

# Vigilancia del clima de la Tierra

por Xiaolan L. Wang<sup>1</sup>, Thomas C. Peterson<sup>2</sup>, Jay Lawrimore<sup>2</sup>, Manola Brunet-India<sup>3</sup>, Randall Cerveny<sup>4</sup>, Craig Donlon<sup>5</sup>, Fatima Driouech<sup>6</sup>, Wan A. Wan Hassan<sup>7</sup>, Rainer Hollmann<sup>8</sup>, Mark D. Schwartz<sup>9</sup>, Zuqiang Zhang<sup>10</sup>

## Introducción

**La vigilancia de los cambios en el clima de la Tierra se basa en décadas y siglos de observaciones atmosféricas y oceánicas.**

Entre ellas se encuentran las mediciones instrumentales llevadas a cabo durante un siglo entero relativas a la temperatura de la superficie, la precipitación y los registros de datos diarios que pueden resultar útiles para comprender los cambios en la frecuencia e intensidad de fenómenos extremos como los episodios de lluvias fuertes, las sequías y las olas de calor.

Los cambios observados en el clima de la Tierra han sido bien documentados en numerosos estudios nacionales e internacionales. En comparación con los datos paleoclimáticos, es probable que las temperaturas medias del hemisferio norte durante la segunda mitad del siglo XX fueran más elevadas que las de cualquier otro período de 50 años durante, al menos, los últimos 1 300 años. Las temperaturas globales han continuado elevándose en los albores del siglo XXI.

El intenso fenómeno de El Niño de 1997-1998 ayudó a impulsar la temperatura global hasta un máximo histórico. Otros cambios observados en el siglo pasado son: el aumento de los episodios de lluvia intensa y extrema en muchas partes del mundo, la elevación de los niveles del mar, las disminuciones del hielo marino en la región ártica, la fusión del permafrost y una incidencia cada vez mayor de la sequía. Las proyecciones señalan que es probable que estas y otras tendencias continúen en el futuro y, en algunos casos, se ha estimado que los cambios tendrán lugar más rápidamente durante el siglo XXI.

A través de su Comisión de Climatología (CCI), la OMM fomenta y coordina las actividades de vigilancia del clima en el mundo, y ayuda a crear capacidad de control climático tanto en los países en vías de desarrollo como en los menos desarrollados.

Para afrontar los diversos desafíos existentes en este ámbito, la CCI creó el Equipo de expertos en vigilancia del clima durante su XIV reunión, celebrada en noviembre de 2005 en Pekín (China). Entre las tareas de este equipo se incluyó la utilización de datos y productos de satélite y marinos (ET2.2) ([http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/opags/documents/ET2\\_2.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/opags/documents/ET2_2.pdf)). Se trata de uno de los dos equipos de expertos que se encuentra bajo los auspicios del Grupo abierto de área de programa para la vigilancia y el análisis de la variabilidad del clima y el cambio climático, copresidido por Thomas C. Peterson (Estados Unidos)

y Manola Brunet-India (España). Este Grupo es responsable del asesoramiento, fomento y coordinación de las actividades de vigilancia del clima en todo el mundo, y de prestar ayuda a las tareas de creación de capacidad sobre el tema en los países en vías de desarrollo.

Durante su primera reunión de planificación, celebrada en septiembre de 2006 en Tarragona (España), el ET2.2 estableció un plan de trabajo para el período 2006-2009, que adquirió un alto nivel de compromiso en el sentido de avanzar en el uso de los datos y productos satelitales y marinos en las actividades de vigilancia climática.

## El objetivo de la vigilancia del clima y los fenómenos meteorológicos

El clima de la Tierra cambia con arreglo a diferentes escalas temporales, lo que provoca un impacto sobre numerosos aspectos sociales, económicos y medioambientales, entre los que se incluyen la seguridad, la salud, la seguridad alimentaria, el turismo y la energía. La necesidad de hacer frente a estos cambios y de adaptarse a ellos implica la necesidad de comprender sus causas, magnitudes y alcance, así como de predecir sus impactos. La vigilancia climática ofrece a los usuarios la información indispensable para desarrollar una planificación y un calendario de operaciones de forma eficaz a fin de responder a las variacio-

- 1 División de Investigación Climática, Environment Canada (Canadá)
- 2 Centro Nacional de Datos Climáticos de la NOAA (EEUU)
- 3 Universidad Rovira i Virgili (España)
- 4 Universidad Estatal de Arizona (EEUU)
- 5 Met Office (Reino Unido)
- 6 Dirección de la Meteorología Nacional (Marruecos)
- 7 Departamento de Meteorología (Malasia)
- 8 Deutscher Wetterdienst (Alemania)
- 9 Universidad de Wisconsin-Milwaukee (EEUU)
- 10 Centro Climático Nacional (China) (presidente del ET2.2)



