor sacudió Shanghai y el promedio de fallecimientos diarios aumentó en más de un 300 %. Los investigadores médicos concluyeron que la ola de calor había producido ese año en Shanghai más pérdidas de vidas que cualquier otro desastre natural concreto. Las causas directas de defunción que se asocian con las olas de calor son las enfermedades circulatorias y respiratorias, la neoplasia, los trastornos mentales y las enfermedades endocrinas. Los desórdenes públicos, los accidentes y los envenenamientos son otros resultados relacionados con las altas temperaturas. Una ola de calor que sacudió la ciudad de Nueva York en 1996 se acompañó de un impresionante aumento del 139 % en el número de homicidios cometidos.

#### Frentes fríos

Se estima que el número de defunciones durante los inviernos de entre 1997 y 2000 superaron en 165.000 los producidos en los veranos de ese mismo período. De ellos, el 90 % correspondían a personas de más de 60 años. La mayoría de esas muertes no se produjeron por hipotermia, sino por enfermedades circulatorias que se agravan con el frío (y que pueden llevar a accidentes cerebrovasculares y ataques al corazón) y enfermedades respiratorias tales como la bronquitis y la neumonía. En Mongolia, en enero de 2001, ventiscas de más de 100 km/h hicieron que murieran congelados 12 pastores, contribuyeron a la muerte de 467.000 animales y empujaron a otros 33.000 hacia las estepas.

#### **Oscilaciones**

Los análisis estadísticos de los patrones de presión, temperatura y precipitación han detectado varios patrones recurrentes, llamados oscilaciones, en grandes zonas del planeta. Además del famoso fenómeno ENOA de la región de Asia y el Pacífico, que actúa en escalas temporales aproximadamente interanuales, existen oscilaciones de mayor duración en el Atlántico Norte y el Pacífico septentrional.

Las fluctuaciones anuales del clima más fuertes se relacionan con el fenómeno ENOA. El origen de un episodio ENOA se encuentra en el Océano Pacífico ecuatorial, pero afecta a las condiciones climáticas de muchos lugares del mundo, causando fuertes lluvias e inundaciones en algunos y sequía en otros. A través de su Programa sobre los Océanos Tropicales y la Atmósfera Mundial (TOGA) y ahora del estudio de la

## El Niño/Oscilación Austral (ENOA)

El Niño es el término que se emplea hoy en día para un calentamiento extensivo de las capas superficiales del este del Océano Pacífico ecuatorial que dura tres o más estaciones. Cuando esa región oceánica experimenta temperaturas inferiores a las normales, el fenómeno se denomina La Niña. Ambos fenómenos. en los que se produce un intercambio de energía aire-mar, provocan cambios en los patrones de la presión atmosférica en toda la región de Asia y el Pacífico que se conocen como la Oscilación Austral. Puesto que esa oscilación y el fenómeno de El Niño van tan emparejadas, se las conoce conjuntamente con el nombre de El Niño/Oscilación Austral (ENOA). Mediante "teleconexiones", la mayor convección sobre el este del Océano Pacífico ecuatorial produce grandes ondas en la alta atmósfera que se extienden a las latitudes medias y

alteran los vientos, incluidas las corrientes en chorro, y modifican además la trayectoria de las tormentas, alterando los patrones meteorológicos aún más lejos, en las latitudes medias y altas.

El sistema oscila entre condiciones cálidas (El Niño) y frías (La Niña) con una periodicidad que varía considerablemente, pero que puede estar entre los 2 y los 7 años.

A medida que la distribución de la presión en el Pacífico ecuatorial y el movimiento asociado del nivel del mar y de las temperaturas de la superficie marina oscilan adelante y atrás, los patrones meteorológicos mundiales sufren grandes cambios. Un fenómeno ENOA es la principal razón de las sequías estacionales o de períodos de lluvias inusualmente intensas que se producen de tiempo en tiempo en muchos lugares del planeta.



Durante un episodio de El Niño, los países que lindan con el oeste del Océano Pacífico experimentan a menudo situaciones de sequía e incendios incontrolados (como el que se muestra aquí de Indonesia) que se extienden por los bosques ecuatoriales secos. (FAO/P. Johnson)

variabilidad y predecibilidad del clima (CLIVAR), el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC) ha desempeñado un papel protagonista en la comprensión de esta relación y en el desarrollo de medios de predecir un episodio ENOA.

La Oscilación del Atlántico Norte se produce en función de los vientos superficiales del oeste que cruzan el Atlántico. Los valores de viento positivos de la Oscilación del Atlántico Norte (con vientos del oeste más fuertes de lo normal) se asocian con inviernos fríos al este de Estados Unidos y Canadá y templados en Europa, así como con condiciones de humedad desde Islandia hasta Escandinavia e inviernos más secos al sur de Europa. Un índice negativo indica vientos débiles del oeste, un patrón de movimiento

más serpenteante e inviernos fríos en Europa. Durante los últimos 20 años aproximadamente, el patrón de circulación atmosférica en invierno sobre el Atlántico Norte ha cambiado. Una abrupta inversión del índice establecido alrededor de 1980 y de la Oscilación del Atlántico Norte ha tendido a permanecer en una fase altamente positiva.

En el Pacífico septentrional, una forma eficaz de medir la variabilidad del clima se basa en la intensidad del sistema de baja presión semipermanente cerca de las Islas Aleutianas (la depresión de las Aleutianas). Esta depresión se hizo más profunda de lo normal a partir de 1976 más o menos, especialmente durante el período invernal (de noviembre a marzo) y los vientos del oeste que han soplado sobre la región central



La capa de ozono ofrece protección frente a las peligrosas radiaciones ultravioletas y su destrucción aumenta los riesgos para los seres humanos y otras especies (S. Béliveau/OMM)

El aumento del nivel del mar previsto por el IPCC incrementaría los efectos de los desastres naturales y sería catastrófico para las comunidades que viven en zonas costeras bajas y Pequeños Estados Insulares (S. Béliveau/OMM)

del Pacífico septentrional han sido más fuertes de lo que eran anteriormente.

#### Ozono atmosférico

El ozono se produce de forma natural cerca de la superficie de la Tierra en pequeñas concentraciones. Es también un derivado de numerosos procesos industriales y se forma en la niebla fotoquímica. Una propiedad característica del ozono es que acelera la corrosión y el temprano deterioro de muchas sustancias y causa daño a la salud. Las condiciones meteorológicas que promueven la formación de la niebla fotoquímica son un grave peligro.

