

# Observando el clima: desafíos para el siglo XXI

por William Wright\*

## Introducción

**Uno de los grandes retos a los que debe hacer frente la humanidad en el siglo XXI es cómo abordar el clima a nivel mundial, tanto a día de hoy como de cara al futuro.** Los cambios estacionales en el clima, con sus sequías, inundaciones y tormentas, son responsables de los principales desastres naturales que, en su peor versión, causan muertes, hambrunas, pérdida del sustento, epidemias y desplazamiento de la población, así como grandes pérdidas de pertenencias, tanto personales como estatales. Para colmo, el amplio consenso alcanzado a través de las opiniones de científicos de prestigio, tal y como quedó patente en el cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, establece que el clima está cambiando y que cambiará significativamente todavía más. En general, estos cambios serán a peor y es probable que sus efectos severos se hagan notar en los países en vías de desarrollo y en los menos desarrollados (precisamente, aquellos países que tienen la menor capacidad de adaptación).

La buena noticia es que el progreso científico ha logrado dotar a la humanidad de herramientas que posiblemente pudieran reducir los impactos negativos, permitiendo la creación de cierta capacidad de pronosticar con antelación qué es lo que ocurrirá de tal forma que, al menos potencialmente, pudiera llevarse a cabo algún tipo de acción preventiva.

De esta manera, una mayor probabilidad de sequía, teóricamente, podría derivar en un abanico de actividades oportunas de mitigación: una gestión más cuidadosa del agua (por ejemplo, aumentando el almacenamiento mediante depósitos), reacciones agrícolas —como por ejemplo la plantación de variedades de cultivo más resistentes a la sequía— o el reconocimiento a nivel gubernamental de que las comunidades afectadas podrían necesitar el respaldo financiero o de otra naturaleza. En términos de cambio climático, el desarrollo de modelos cada vez más poderosos y de técnicas de regionalización no solo puede predecir los patrones climáticos del futuro a partir de niveles conocidos de forzamiento atmosférico, sino que pronto debería ser capaz de estimar el impacto probable sobre las precipitaciones y la vegetación a nivel local, siempre y cuando existan datos suficientes para calibrar y verificar los modelos. En pocas palabras: la capacidad de la humanidad para gestionar el clima del futuro debería estar bien cimentada sobre las lecciones contenidas en el registro climático del pasado.

La frase operativa, en este punto, es “el registro climático del pasado”. Con el fin de desarrollar estrategias de adaptación eficaces de cara al futuro, resulta indispensable contar con un registro fiable del clima, tanto del presente como del pasado. Normalmente, esto suele constituir un reto mayor que limitarse a recopilar y reciclar sin más las observaciones efectuadas para respaldar la

predicción meteorológica operativa, puesto que el clima tiene necesidades especiales de las que la predicción carece. En concreto, los científicos del clima y los proveedores de servicios relacionados con él necesitan registros de observación largos y que estén libres de lagunas importantes, errores graves y heterogeneidades. Las redes diseñadas, ante todo, para la predicción meteorológica no cumplen necesariamente estas condiciones. Una de las tareas de los científicos del clima de hoy en día es, a través del apoyo y el asesoramiento, garantizar que los diseñadores de la red de observación reconozcan las necesidades especiales del programa climático. Otros retos asociados con la utilización eficaz de los datos son el desarrollo de capacidad para analizar e interpretar qué es lo que está diciendo el registro climático y la fusión de observaciones históricas con las proyecciones climáticas para el futuro.