NCCA

OCPA

Figura 1 – De izquierda a derecha y de arriba a abajo: las secuelas de las inundaciones de julio de 2007 en Inglaterra; el ciclón Sidr en Bangladesh (2007); el huracán Katrina en los Estados Unidos (2005); y el ciclón Larry en Australia (2006).

nes climáticas de frecuencia, intensidad y localización de situaciones meteorológicas y climáticas extremas, algo que resulta especialmente útil en el caso de olas de calor, sequías, precipitaciones fuertes, inundaciones y ciclones tropicales (incluyendo huracanes o tifones), debido a sus desastrosos y frecuentes impactos sobre el ecosistema social (Figura 1).

Por ejemplo, las sequías pueden provocar que el nivel de los embalses y de los lagos disminuya, incluso hasta el punto de quedarse completamente secos (Figura 2). La producción agrícola y la cría de ganadería podrían disminuir drásticamente, conduciendo a una situación de elevación del precio de los alimentos, escasez de los mismos, hambrunas e, incluso, conflictos políticos. Al mismo tiempo, las sequías suelen deri-

var en un descenso de la calidad y de la disponibilidad de agua potable, lo que conlleva problemas adicionales para la salud humana. Los incendios forestales y las tormentas de arena suelen aumentar en épocas de sequía, poniendo en peligro viviendas, cultivos y vidas de seres humanos y de animales. Las sequías agravan el problema de unos recursos hídricos limitados, de los cuales se está abusando cada vez más en la medida en que crece la población y las sociedades se desarrollan, lo que ocasiona una mayor demanda de agua y alimentos.

Además de la sequía, otros fenómenos extremos, como los grandes ciclones tropicales, las olas de calor y los episodios de fuertes lluvias pueden provocar impactos importantes sobre las sociedades y las economías. Con el calentamiento global, cabe esperar

que estos fenómenos extremos ocurran con una mayor frecuencia e intensidad. La vigilancia del clima adquiere una importancia crítica para comprender a qué ritmo tienen lugar los cambios climáticos y los impactos asociados a ellos. Por ejemplo, cuando una sequía o una fuerte ola de calor afecta a una ciudad, las autoridades gubernamentales desean saber si se trata del desencadenamiento de un fenómeno aislado (por ejemplo, una vez cada 100 años por término medio) o de un episodio más frecuente (por ejemplo, una vez cada 10 años), además de si es posible que se produzcan fenómenos mucho peores a lo largo de las dos décadas siguientes, de tal manera que pueda desarrollarse un plan mejor (como, por ejemplo, aumentar sus embalses o la eficacia en el uso del agua, así como modificar sus normas de consumo).

## Las cuatro prioridades de los expertos de la CCI

Puesto que hay crecientes evidencias de cambios en el clima durante las últimas décadas y las proyecciones apuntan a cambios climáticos continuados y, posiblemente, más rápidos en las décadas venideras, cada vez es más importante vigilar todos los sectores del sistema climático de la Tierra. La necesidad de controlar y comprender el estado cambiante del clima se ve más acrecentada, si cabe, por el aumento simultáneo de la vulnerabilidad de la sociedad, producto de sus cambios y de su desarrollo (por ejemplo, una población más numerosa que depende de la misma base de recursos, mayores densidades en los centros urbanos existentes y en desarrollo, y también en entornos vulnerables como las zonas costeras).

En las últimas décadas, los grandes avances experimentados en las tecnologías y en los sistemas de observación han puesto a disposición de la comunidad científica todo un conglomerado de conjuntos de datos in situ, satelitales y marinos, en rápido aumento. Estos datos se han aplicado en programas operativos de vigilancia climática para todas las regiones, mejorando notablemente las posibilidades de registro de las condiciones climáticas globales en tiempo

real. La creciente disponibilidad de nuevos productos y herramientas, unido a la colaboración internacional y el intercambio de datos, permite que científicos de todo el mundo puedan ofrecer mejor información –y más rápido que nunca– a los responsables de la toma de decisiones, tanto a nivel gubernamental como en el sector privado. Sin embargo, existen diferencias entre la capacidad de los países desarrollados y la de los países en vías de desarrollo.