No obstante, las máximas concentraciones de ozono de origen natural se producen en la estratosfera. A esa altura, el ozono proporciona protección contra la radiación ultravioleta B (UV-B), que causa daños a los tejidos epidérmicos y tiene otros efectos nocivos para la salud. Cualquier merma de la capa de ozono incrementa la exposición a la peligrosa radiación UV-B. Los clorofluorocarbonos (CFC), compuestos químicos que al principio se consideraban inertes y que se han empleado, por tanto, ampliamente en la industria, fueron identificados en 1974 como fuente de cloro estratosférico, particularmente activo en la destrucción del ozono. La formación de un "agujero de ozono" (concentraciones inusualmente bajas de ozono estratosférico) durante la primavera antártica, causada por el aumento de los CFC y otras sustancias destructoras del ozono, se detectó por vez primera a principios del decenio de 1980.

El Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono de 1985, y el posterior Protocolo de Montreal de 1987 con sus modificaciones, pretenden disminuir paulatinamente toda la producción y el consumo de CFC, reduciendo así el peligro de la radiación UV-B.

### El cambio climático

Es necesario conocer el clima y sus extremos para desarrollar sistemas económicos y sociales que permitan un futuro sostenible. Sin embargo, la actividad humana afecta al sistema climático y produce cambios en los patrones y en las características de las condiciones meteorológicas locales, regionales y mundiales. A escala local y regional:

- los modernos materiales de construcción cambian las propiedades térmicas de la superficie y la urbanización conduce a un calentamiento local;
- el desmonte reduce generalmente la evapotranspiración superficial e incrementa la proporción de luz



solar reflejada nuevamente en el espacio; el desmonte incrementa además la tasa de escorrentía local procedente de las lluvias, lo que desemboca en un clima más seco y cálido.

En una escala más amplia, los llamados "gases de efecto invernadero", incluidos el dióxido de carbono, el metano, los óxidos de nitrógeno y el ozono, que se encuentran en la atmósfera, retienen el calor y hacen que la temperatura de la Tierra sea superior a la que habría en otras condiciones. Todos ellos se producen de forma natural, pero su concentración en la atmósfera ha resultado considerablemente alterada debido a la actividad del hombre. Los procesos industriales crean también otros gases de efecto invernadero que no estaban antes presentes en la atmósfera y sus concentraciones aumentan igualmente. La emisión anual de dióxido de carbono en el mundo, procedente de la quema de combustible fósil y otros procesos industriales han provocado, según los cálculos, un incremento que va desde alrededor de 0,1 gigatoneladas de carbono (GtC) en 1860 hasta casi 10 GtC al finalizar el siglo XX. Durante el mismo período, la concentración atmosférica del dióxido de carbono ha aumentado desde alrededor de 280 partes por millón en volumen (ppmv) hasta alrededor de 369 ppmv y la temperatura de la Tierra ha subido en aproximadamente 0,6 °C.

La evaluación más reciente del IPCC estima que la temperatura superficial media de la Tierra subirá entre 1,4 y 5,8 °C entre 1990 y 2100 como resultado de la



actividad humana. En ese mismo período, se prevé un incremento asociado del nivel medio del mar en el mundo de entre 9 y 88 cm.

La Convención Marco sobre el Cambio Climático, de las Naciones Unidas, de 1992, con inclusión de su Protocolo de Kioto, pretende estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera (provocadas por el hombre) en un nivel que no ponga en peligro el sistema climático.

La actividad humana afecta al clima a través, por ejemplo, de la urbanización que modifica los procesos de la superficie terrestre, y de la industria y el transporte que emiten gases y aerosoles a la atmósfera y cambian las propiedades de la radiación (www.freeimages.co.uk)

## REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Para hacer frente a los peligros meteorológicos e hidrológicos hace falta información recopilada durante muchos años y en diferentes países y continentes.

La vulnerabilidad de una comunidad a los peligros meteorológicos e hidrológicos se reduce gracias a la evaluación del riesgo local de peligros potenciales, la planificación y la aplicación de estrategias apropiadas de respuesta comunitaria en caso de producirse un desastre, y el desarrollo de la mejor capacidad posible de alerta temprana. Una larga historia de observaciones locales resulta esencial para determinar la frecuencia y la intensidad de sucesos potencialmente peligrosos (es decir, el riesgo climático) y para desarrollar estrategias efectivas de mitigación. La observación exhaustiva del sistema climático mundial es la base para vigilar, predecir y alertar a tiempo. Claramente, un programa local de observación meteorológica e hidrológica y la gestión de un archivo de datos climáticos son aspectos esenciales para la

evaluación del riesgo y la elaboración de planes de mitigación de desastres.

La Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM), creada por la OMM en 1963, es un programa global de observaciones, y el intercambio de esos datos junto con las predicciones y los avisos derivados de ellas. La OMM lo organiza y coordina con miras a garantizar que todos los países tengan acceso a los datos y a la información necesarios para suministrar diariamente servicios de predicción meteorológica y alerta que velen prioritariamente por la seguridad de las personas y de sus bienes. La infraestructura básica establecida a través de la VMM suministra datos y productos esenciales para predecir condiciones meteorológicas extremas, alertar a tiempo y seguir la evolución del sistema climático.





## Evaluación de riesgos

Los datos conservados en archivos nacionales sobre el clima constituyen la base para definir el clima local, incluyendo la frecuencia y la intensidad de los episodios de peligro, y para evaluar la vulnerabilidad.

Los archivos locales sobre el clima, creados gracias a observaciones sistemáticas realizadas durante un largo período, contienen los datos esenciales para estimar la frecuencia y la intensidad de los episodios meteorológicos y climáticos locales que pueden poner en peligro la vida de las personas y destruir sus propiedades. Utilizados junto con otros datos socioeconómicos y ambientales, es mucho lo que pueden enseñar sobre la sensibilidad de los sistemas sociales a los extremos meteorológicos y climáticos. (Véase el recuadro en la página siguiente).

## Vigilancia de sucesos peligrosos

El Sistema Mundial de Observación (SMO) coordina millones de observaciones procedentes de diversos instrumentos situados en la tierra, el agua, el aire o el espacio, que miden las características de la atmósfera y los océanos y supervisan los patrones meteorológicos y climáticos. La obtención y el análisis puntual de esos datos proporcionan los primeros indicios de la formación de fenómenos meteorológicos y climáticos que pueden resultar peligrosos para la vida y la propiedad. Otros sistemas de vigilancia más localizados, entre los que se incluyen los situados en los tramos "aguas arriba" de los ríos, ofrecen información que permite la predicción de inundaciones "aguas abajo".