## Lista de deseos para el registro climático

Aunque resulta complicado generalizar acerca de cuándo un registro es lo suficientemente largo, se podría apuntar que, al menos, se necesitan 30 años de registro en un número suficiente de estaciones para poder representar las principales zonas climáticas y regiones vulnerables de un país. Debido a la necesidad de garantizar que los extremos climáticos estén debidamente registrados, estos datos deberían ser, como mínimo, diarios. Además, dichos datos deben ser homogéneos, e ir acompañados de una buena información

\* Centro Nacional sobre el Clima, Oficina de Meteorología, Melbourne (Australia); responsable de equipo del Equipo de expertos de la Comisión de Climatología de la OMM sobre requisitos de observación y normas para el clima

complementaria (metadatos). Una serie temporal de precipitaciones con una discontinuidad del 15 por ciento hará más complicado identificar y atribuir tendencias relacionadas con el cambio climático en precipitaciones de magnitud similar y la tarea resultaría casi imposible si los metadatos encargados de registrar el tiempo y la causa de la discontinuidad no estuvieran disponibles.

Las series temporales también tendrán que estar libres de lagunas significativas en el registro, puesto que dichas deficiencias podrían dar al traste con relaciones estadísticas concretamente. Por último, cabe mencionar que cuanto mayor sea el abanico de variables registradas, mejor será la capacidad de observar el clima. Para muchos propósitos resulta útil conocer no solo el valor medio y los valores extremos de las precipitaciones y temperaturas para una zona determinada, sino también la frecuencia de tormentas, granizadas y heladas.

Puesto que la variabilidad del clima y el cambio climático son fenómenos globales, este registro deberá tener un alcance mundial, en la medida en que esto resulte posible. Aunque en algunos países los buenos registros resultan útiles para esos mismos países, en el caso de que las naciones vecinas cuenten con un número reducido o inexistente de observaciones, la capacidad de comprender y predecir el clima a nivel mundial en su totalidad se ve mermada. Es altamente probable que nuestra capacidad de predecir el clima a nivel mundial en condiciones de un futuro calentamiento global se vea reducida como consecuencia de la falta de observaciones en la superficie y en las capas altas de la atmósfera sobre la región del Océano Pacífico, en gran medida el "motor volante" del actual sistema climático y lugar de origen del fenómeno de El Niño-Oscilación Austral.

Lamentablemente, en el momento en el que las redes de alta calidad destinadas a la observación del clima y a propósitos de previsión son más necesarias, existiendo además un reconocimiento cada vez mayor de este hecho, los factores económicos se están desplazando en el sentido contrario.

## Impactos de las estaciones meteorológicas automáticas

En casi todos los países, es un hecho que los presupuestos destinados al Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional (SMHN) se ven cada vez más limitados. En este entorno, la tendencia cada vez mayor es a la sustitución de las redes de observación manuales, que necesitan una cantidad relativamente grande de recursos, por instrumentos automatizados y enfoques dirigidos hacia la teledetección. Aunque dichas redes cuentan con una buena relación entre el coste y su eficacia y aportan beneficios considerables a la comunidad dedicada a las predicciones meteorológicas, potencialmente presentan varios problemas para la comunidad climática y para la integridad general del registro del clima.

Esta tendencia a la automatización de parte (en algunos países, la totalidad) de la red de observación ha sido evidente durante los últimos 10-15 años. Se ha calculado que, a finales de 2006, alrededor del 23 por ciento de la totalidad de estaciones pertenecientes a la red sinóptica básica regional serán estaciones meteorológicas automáticas (EMA), cifra que va en rápido aumento. Sin duda, las EMA cuentan con algunas características que resultan atractivas para la ciencia del clima: aparte de su rentabilidad, ofrecen datos de mayor frecuencia (por debajo de observaciones de un minuto en algunos casos) y una mejor capacidad de detectar extremos (debido a los datos de mayor frecuencia); además, pueden utilizarse en lugares remotos o con una climatología hostil, generalmente proporcionan un acceso más rápido a los datos y garantizan la coherencia y objetividad de la medición. También pueden ofrecer un funcionamiento útil para algunos tipos de control de calidad: por ejemplo, cuando un observador manual se marcha de vacaciones, sería posible la utilización de registros diarios provenientes de EMA cercanas con el fin de desglosar la precipitación total acumulada en sus correspondientes cantidades diarias.