Junto con Randall Cerveny, el ponente sobre extremos climáticos de la CCI, y Mark D. Schwartz, un invitado experto en fenología, los expertos del ET2.2 han establecido las cuatro prioridades siguientes con respecto a la vigilancia del clima en el plan de trabajo 2006-2009:

- Aplicaciones de datos satelitales y marinos, así como otros conjuntos de datos in situ: el objetivo es promover el desarrollo integral de las aplicaciones de los datos obtenidos por teledetección e in situ, de cara a la vigilancia del clima y a la detección del cambio climático en los ámbitos marino, terrestre y atmosférico.
- Mejoras en la observación de extremos mundiales y continentales: una tarea inmediata es la creación y mantenimiento de una base de datos accesible en la que se recojan los

extremos mundiales y continentales, bajo la dirección del ponente sobre extremos climáticos.

- Fomento y coordinación de prácticas fenológicas, y promoción del uso de datos fenológicos en las actividades de vigilancia del clima.
- Creación de capacidad sobre vigilancia del clima en los países en vías de desarrollo.

En el proceso de implantación de estas prioridades, se ha creado un sitio web de vigilancia del clima (<http://www.omm.urv.cat/>), con el fin de facilitar el intercambio de información, datos y productos. Esta página web está alojada en el servidor de la Universidad Rovira i Virgili (España), y en un futuro servirá como portal en el que se reflejen los descubrimientos de productos de vigilancia climática que puedan resultar útiles para los Servicios Meteorológicos Nacionales y sus usuarios. El portal también fomentará y ofrecerá el acceso a materiales de formación en línea y a programas desarrollados por expertos, así como a programas especializados de la OMM y a otros programas internacionales.

## Principales proyectos de vigilancia climática de la CCI

Con el fin de abordar las cuatro prioridades relativas a la vigilancia climática que se han mencionado anteriormente, el ET2.2 ha desarrollado 17 puntos de actuación, que a su vez componen los siguientes tres proyectos fundamentales:

### Revisión de capacidad

Se está considerando crear un sitio web de “revisión de capacidad” de datos y productos in situ y satelitales. Este proyecto trata de desarrollar un conjunto de:

- Descripciones de conjuntos de datos
- Ejemplos de salidas de conjuntos de datos
- Problemas y aspectos conocidos
- Puntos de acceso a datos



Figura 2 – Un pastor con su rebaño, caminando por el lecho seco de un río en el norte de China



Figura 3 – Página web del equipo de expertos de la CCI/OMM sobre vigilancia climática, en la que se incluye el uso de los datos y productos satelitales y marinos ([www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe))

- Puntos de contacto adecuados con los encargados de mantener y desarrollar los conjuntos de datos
- Enlace con los requisitos de registro de datos climáticos del Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC)
- Resumen de registros de datos climáticos ausentes (conjuntos de datos que aún tienen que desarrollarse en función de la necesidad del SMOC).

### Vigilancia climática a nivel mundial

El objetivo de este proyecto es fomentar la creación de capacidad de los países de todo el mundo a través del suministro de materiales de formación y del intercambio de productos operativos entre los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN). Este proceso se está llevando a cabo a través de la página web de vigilancia climática de la OMM, con vínculos a la información relativa a las técnicas y metodología de la vigilancia del clima y a las páginas web de diversos SMHN que publican sus productos de vigilancia rutinaria y los boletines de observación climática.

- Creación de capacidad a través de la demostración: la página web del ET2.2 ofrecerá intercambio de información relativa a la forma en que los diversos grupos vigilan el clima, junto con varios índices (por ejemplo, el índice de sequía de Palmer) y creará

enlaces web a los procesos que se estén llevando a cabo por parte de los diferentes países.

- Fomento del trabajo en observaciones fenológicas de las plantas y actualización del conocimiento existente a través de la publicación de los correspondientes documentos técnicos de la OMM, haciendo hincapié en la necesidad de una normalización internacional (especialmente en las especies de referencia) y en el fortalecimiento de la cooperación internacional. Mediante este proyecto, los expertos podrán asesorar a la Comisión en lo relativo a aspectos enfocados hacia la red fenológica así como proponer una estrategia de cara a la posibilidad de abordarlos.

### Mejora del análisis de la vigilancia del clima por parte de la OMM

El ET2.2 también se encargará de trabajar en la mejora del conocimiento científico del estado del clima mundial a través de las declaraciones anuales de la OMM sobre el estado del clima. Estos informes subrayan los beneficios de los Miembros de la OMM que trabajan juntos para controlar y mejorar el conocimiento científico del clima mundial. Incluyen información acerca de las condiciones climáticas actuales y de los cambios históricos para más de 20 variables climáticas fundamenta-

les, que figuran en los capítulos relativos a las condiciones atmosféricas globales, la superficie y subsuperficie oceánicas, la actividad ciclónica tropical en todas las cuencas y las condiciones en las regiones polares.