#### Estado de la atmósfera

La espina dorsal de la vigilancia atmosférica sigue siendo el conjunto de alrededor de 10.000 estaciones terrestres desde las que se realizan observaciones de la superficie de la Tierra o de la zona más próxima a intervalos de tres horas. En años recientes se ha producido un intento de reemplazar los instrumentos



manuales de observación por sistemas automatizados, lo que ha implicado un cambio radical al uso de sensores instrumentales. Una de las ventajas de las estaciones automáticas es que permiten realizar observaciones con mayor frecuencia, especialmente durante la noche y en los períodos habituales de vacaciones, y que los sistemas pueden efectuar mediciones en lugares remotos sin que nadie les dedique una atención permanente. Con ello, la frecuencia y la cobertura geográfica de las observaciones aumenta significativamente. Es importante, sin embargo, La instalación de sistemas AMDAR en aviones comerciales proporciona datos sobre temperatura del aire, presión, viento y turbulencias durante el ascenso y el descenso, así como durante el vuelo en línea recta en rutas regionales e intercontinentales (Boeing/SAS)



La observación del clima en la superficie, realizada en condiciones similares durante más de un siglo, ayuda a evaluar el clima local y a determinar la magnitud del cambio climático mundial (Servicio Meteorológico de Canadá)

que se mantengan las normas básicas de los métodos tradicionales mediante procedimientos precisos de calibración y un espectro más diverso de sensores.

Durante más de medio siglo, globos de hidrógeno y helio han realizado radiosondas a alturas de entre 20 y 40 km para medir la temperatura, la humedad y la presión. Esos datos siguen siendo esenciales para

analizar la circulación de la atmósfera y realizar evaluaciones más detalladas, como pueden ser las de las características de determinadas tormentas, así como para detectar el desarrollo de condiciones propicias para tormentas de gran intensidad. Hoy en día, existe una red mundial de alrededor de 1.000 estaciones que ofrecen sondeos de la atmósfera al menos diariamente mediante radiosondas.

#### Archivos nacionales de datos climáticos

Las observaciones básicas del clima siguen registrándose en las formas tradicionales, pero la mayoría de los países introducen actualmente las observaciones en archivos nacionales informatizados y preparan sinopsis y estadísticas normalizadas como parte de su servicio de información climática. Las ventajas de un archivo informatizado de los datos climáticos son el fácil acceso a los datos y la posibilidad de realizar con rapidez análisis complejos de riesgos y de actualizar los análisis previos utilizando datos más recientes.

La OMM ha coordinado un proyecto de transferencia de tecnología de gran éxito para llevar computadoras y software de gestión de datos (el llamado CLICOM) a los países en desarrollo. Más de 130 países en desarrollo utilizan equipos CLICOM para gestionar sus archivos nacionales sobre el clima. Hoy en día, son muchos los que se benefician de programas de gestión de bases de datos más modernos que permiten gestionar mejor los datos climáticos y desarrollar aplicaciones más potentes, entre las que se incluyen aquéllas relativas a la mitigación de desastres. Además, se están formulando planes para ayudar a los países

en desarrollo a migrar esos datos a los nuevos sistemas de gestión de bases de datos sobre el clima

Aunque los datos actuales se gestionan hoy principalmente mediante computadoras, existen ingentes cantidades de datos históricos que se han reunido y almacenado en años anteriores y que se conservan aún de forma manuscrita. Esos datos son prácticamente indisponibles y los soportes manuscritos se están deteriorando, con el riesgo consiguiente de su pérdida definitiva. Dentro del proyecto de rescate de datos (DARE) apoyado por la OMM, muchos registros antiguos de países en desarrollo se están transfiriendo a microfichas. Además, hay numerosos registros de períodos anteriores a la formación de los SMHN que se conservan en archivos públicos o de otro tipo y el proyecto conjunto OMM/UNESCO de encuesta en archivos sobre la historia del clima (ARCHISS) intenta localizarlos y catalogarlos. El reto estriba en procesar esos registros antiguos en los archivos nacionales informatizados, con lo que se ampliarían extraordinariamente la base de conocimientos esencial para comprender y reducir los peligros meteorológicos y climáticos a escala local y regional.



Los archivos climáticos nacionales contienen los datos esenciales para planificar ciudades seguras y controlables y para conocer los peligros locales del clima, como fundamento para el desarrollo de una respuesta de emergencia eficaz (L. Le Blanc)

## Intercambio internacional de datos y productos

Las primeras comparaciones del clima en diferentes lugares del mundo se han basado en el intercambio voluntario de datos entre países. Las series de datos mundiales y regionales han resultado ser crucialmente importantes para la investigación del sistema, los procesos, la variabilidad y el cambio del clima.

El intercambio internacional de datos y la producción de series de datos regionales y mundiales y de atlas climáticos siguen siendo fundamentales para la aplicación de la información sobre el clima en aplicaciones socioeconómicas y ambientales conexas, en la alerta temprana y en la evaluación de riesgos.

La OMM (y su predecesora, la Organización Meteorológica Internacional (OMI), creada como organización no gubernamental en 1873, ha coordinado la obtención y publicación, por parte del World Data Center for Meteorology de Asheville (EE.UU.)

de series de datos sobre el clima. Las primeras normales climatológicas estándar de estadísticas climatológicas básicas cubren el período 1901-1930. Posteriormente, se han elaborado otras normales climatológicas estándar para los períodos 1931-1960 y 1961-1990. Además, los Registros Meteorológicos Mundiales de medias y totales mensuales se han publicado por decenios desde el primer período del que se dispone de datos hasta 1920. Esos datos pueden consultarse actualmente también en formato electrónico. Las normales climatológicas estándar y los Registros Meteorológicos Mundiales, especialmente cuando se utilizan en estudios multidisciplinarios, proporcionan datos esenciales para la evaluación del riesgo de que se materialicen los peligros meteorológicos y climáticos en diferentes lugares del planeta.