Por otro lado, la experiencia en otros países ha revelado que las EMA pueden tener un efecto negativo sobre el registro climático. Los impactos observados incluyen aspectos como:

- Pérdida de datos, fallos en la comunicación o copia de seguridad de los datos inadecuada, provocando importantes lagunas en la continuidad de los mismos.
- Se han introducido heterogeneidades en las series temporales, debido, en parte, a una gestión inadecuada del cambio (por ejemplo, período insuficiente de solapamiento de las observaciones convencionales con las procedentes de las EMA) y, a veces, a un mantenimiento pobre. Un reciente estudio llevado a cabo en Rumania indicaba que las EMA tienen una tendencia a sobrestimar las temperaturas mínimas y a subestimar las temperaturas máximas; mientras que, en Australia, un cambio en el sensor de viento provocó un aumento de las discontinuidades en las velocidades punta alcanzadas por el viento, desencadenando la ira de la autoridad nacional de normalización.
- En determinadas ocasiones, los procesos de mantenimiento generan picos de datos falsos.
- En algunos casos se presentan dudas relativas a la exactitud y precisión, en especial en lo que respecta a las precipitaciones. Una vez más, esto puede derivar en aspectos relacionados con la homogeneidad, así como influir negativamente en decisiones de las que dependen cuantiosas sumas de dinero.
- Como consecuencia del complejo sistema electrónico de las EMA, el proceso de mantenimiento requiere una técnica más especializada que podría estar fácilmente disponible en algunos países.
- A menos que cuenten con un equipamiento específico de sensores especiales, la utilización de las EMA, normalmente, suele derivar en una pérdida de observaciones visuales (como los fenómenos), planteando dificultades a la hora de crear algunas clases de clima-

tologías o de vigilar las tendencias en, por ejemplo, los días de granizo o la nubosidad.

Muchos de los impactos resumidos anteriormente pueden reducirse de forma considerable si la introducción de las EMA se viera acompañada de una puesta en marcha sólida, de procesos de gestión del cambio y de un mantenimiento regular. Además, se puede esperar una mayor mitigación de los problemas identificados, puesto que la tecnología continúa avanzando: por ejemplo, los sensores visuales pueden recoger determinados tipos de fenómenos y los registradores de datos mejorados pueden minimizar las pérdidas de los mismos. El inconveniente es que la gestión sólida y las mejoras tecnológicas, por regla general, se traducen en un incremento de costes. El desafío para los programas climáticos, en todos los lugares, será garantizar, en primer lugar, que el valor del registro climático quede reconocido y, en segundo lugar, que las redes sean diseñadas de tal forma que los puntos fuertes y débiles de las estaciones meteorológicas convencionales frente a las EMA actúen de forma complementaria. La Comisión de Climatología (CCI) de la OMM debe desempeñar un papel fundamental a este respecto. Una de las actividades actuales llevadas a cabo por el Equipo de expertos de la CCI de la OMM sobre requisitos de observación y normas para el clima es la de identificar una lista de requisitos para los datos de las EMA de cara a fines climáticos. Estos requisitos no solo incluyen normas de precisión de los sensores, sino también requisitos para la copia de seguridad de los datos, sensores adicionales, distribución y mantenimiento de las estaciones, etc.

Las propuestas de teledetección resultan atractivas por su capacidad de ofrecer densidades de observación mucho mayores en comparación con las que podrían obtenerse con redes convencionales. Estas propuestas tienen un valor especial para los océanos o las zonas escasamente pobladas. Los inconvenientes se presentan en aspectos como la dificultad de controlar o interpretar de forma precisa algunas variables. Asimismo, es necesario contar con un determinado número de estaciones en superficie para poder establecer la "verdad en superficie" a partir de la



*Participantes de África central en el seminario de la OMM sobre gestión de datos climáticos, homogeneización e índices del cambio climático: un acontecimiento de cuatro semanas de duración, encaminado por completo a la creación de capacidad para la utilización de las modernas tecnologías de la información y el software CLIMSOFT con el fin de gestionar mejor los datos climáticos, y la utilización del software ClimDex para calcular los índices de los extremos climáticos (Brazzaville, Congo, marzo-abril de 2007).*

información deducida de los satélites, radares, etc.