En los informes acerca del estado del clima también se incluyen discusiones detalladas sobre las condiciones meteorológicas y climáticas más llamativas, así como sobre los fenómenos extremos en todas las Regiones de la OMM. Estos informes son preparados por un amplio grupo de científicos de todas las Regiones de la OMM bajo la dirección del Centro nacional de datos climáticos (NCDC) de la NOAA. Los informes se publican en los números del mes de junio del *Boletín* de la Sociedad Meteorológica Estadounidense y por parte de la OMM.

Aunque se ha avanzado mucho a la hora de garantizar que los informes climáticos son exhaustivos en términos generales, que ofrecen las mismas perspectivas para todas las Regiones y que incluyen aportaciones de científicos de todo el mundo, el ET2.2 ha identificado tres sectores que deberían tratarse con el fin de mejorar la serie de informes:

- Traducción de los informes sobre el estado del clima a todos los idiomas oficiales de las Naciones Unidas, es decir, árabe, chino, francés, ruso y español: a este respecto, los esfuerzos se iniciaron con el Informe sobre el estado del clima de 2005, que fue publicado en junio de 2006.
- Aclarar cómo se determina la autoría de los informes climáticos y si se podría contar con algún tipo de especialización adicional encaminada a apoyar futuras ediciones del informe: debido a su creciente importancia, y a los debates mantenidos en la última reunión de la CCI (Pekín, noviembre de 2005), hay necesidad de mejorar la forma de divulgar el proceso de selección de autores, con el fin de garantizar la experiencia, la participación y las aportaciones internacionales adecuadas. El ET2.2 solicitó que se revisase el proceso de selección de autores.



*Figura 4 – La información suministrada a través de las actividades internacionales de vigilancia climática conforma la base necesaria para mejorar el conocimiento científico de la variabilidad del clima y el cambio climático, y es parte integrante de la prevención y mitigación de desastres, la protección medioambiental y el desarrollo socioeconómico sostenible.*

Esta revisión debería ayudar a aclarar de qué manera se crean los informes y a identificar áreas de especialización que podrían contribuir a mejorarlos. El artículo de revisión debería de colgarse en la página web del Centro nacional de datos climáticos de los Estados Unidos relativa al estado del clima, con un vínculo a la página web de vigilancia climática de la OMM.

Este intento de ampliar el número de científicos internacionales que aporten sus conocimientos a los informes anuales desembocó en la suma de 50 nuevos autores en el informe de 2006, elevando el número total de autores hasta más de 150.

- Inclusión de nueva información de carácter fenológico en futuros informes: se ha identificado a los científicos europeos que podrían realizar alguna aportación y se ha contactado

con ellos. Las nuevas contribuciones fenológicas se esperan para el informe de 2007.

Para desarrollar de forma satisfactoria todas estas actividades y proyectos será necesaria la coordinación con otros programas internacionales y la preparación de análisis científicos generales y de directrices relativos a la vigilancia del clima, la formación profesional, la enseñanza y la creación de capacidad. En la dirección <http://www.omm.urv.cat/work-plan2.html> podrán encontrarse detalles sobre las acciones, los productos esperados y suministrados por el ET2.2 y la fase de finalización. Además, se emprenderán medidas adicionales conforme se identifiquen otras necesidades.

La información suministrada a través de las actividades internacionales de vigilancia climática conforma la base necesaria para mejorar el conocimiento científico de

la variabilidad del clima y el cambio climático, y es parte integrante de la prevención y mitigación de desastres, la protección medioambiental y el desarrollo socioeconómico sostenible.

## Agradecimientos

Los autores desean dar las gracias a Pierre Bessemoulin (presidente de la CCI), Hama Kontongmode (Secretaría de la OMM), Enric Aguilar (Universidad Rovira i Virgil, España) y José Antonio López (jefe del Servicio de desarrollos climatológicos, Agencia Estatal de Meteorología, España) por su participación en la primera reunión del ET2.2, su aportación al desarrollo del plan de trabajo del ET2.2 y su implicación activa en las actividades del ET2.2. También nos gustaría mencionar a Omar Baddour, responsable del Departamento de aplicaciones de la gestión de datos, por revisar este documento, desarrollar el portal web del ET2.2 y facilitar las actividades de este grupo.