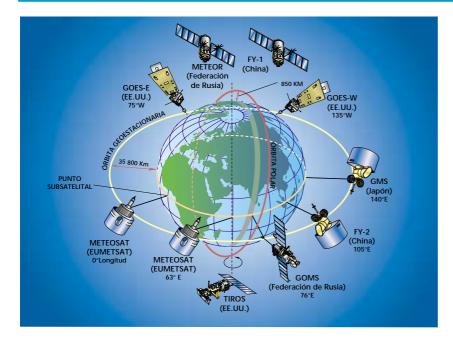
En decenios recientes, se han desarrollado equipos instrumentales que ofrecen observaciones frecuentes desde aviones comerciales en vuelo. Los sensores miden la temperatura, la presión y las turbulencias exteriores, mientras que desde el sistema de navegación inercial de la aeronave se calculan la posición, la altura y la velocidad del viento. También se han producido avances gracias a la medición de la humedad mediante sistemas AMDAR mejorados. Existen actualmente más de 300 sistemas de retransmisión de datos meteorológicos de aeronaves (AMDAR) instalados en aviones que realizan rutas regionales e intercontinentales. Los sistemas AMDAR proporcionan datos valiosos sobre numerosos océanos y otras zonas terrestres escasamente pobladas.

### Vigilancia de los océanos

También los barcos llevan instrumentos meteorológicos desarrollados para realizar mediciones de la superficie terrestres. Hoy en día, hay más de



Nuevos sistemas, como las boyas fondeadas TAO-TRITON del Océano Pacífico ecuatorial, están ampliando los conocimientos sobre el océano para mejorar las predicciones de episodios climáticos extremos como, por ejemplo, el ENOA (Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera, EE.UU.)



Los satélites de vigilancia meteorológica y ambiental del subsistema espacial del SMO ofrecen el "ojo en el cielo" que vigila los fenómenos meteorológicos y permite alertar prontamente de la formación de sistemas potencialmente peligrosos 5.500 buques de observación voluntaria, distribuidos entre las flotas comerciales internacionales, que realizan y transmiten observaciones meteorológicas con regularidad.

Para cubrir las lagunas de datos entre las principales rutas de navegación, el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC), patrocinado por la OMM, mediante su proyecto TOGA, ha desempeñado un papel protagonista en la introducción de observaciones de boyas a la deriva en los trópicos que flotan por la superficie del océano y realizan y transmiten con regularidad una serie de observaciones importantes para vigilar el tiempo y el clima. Especialmente relevantes son las mediciones de la temperatura del mar y del aire y de la presión de este último. En cualquier momento hay aproximadamente mil boyas a la deriva en los océanos del mundo que suministran estos datos con regularidad.

Los equipos instrumentales integrados por batitermógrafos no recuperables (XBT) arrojados desde barcos ofrecen mediciones de temperatura y salinidad a profundidad. Se han reclutado diversos buques de observación voluntaria que operan regularmente en rutas transoceánicas para desplegar XBT y esta red es una fuente primaria de información sobre las condiciones oceánicas subsuperficiales.

Las boyas fondeadas en el litoral y en las plataformas continentales miden las características del oleaje y del mar de fondo en alta mar para ayudar a la navegación marítima en las aproximaciones a puertos de aguas poco profundas y para emitir alertas tempranas con datos cuantitativos sobre condiciones de oleaje o mar de fondo peligrosas para la carga de minerales, petróleo o gas en mar abierto. Las boyas con instrumentos meteorológicos y oceanográficos fondeadas en el Océano Pacífico ecuatorial ofrecen información hasta profundidades de 500 m y en la superficie. Concebidas inicialmente para estudiar el fenómeno El Niño, en 1994 terminó el despliegue de una dotación de 70 boyas (llamadas actualmente TAO-TRITON), que fue crucial para la detección temprana y el seguimiento del devastador episodio de El Niño en 1997-1998. La serie está ampliándose al Océano Atlántico ecuatorial y hay planes de desplegar un grupo similar en el Océano Índico ecuatorial.

### Vigilancia satelital

Los predictores del tiempo estuvieron entre los primeros en utilizar los satélites con regularidad. Los satélites proporcionan imágenes de la Tierra y registran gráficamente la evolución de las nubes de todo el planeta.

En la actualidad, cuatro satélites de órbita casi polar y seis satélites geoestacionarios forman el segmento espacial de la VMM. El complejo conjunto de instrumentos que poseen los satélites permite la cobertura mundial de diversas mediciones, así como de los perfiles de temperatura y humedad de la atmósfera, la extensión de los hielos marinos y del manto de nieve, los datos sobre vientos atmosféricos derivados del movimiento de las nubes, la altura de las olas oceánicas y los vientos oceánicos asociados, los cambios en la topografía de la superficie del mar, y la estimación de la intensidad de la precipitación. Esos instrumentos han ampliado extraordinariamente el volumen y la cobertura de las observaciones, pero dependen crucialmente de las mediciones *in situ* para su calibración. Los satélites son una parte importante del Sistema Mundial de Observación y ofrecen además un abanico de variables ambientales relacionadas con el clima, como el ritmo de crecimiento de la vegetación terrestre y de la actividad biológica en las aguas superficiales de los océanos. Algunos datos específicos de los satélites de estudio del medio ambiente se emplean cada vez más para vigilar fenómenos meteorológicos adversos.

### Vigilancia por radar

Desde mediados del siglo XX, los radares se han convertido en la piedra angular de las observaciones de episodios de tiempo violento en tormentas de gran intensidad, incluidos los tornados. Los más avanzados radares Doppler analizan la señal para determinar la velocidad del movimiento de las partículas de las nubes que transporta la tormenta al desplazarse. Los radares pueden hoy dar una imagen muy detallada de la estructura tridimensional del sistema tormentoso. incluida la fuerza de su campo de viento, la presencia de hielo que puede representar una amenaza y la intensidad de la precipitación. Los radares son esenciales para vigilar y avisar tempranamente del desarrollo y del movimiento de las tormentas violentas, especialmente en el caso de tornados y vientos peligrosos cerca de los aeropuertos.

# Estaciones de aforo para predecir inundaciones

Son muchas las cuencas hidrográficas en las que se han desplegado sistemas de predicción de inundaciones para avisar a tiempo de posibles inundaciones a las comunidades que viven aguas abajo. Los sistemas consisten a menudo en una red de pluviómetros y estaciones de aforo distribuidos por una cuenca y conectados con una computadora central. Los análisis



Cuando los ríos aumentan su caudal durante episodios de precipitaciones intensas, las estaciones de aforo envían información a los centros de alerta de inundaciones para evaluar el peligro y posiblemente emitir los avisos necesarios (Archivo de la OMM)

del flujo de datos, especialmente de precipitaciones intensas, fusión nival y subida del nivel de agua se controlan en lugares clave. Para realizar evaluaciones cuantitativas de la acumulación de lluvias en las cuencas y de la posibilidad de inundaciones se emplean también radares, ayudados por una red de pluviómetros.