El reto de cara al futuro será integrar los enfoques basados en la teledetección con las redes terrestres convencionales y de EMA, de tal forma que el registro climático general no se vea en peligro. Este proceso no solo requerirá una cuidadosa estrategia de gestión del cambio según evolucionen los sistemas de observación, sino casi con toda seguridad el establecimiento de una combinación óptima de sistemas de observación. Este último punto se presenta como un importante ejercicio de investigación.

## Gestión y administración de datos derivados de la observación

El hecho de contar con redes de observación in situ que puedan tomar y registrar observaciones climáticas con carácter regular es una condición necesaria, pero no suficiente, para garantizar que el registro climático pueda respaldar de forma adecuada la observación del clima y la prestación de servicios. Los datos también deben controlarse de forma adecuada desde el punto de vista de la calidad, además de ser archivados y de contar con un sistema de acceso sencillo. Si el registro climático

existe en gran parte o solo en forma manuscrita en papel, su utilización de cara a hacer climatologías, desarrollar esquemas de predicción estadística o utilizarlo en modelos climáticos es difícil. Lamentablemente, la cuestión relativa a la gestión eficaz de los datos de observación sigue presentándose como un grave problema en muchos países, en especial en aquellos que se encuentran en vías de desarrollo.

A continuación se dan en términos generales los requisitos que debe cumplir la gestión de datos con el fin de garantizar que la información contenida en las observaciones esté disponible para su uso óptimo. Para ello debe añadirse el imperativo de que los países sigan dispuestos a compartir sus datos, de tal forma que el resto del mundo pueda tener acceso a los mismos.

## Recuperación y digitalización de datos

Muchos países poseen grandes cantidades de datos encerrados en folios, que cuentan con unas posibilidades de acceso muy reducidas, como por ejemplo los diarios de operaciones o las hojas de registro. Y lo que es peor, estos formatos tienen un riesgo de pérdida o daño permanente muy alto como consecuencia de incendios, inundaciones, putrefacción, robo o ataque de insectos o de alimañas. Por este motivo, durante los

Nosotros, los delegados de 170 Estados Miembros y Territorios de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), reunidos en Ginebra del 4 al 26 de mayo de 1999 en el Decimotercer Congreso Meteorológico Mundial, declaramos lo siguiente: ...

Somos conscientes de que los sistemas meteorológicos y climáticos no reconocen fronteras políticas y están en continua interacción. Por consiguiente, ningún país puede ser autosuficiente al atender a sus necesidades de servicios meteorológicos y los países deben trabajar conjuntamente en un espíritu de asistencia y cooperación mutua.

(Extracto de la Declaración de Ginebra del Decimotercer Congreso Meteorológico Mundial)

últimos años, la OMM se ha esforzado en llevar a cabo procesos relacionados con la recuperación y digitalización, especialmente en países en vías de desarrollo. Para tales esfuerzos, se ha podido contar con ayuda mediante financiamientos oportunas por parte de agencias gubernamentales de determinados países. Las actividades, típicamente, implican la acción de asegurar los registros vulnerables para evitar su pérdida o daño mediante la digitalización o creación de imágenes de los mismos y/o reubicación en lugares más seguros (incluyendo emplazamientos en el extranjero) y —en gran medida— proporcionando al equipo de los respectivos SMHN formación relativa a la gestión eficaz de los registros y a las técnicas de archivo. Han sido varios los países que han respaldado los diversos intentos realizados por la comunidad de ciencias marinas destinados a recuperar los diarios de a bordo de los barcos como un elemento de ayuda a la hora de interpretar las condiciones climáticas en los océanos de todo el mundo: el proyecto RECLAIM (Recuperación de cuadernos de bitácora y de datos marinos internacionales) es un ejemplo de la mencionada iniciativa.