### Componentes de la atmósfera

La actividad humana afecta al clima de diversas formas, pero especialmente a través de la emisión de contaminantes y aerosoles. Para suministrar datos y otro tipo de información sobre la composición química y demás características físicas conexas de la atmósfera, así como de sus tendencias, se han creado 22 observatorios mundiales y más de 300 regionales. Los observatorios vigilan los gases de efecto invernadero, la concentración de ozono, los aerosoles (especialmente los relacionados con depósitos ácidos) y la radiación ultravioleta.

## Predicción meteorológica y climática

Los modelos informatizados que se emplean para la predicción numérica del tiempo calculan la formación, el crecimiento, el movimiento y la extinción de los grandes sistemas en los que se enmarcan diversos fenómenos meteorológicos, incluidos los episodios violentos. Los modelos son complejos e integran el movimiento de fluidos, la termodinámica y la radiación sobre un globo giratorio, lo que incluye la topografía, las diferencias terrestres y marítimas y el ciclo estacional. Además, se incluyen esquemas matemáticos para representar procesos de escala muy reducida tales como nubes o turbulencias.

Para iniciar una predicción meteorológica es necesario contar con datos exhaustivos y precisos de todo el mundo. Los errores en la representación inicial se traducirán en errores en la predicción. La precisión de los modelos ha mejorado a medida que se ha ido disponiendo de computadoras más potentes para procesar con rapidez los datos mundiales y ejecutar muchos más cálculos sobre representaciones del sistema atmosférico de mayor resolución. Esos modelos no sólo son mejores a corto plazo, sino que su validez se mantiene durante una semana o más. Los modelos de predicción numérica del tiempo están permitiendo que se alerte antes y con mayor precisión de los episodios meteorológicos extremos.

Los modelos climáticos se han desarrollado a partir de los modelos originales de predicción meteorológica. Además, tienen en cuenta la influencia de los océanos y las características cambiantes de la Tierra, entre las que se incluyen la humedad del suelo, los cambios estacionales en las características de la vegetación y el avance y el retroceso de los campos de nieve y de hielo. Debido a su adicional complejidad, los modelos climáticos han de llegar a un compromiso con una menor resolución espacial. Ya en la actualidad, los modelos climáticos mundiales utilizan las supercomputadoras más potentes que existen y, a medida que las computadoras se hagan más capaces, los procesos físicos y la resolución espacial mejorarán y lograrán modelos más precisos. Esas mejoras de los modelos climáticos son necesarias para ajustar los escenarios climáticos del futuro, especialmente los que guardan relación con el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero y el amenazador cambio climático.

El fenómeno ENOA ha demostrado claramente cómo los patrones cambiantes de la temperatura de la superficie marina (o el forzamiento oceánico) pueden afectar a los patrones meteorológicos estacionales de todo el planeta. Se han desarrollado modelos climáticos mundiales que reproducen el forzamiento oceánico de la circulación atmosférica y realizan predicciones estacionales en términos de probabilidad de sequía o de lluvias torrenciales en una región.

Aunque se encuentran aún en un estadio inicial de desarrollo, cabe esperar que esos modelos de predicción del clima mejoren con las técnicas estadísticas actuales y ofrezcan una alerta temprana de episodios climáticos significativos de interés, con lo que sería posible realizar un análisis de la vulnerabilidad, evaluar los riesgos, prevenir y prepararse velando por garantizar el bienestar de la comunidad.

Los modelos de predicción numérica del tiempo son sistemas informatizados que integran datos de todo el mundo, producen un cuadro de la evolución actual de la atmósfera y simulan cuál será la evolución en los siguientes días, previendo la posibilidad de que se formen sistemas meteorológicos extremos. (Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera, EE.UU.)

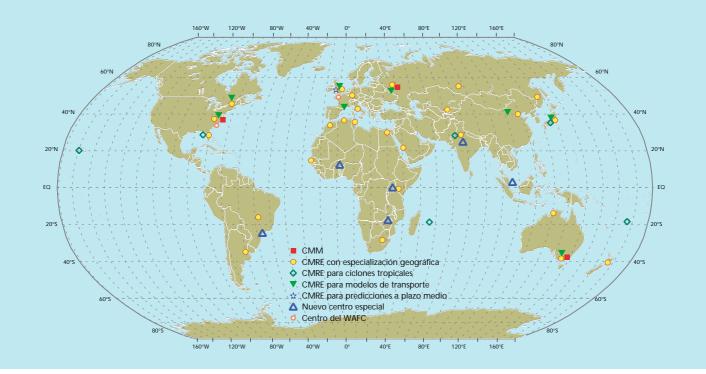


#### El Sistema Mundial de Proceso de Datos de la OMM

El Sistema Mundial de Proceso de Datos (SMPD) de la OMM, es una red cooperativa jerarquizada de centros que efectuan análisis y predicciones climáticos, para garantizar a todos los SMHN un acceso puntual a los datos y productos necesarios, que les permitan suministrar alertas tempranas ante potenciales fenómenos meteorológicos peligrosos. Es un sistema de tres niveles de centros operados por Miembros de la OMM integrado por:

- tres centros meteorológicos mundiales (CMM);
- treinta y nueve centros meteorológicos regionales especializados (CMRE); y
- los centros meteorológicos nacionales (CMN) de cada país.
   La OMM ha apoyado la creación de centros regionales de procesamiento de datos y predicción basados en la cooperación, como iniciativa para ayudar a los países en desarrollo a utilizar mejor

los productos regionales y mundiales. Gracias a diversas actividades de fortalecimiento de la capacidad se han logrado grandes avances. Los centros meteorológicos regionales especializados de Miami (EE.UU.), Nandi (Fiji), Reunión (Francia), Nueva Delhi (India), Tokio (Japón) y Honolulu (EE.UU.) asesoran respecto a los ciclones tropicales. El Centro Africano de Aplicaciones de la Meteorología al Desarrollo en Niamey (Níger), el Centro Meteorológico Especializado de la Asociación de Naciones del Asia Sudoriental en Singapur, el Instituto Nacional de Estudios Espaciales de Brasil y los centros de control de la sequía de Nairobi y Harare se encuentran en diversos grados de desarrollo y, al igual que otros CMRE, generan productos centrados en una región concreta, y relacionados con fenómenos diversos tales como la sequía, los incendios forestales o las predicciones estacionales.





La estación del monte Kenia es una de las 22 estaciones de la VAG de la OMM y vigila los cambios en la concentración de gases atmosféricos y aerosoles, un aspecto vital para anticipar los cambios que el hombre origina en el clima y su repercusión en la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos graves (Archivo de la OMM)

## Predicción y alerta temprana

Obtener y procesar observaciones y difundir pronósticos en el momento oportuno es esencial para que la alerta temprana de episodios meteorológicos e hidrológicos peligrosos sea efectiva. Hoy en día, cada vez son más los países que integran sus computadoras y sus telecomunicaciones en la infraestructura mundial para vigilar y alertar tempranamente de sucesos meteorológicos y climáticos que pudiesen poner en peligro la vida y las propiedades.

# Un diligente sistema mundial para el intercambio de datos y productos

El Sistema Mundial de Telecomunicaciones (SMT) de la OMM es el diligente y veloz intermediario, esencial para recopilar observaciones de todo el planeta y ofrecer un cuadro completo del patrón de los sistemas meteorológicos. Se trata de una red integrada que comprende nexos de telecomunicación terrestre y por satélite y permite el intercambio puntual y fiable de datos procedentes de observaciones entre los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) y la distribución de la información procesada (es decir, análisis meteorológicos, predicciones y alertas). El SMT vela por que todos los países tengan acceso a los datos, productos e información, tanto de ámbito regional como mundial, necesarios para su funcionamiento y para su labor investigadora, así como para la mitigación de desastres. Cabe destacar los esfuerzos realizados para reforzar el SMT allí donde muestra puntos débiles o deficiencias, especialmente en las regiones en desarrollo y otras zonas con una infraestructura de comunicaciones limitada.

# Sistema integrado para el análisis de datos

No es factible ni práctico que todos los países adquieran supercomputadoras y formen a especialistas en las complejas técnicas actualmente necesarias para llevar a cabo predicciones numéricas del tiempo en el mundo y modelos climáticos esenciales para la alerta temprana a diversas escalas temporales y espaciales. Los grandes centros meteorológicos de procesamiento comparten la responsabilidad mundial coordinada para el suministro de productos de predicción a diferentes zonas geográficas y distintos propósitos específicos (véase el recuadro).

# Investigación sobre el tiempo y el clima

La cooperación internacional en materia de investigación ha sido esencial para expandir los horizontes de la ciencia del clima.

Los avances en el conocimiento del sistema climático han sido posibles gracias a una investigación esforzada basada en programas de observaciones sistemáticas y en su recopilación y análisis. Los primeros estudios versaban sobre fenómenos locales, pero el alcance se amplió cuando se pudo disponer por vez

#### Futuros sistemas de observación

El valor de las observaciones de base espacial, para la vigilancia del tiempo y el clima, fue establecido durante el Experimento Meteorológico Mundial de 1979. El sistema operativo es hoy parte integrante de la VMM y apoya la investigación del tiempo y el clima, así como las necesidades operativas de la Predicción Numérica del Tiempo (PNT), incluida la alerta temprana ante sucesos meteorológicos extremos.

El Sistema Mundial de Observación (SMO) está siendo modernizado para responder a las necesidades

del siglo XXI. El papel de los satélites seguira creciendo, a través de un mayor uso de los sondeos atmosféricos y de la imaginización de todo el globo terráqueo. Los satélites de órbita polar así como los geoestacionarios suministrarán productos de base espacial, para el usuario, y también servicios de recolección y transmisión de datos más confiables, para proceder a alertas tempranas ante fenómenos meteorológicos extremos. Recientemente se decidió añadir satélites de Investigación y Desarrollo (I+D) a los dispositivos de base espacial del SMO.

primera de datos regionales y luego mundiales gracias a la cooperación internacional. El intercambio internacional de datos, y los programas de cooperación en materia de investigación, garantizan que los avances en los conocimientos meteorológicos e hidrológicos y sus aplicaciones, especialmente para la evaluación del riesgo y de la vulnerabilidad a episodios peligrosos, estén al alcance de todos los países.

# Los avances en la investigación atmosférica y ambiental

Los adelantos de las ciencias atmosféricas ayudan a los SMHN a ofrecer mejores servicios meteorológicos, hidrológicos y ambientales.

El Programa Mundial de Investigación Meteorológica de la OMM tiene su origen en la convicción de que es posible mejorar sustancialmente las predicciones meteorológicas y que ello puede reportar grandes beneficios a la economía y a la sociedad, especialmente gracias a la alerta temprana de episodios meteorológicos e hidrológicos potencialmente peligrosos. El programa integra los avances recientes en la comprensión científica de los procesos físicos que intervienen con los avances tecnológicos paralelos, tales como los producidos en informática, comunicación y

tecnologías de la observación, para desarrollar nuevas capacidades de predicción dentro de los SMHN.

Se insiste notablemente, por ejemplo, en comprender y predecir la naturaleza y el movimiento de los ciclones tropicales, pero los estudios de la circulación de los monzones y su variabilidad y la predicción a escala regional y estacional, especialmente cuando influyen en la sequía tropical, también deben destacarse. Una mejor comprensión del comportamiento de los sistemas meteorológicos tropicales y unos avances mayores en la predicción de ciclones tropicales permitirán que se alerte antes y con mayor precisión y que se logre así reducir el número de víctimas y los trastornos sociales que provocan los episodios meteorológicos y climáticos tropicales de gran intensidad.

El Programa de Investigación sobre Meteorología Tropical pretende promover y coordinar las actividades internacionales de investigación de los SMHN en el área de alta prioridad de la meteorología tropical.

La Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) de la OMM, establecida en 1989, consta de programas de observación especiales y posee un fuerte componente de investigación en el campo del entorno atmosférico. El principal objetivo de las investigaciones es conocer mejor la atmósfera y sus interacciones con los océanos y la biosfera.

#### Observación del clima mundial

El Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC) ha de ser capaz de proporcionar las exhaustivas observaciones que se necesitan para cualquier actividad relacionada con el clima

El SMOC aprovecha el sistema de observación de la VMM para la atmósfera, pero extiende su cobertura incluyendo observaciones del océano y de la superficie terrestre. Aborda el conjunto del sistema climático, incluidas sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

En general, las redes de observación de los océanos no están tan desarrolladas como las redes atmosféricas y existen grandes e importantes lagunas en su cobertura, especialmente en el hemisferio Sur. Los recientes adelantos tecnológicos han permitido avanzar significativamente en la capacidad de observación del océano *in situ*. El Programa Argo introducirá un conjunto mundial de alrededor de 3.000 boyas oceánicas sofisticadas para tomar muestras a gran escala de la temperatura y de la salinidad del océano desde la superficie hasta una profundidad de 2.000 m.