## Tecnología y archivo de bases de datos

En la era moderna, el hecho de tener un acceso eficaz a los datos significa contar con dichos datos almacenados en formatos electrónicos y, preferiblemente, de manera que puedan ser fácilmente

introducidos en hojas de cálculo, paquetes de análisis y modelos climáticos. La CCI respalda estas actividades a través de la recomendación y apoyo a diversas iniciativas de gestión de datos (por ejemplo, el PMDVC, 2005). Un ejemplo reciente ha sido la recomendación y puesta en funcionamiento en los países en vías de desarrollo y en los menos desarrollados de un software abierto de gestión de datos, diseñado con arreglo a las necesidades y limitaciones concretas de los respectivos SMHN de los países en cuestión. El paquete de software de la OMM, ha sido instalado, hasta la fecha, en países del Caribe, África y el Pacífico, respaldado por cursos de formación, formatos de informe adaptados y un grupo de debate en línea. La Oficina de Meteorología de Australia ha dado apoyo al “brazo” del Pacífico correspondiente a esta puesta en marcha: la experiencia ha demostrado que la formación en el uso del mencionado software resulta mucho más eficaz si se imparte en el propio país en vez de a través de seminarios, a los cuales asistiría tan solo un representante por cada país.

En los casos en los que no ha sido posible digitalizar los datos sigue existiendo la necesidad de garantizar que los registros en soporte de papel estén bien guardados, con arreglo a normas de archivo admisibles (por ejemplo, en cajas libres de ácido, en estancias con aire acondicionado y con los datos debidamente inventariados).

## Garantía y control de la calidad (GC/QC)

Para que los datos puedan ser absolutamente fiables, es necesario que existan algunos medios de diagnóstico de errores para posteriormente proceder a corregirlos, eliminarlos o, al menos, señalarlos. En otras palabras, los datos deben estar sujetos a algún tipo de control de calidad (QC). En su día, el QC era una actividad en gran medida manual, sujeta al control ejercido físicamente por parte del equipo del SMHN correspondiente, que se encargaba de comprobar que se registraran los datos individuales en diarios de operaciones o en hojas de registro con arreglo a una serie de pruebas, frecuentemente asociadas a la experiencia subjetiva del operador, una pequeña parte de conocimiento topográfico a nivel local y una gran cantidad de conocimiento de observación. Con la llegada de los ordenadores automáticos de alta velocidad y de volúmenes mayores de datos, en multitud de localizaciones, el QC se ha vuelto más automatizado y gran parte de las pruebas se realiza de forma automática mediante la utilización de controles previamente determinados (como por ejemplo, controles frente a los extremos climáticos, controles de coherencia interna —por ejemplo, ¿el punto de rocío supera la temperatura?—, fluctuaciones temporales improbables o verificaciones con estaciones próximas). Bajo este enfoque, el papel del operador manual (si es que existe) queda reducido al seguimiento y a decidir en los casos marcados por los procedimientos

de chequeo automatizados. El hecho de asignar una marca de calidad indicando el índice de fiabilidad que puede depositarse en los datos es una buena práctica de control de calidad, como también lo es conservar una pista de comprobación para que los datos originales se pudieran generar nuevamente en caso necesario.

Resulta evidente que el nivel y el tipo de QC dependerá de varios factores como, por ejemplo, el número de estaciones, el tipo de variable (en términos generales,

las variables climáticas fundamentales, como la precipitación, la temperatura y la humedad deberían recibir más atención de la que reciben las variables menos importantes), frecuencia de los datos y, naturalmente, recursos de personal y equipos informáticos dentro del SMHN. Algunos centros (como, por ejemplo, el Centro nacional de datos climáticos de los Estados Unidos (CNDC)) llevan a cabo pruebas adicionales para verificar la homogeneidad. El Equipo de expertos sobre requisitos de observación y normas para el clima, en colaboración con

el CNDC, está completando una revisión de las directrices relativas al control de calidad de los datos climáticos de superficie (Abbott, 1986).