La comprensión de la dinámica de los océanos y la capacidad de predecir variaciones oceánicas y climáticas y de vigilar el cambio del clima ha mejorado considerablemente por la disponibilidad de mediciones precisas de los cambios en la topografía de la superficie oceánica realizadas desde el espacio. Esa información es esencial para predecir el clima futuro del planeta y los episodios extremos.

El clima del pasado está
reconstruyéndose
utilizando testigos de
hielo polares, perforando
el lecho del océano y
analizando los patrones
de crecimiento de los
árboles y los corales
(Administración
Nacional del Océano y
de la Atmósfera,
EE.UU.)



## Investigación del clima

¿En qué medida puede predecirse el clima, y hasta dónde llega la influencia humana sobre el mismo?

Una motivación importante de la investigación internacional del clima ha consistido en comprender y predecir la variabilidad del clima de un año a otro. Los efectos mundiales de los extremos climáticos durante el episodio de El Niño de 1982-83 en el Océano Pacífico tropical dio impulso a la investigación sobre el clima.

Los estudios actuales se dirigen específicamente a proporcionar respuestas cuantitativas y con fundamento científico a las preguntas que se plantean sobre el clima y sobre su espectro de variabilidad natural. Los objetivos consisten en sentar las bases para la predicción de las variaciones climáticas mundiales y regionales y de los cambios en la frecuencia y la intensidad de esos episodios extremos.

Dentro del contexto del Programa Mundial de Investigación del Clima (PMIC), patrocinado por la OMM, se han formulado diversas estrategias científicas multidisciplinarias de ámbito mundial y ampliamente consensuadas que extienden al máximo las fronteras de la investigación de todos los aspectos físicos del clima y del cambio climático.

El desarrollo de modelos climáticos mundiales es un componente unificador importante del PMIC que aprovecha los avances científicos y técnicos producidos en estudios más orientados a disciplinas específicas. Esos modelos constituyen las herramientas fundamentales para comprender y predecir las variaciones naturales del clima y ofrecer estimaciones fiables del cambio climático antropógeno y de la mitigación de desastres basándose en previsiones del estado futuro de la atmósfera.



El Programa Mundial de Investigación del Clima cuenta con estudios sobre los procesos que vinculan el aire, la tierra, el mar y el hielo para estudiar el sistema climático y su variabilidad. Esos estudios dependen de datos obtenidos por observación mediante métodos tales como el lanzamiento de radiosondas que forma parte del Programa Aerológico Automatizado a bordo de Buques (ASAP) (Archivo de la OMM)

## COORDINACIÓN PARA UN MUNDO MÁS SEGURO

La gestión del riesgo meteorológico y climático es pluridimensional e implica una estrecha coordinación entre organizaciones internacionales y organismos gubernamentales.

#### Coordinación internacional

A escala mundial y regional, la OMM, a través de sus redes de SMHN, centros meteorológicos mundiales y centros meteorológicos regionales especializados, vela por la coordinación efectiva en la realización de observaciones meteorológicas, hidrológicas y geofísicas, el procesamiento y el rápido intercambio de esos datos y productos para diversas actividades socioeconómicas y, en particular, la alerta temprana, la preparación para desastres y la prevención.

La OMM participa también, junto con otras organizaciones del sistema de Naciones Unidas, así como con organizaciones regionales e internacionales tales como las descritas en párrafos anteriores, en el desarrollo y la aplicación de estrategias de mitigación de desastres. En particular, la OMM participó

activamente en la aplicación de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD). Esa iniciativa parte del éxito del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN). La OMM se ha asociado también con otras organizaciones del sistema de Naciones Unidas en sectores específicos tales como la salud, la agricultura y la silvicultura, la gestión de los recursos hídricos y el turismo. Las organizaciones cooperan mediante el desarrollo de enfoques multidisciplinarios para integrar el conocimiento científico de los procesos físicos, químicos y biológicos del sistema Tierra en las evaluaciones de impacto y para elaborar estrategias de preparación y respuesta frente a diversos fenómenos meteorológicos e hidrológicos extremos. Las evaluaciones del Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC), constituido por la OMM y el PNUMA en 1988, han catalizado y estimulado estudios multidisciplinarios que han detectado los posibles efectos de los extremos climáticos en los diversos sectores. Todo ello contribuye a la evaluación de la vulnerabilidad y a la mitigación de desastres a escalas temporales y espaciales diferentes.

#### Coordinación nacional

La reducción de la vulnerabilidad requiere que se evalúen los riesgos, que se formulen estrategias de mitigación y que se coordinen planes de intervención de emergencia.

# El papel de los SMHN en la evaluación de riesgos

Los SMHN, como proveedores de servicios meteorológicos e hidrológicos operacionales, desempeñan una función importante a nivel nacional en la evaluación de riesgos y en la reducción de la vulnerabilidad.

El refuerzo de las playas en la isla de Bandos (atolón de Ari del Sur de las Maldivas) debido al aumento del nivel del mar y los potenciales episodios meteorológicos y climáticos extremos; la información meteorológica y climática mundial y la emisión de alertas tempranas son factores cruciales para la reducción eficaz de la vulnerabilidad a esos peligros (Marcel & Eva Malherbe)

Un enfoque coordinado que involucre a los SMHN y a otros organismos adecuados garantizará que:

- la obtención de información meteorológica y de campos afines y su gestión permanente resulten apropiadas para apoyar estudios sobre la sensibilidad y la vulnerabilidad de las comunidades;
- se realicen estudios multidisciplinarios que determinen el riesgo y la vulnerabilidad nacional a nivel comunitario;
- se formulen políticas nacionales de planificación y estrategias de respuesta adecuadas que den la debida importancia a la reducción de la vulnerabilidad;
- la información meteorológica y de campos afines y los servicios de alerta temprana necesarios para apoyar los planes nacionales sean puntuales y estén a disposición de esos organismos para que puedan adoptar decisiones.

Una estrategia para reducir la vulnerabilidad, coordinada a nivel nacional, garantiza que ciencia y tecnología se integren en los procesos de planificación y adopción de decisiones a todos los niveles y en todos los sectores. El apoyo de los gobiernos es esencial para cerciorarse de que existen infraestructuras científicas y tecnológicas que permiten la prestación de esos servicios.

### Servicios de alerta temprana

Los SMHN apoyan la reducción de desastres mediante la alerta temprana de episodios meteorológicos e hidrológicos extremos e informando continuamente sobre el alcance y la gravedad de las anomalías climáticas.

Esos servicios que reducen la vulnerabilidad se sustentan gracias a una infraestructura científica y tecnológica nacional apropiada. La infraestructura es la base de la observación sistemática del clima local, de mantener archivos nacionales sobre el clima, de vigilar las anomalías principales del clima local, y de alertar a tiempo de los fenómenos meteorológicos y climáticos y especialmente de aquellos episodios extremos que pueden constituir una amenaza para la vida y para la propiedad.

## Los SMHN ayudan a reducir la vulnerabilidad

Los servicios de información meteorológica e hidrológica constituyen la base de la evaluación de riesgos, de las estrategias de mitigación y de la alerta temprana. Por esa razón, es importante que existan estrechas conexiones entre los SMHN y los organismos gubernamentales con responsabilidades especiales en la planificación de infraestructuras, la mitigación de desastres y la intervención de emergencia. La cooperación entre organismos y la coordinación garantizarán que se haga todo lo posible en materia de planificación y alerta temprana, que se determinen las necesidades de información y de servicios, y que el formato, el contenido y la puntualidad de la información de los servicios de alerta a las autoridades sean lo mejores que puedan ser.

### Acceso a datos y productos internacionales

Los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales son los centros de coordinación para la cooperación y la coordinación intergubernamental en materia de meteorología e hidrología en toda la OMM.

La infraestructura mundial para operaciones meteorológicas y de ciencias afines recibe el apoyo de los 185 Estados y Territorios Miembros de la OMM. Además de sus propios sistemas de observación y procesamiento de datos nacionales, todos los países tienen acceso a los datos y productos de predicción generados por el Sistema Mundial de Observación (que promueve la cooperación) y la red de Centros Meteorológicos Mundiales y Regionales. La integración de información y productos nacionales, regionales y mundiales es esencial para la alerta temprana de fenómenos meteorológicos y climáticos violentos.

Los servicios suministrados por los SMHN dependen de:

- los datos nacionales generados por su propia infraestructura de observación y procesamiento de datos:
- los productos mundiales y regionales de vigilancia y predicción generados dentro del marco de la VMM.

La OMM ayuda a los SMHN, con sus responsabilidades en materia de servicios, especialmente en las Los programas de formación y cooperación técnica de la OMM ayudan a que los países en desarrollo puedan contar con la capacidad científica y técnica necesaria para participar en la Vigilancia Meteorológica Mundial y prestar servicios de calidad (J.-P. Gaucher/Météo-France)

áreas de alerta temprana y reducción de desastres naturales. Su objetivo es asegurar que los SMHN se beneficien plenamente del intercambio internacional de datos y productos procesados, especialmente de predicciones y alertas relativas a episodios meteorológicos extremos. Los ciclones tropicales representan un peligro especial para los Estados en desarrollo que ocupan tierras bajas costeras e islas pequeñas. La coordinación regional de actividades garantiza que los SMHN tengan mayor capacidad para emitir predicciones y alertas de ciclones tropicales y de las inundaciones y mareas de tormenta asociadas.

### Cooperación técnica

Los avances tecnológicos siguen mejorando la infraestructura meteorológica general en todo el mundo, tanto para operaciones como para la prestación de servicios. La miniaturización, la automatización, la comunicación a gran velocidad y las computadoras han permitido suministrar nuevos productos de la VMM y hacen posible que los SMHN presten mejores servicios. Por consiguiente, las comunidades poseen nuevas capacidades para la planificación y la alerta temprana que permiten salvar vidas y hacer que las infraestructuras públicas sean más sólidas y resistentes a los efectos de los fenómenos meteorológicos e hidrológicos extremos.

Uno de los grandes retos consiste en lograr que los beneficios potenciales de estas nuevas capacidades se materialicen plenamente. La OMM pretende garantizar, mediante los esfuerzos de colaboración de los Miembros y en beneficio de todos, la potenciación y el desarrollo de las capacidades de todos los SMHN. El objetivo es que todos los SMHN contribuyan a la aplicación de los programas de la OMM y participen plenamente en ella por el bien de la comunidad mundial y en apoyo de un desarrollo social y económico nacional sostenible.

# Estructuras locales de preparación para situaciones de desastre

El éxito de los esfuerzos a nivel internacional, regional y nacional, en la mitigación de desastres descansa también en:

- el fortalecimiento de las condiciones institucionales y jurídicas subyacentes de las organizaciones locales de preparación para desastres, incluidas las ONG, dentro del marco político de los gobiernos y de las autoridades locales;
- la unificación de las estructuras de preparación para desastres con actividades regionales y nacionales, así como con países vecinos en caso de riesgos transfronterizos, y con estructuras internacionales de organizaciones tales como la OMM;
- la oferta de formación y la integración de algunos aspectos de la mitigación de desastres en las escuelas y en diversos campos de la preparación a situaciones de desastre, para expertos y especialistas que trabajan a nivel local y nacional;
- el inicio de actividades de autoayuda.



#### RESUMEN

Las estadísticas mundiales siguen destacando que cada vez son más las personas afectadas por desastres hidrometeorológicos. Durante el decenio de 1991-2000, la cifra ascendió a un promedio de 211 millones de personas al año, siete veces más que los afectados por conflictos. Además, el 98 % de las víctimas de desastres meteorológicos e hidrológicos se encuentran en países en desarrollo.

La preparación de las comunidades es la única solución práctica para los países que corren un alto riesgo. Los elementos mundiales, regionales y nacionales de la infraestructura científica y tecnológica que conforma la VMM ofrecen diversa información para la gestión del riesgo climático y la reducción de la vulnerabilidad a los peligros meteorológicos e hidrológicos. Resulta vital que todos los SMHN sean eficaces y

capaces de suministrar información puntual y precisa y servicios de alerta temprana para la protección de la vida y de la propiedad.

La OMM ha tomado nota especialmente de la creciente brecha que se abre entre el nivel de los servicios que se prestan en esta esfera en los países desarrollados y los de los países en desarrollo. Reafirmando que esa disparidad era un motivo de grave preocupación para todos los Miembros debido al alto grado de interdependencia, la OMM subrayó que es de vital importancia que los gobiernos proporcionen la financiación adecuada a sus respectivos SMHN para apoyar la infraestructura meteorológica e hidrológica nacional básica así como los servicios que se prestan, especialmente para la reducción de la vulnerabilidad a los fenómenos extremos.

## Para obtener más información dirigirse a:

Oficina de Información y Relaciones Públicas
Organización Meteorológica Mundial
7 bis, avenue de la Paix
Casilla de correo 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

http://www.wmo.ch