Una parte importante del proceso de GC/QC es garantizar que se identifican los errores sistemáticos o repetidos y que se consultan de nuevo con los coordinadores de observación para su análisis y posterior rectificación. Los errores recurrentes podrían reflejar sensores de observación defectuosos, prácticas de observación pobres, localización inadecuada

## Esfuerzos internacionales en materia de recuperación y digitalización de los registros climáticos de la cuenca mediterránea

Las series climatológicas instrumentales largas, con un elevado nivel de calidad y fiables constituyen información fundamental y necesaria a la hora de garantizar evaluaciones sólidas y coherentes a fin de lograr una mejor comprensión, detección, predicción y respuesta ante la variabilidad y el cambio climático a nivel mundial. Entre las áreas beneficiadas se incluyen los estudios y predicciones regionales del clima, la calibración de datos de satélite y la generación de datos climáticos de reanálisis de calidad, además de revelarse como una herramienta extraordinaria y fundamental de cara a traducir los signos indirectos del clima en términos instrumentales.

Si nos remontamos al siglo XIX, la región mediterránea cuenta con una historia muy larga y rica en lo que se refiere a la observación de la atmósfera. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados por parte de algunos Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales

(SMHN) en actividades relacionadas con el rescate de datos (DARE) con el fin de transferir los registros climáticos largos históricos de medios frágiles (soporte papel) a nuevos medios electrónicos, los datos climáticos digitales accesibles, en su mayoría, aún están restringidos a la segunda mitad del siglo XX, impidiendo así que la región correspondiente pudiera desarrollar evaluaciones más precisas acerca de la variabilidad y el cambio climático.

Para tratar estos temas la OMM, en colaboración con el Instituto Nacional de Meteorología de España, organizó un Seminario internacional sobre rescate de datos y digitalización de registros climáticos en la cuenca mediterránea, en Tarragona (España), del 28 al 30 de noviembre de 2007. Al seminario asistieron representantes de 22 SMHN de la región y diversas instituciones regionales e internacionales y se definió el camino a seguir. El plan de trabajo posterior incluye: la creación de un inventario —con arreglo al país en cuestión— de los registros climáticos largos actualmente disponibles en formato digital (temperatura, precipitación, presión atmosférica), así como de los registros climáticos clave más largos que es preciso recuperar; y la puesta en marcha de una página web común para inventariar los datos climáticos actualmente disponibles y los posibles datos a recuperar para cada nación, fijando además las acciones que deben emprenderse con el fin de desarrollar las actividades nacionales y regionales de rescate de datos climáticos.



Recuperación y digitalización de datos de registros climáticos



En representación de la OMM, el Sr. Bui Van Duc (derecha), Director General del Servicio Meteorológico Nacional de Vietnam, hace entrega de un ordenador portátil a un participante en el seminario de creación de capacidad a fin de ejecutar y mantener una base de datos climática en su institución de procedencia (seminario sobre el sistema de gestión de datos CLIMSOFT e índices de los extremos climáticos, Hanoi, Vietnam, 12 de noviembre-7 de diciembre de 2007).

cuada o mantenimiento incorrecto del instrumental, o bien (en el caso de las EMA) problemas con los sistemas de mensajería (recientemente, en Australia se produjo un fallo en el software que, en algunos casos, provocó que los mensajes antiguos se sobrescribieran sobre los datos recientes). Esta garantía de calidad de principio a fin debería ser un objetivo primordial para cada uno de los SMHN respectivos: resulta obvio que la mejor forma de garantía de calidad es asegurarse de que los datos originales se acercan lo más posible a la perfección.

## Dificultades concretas de los países en vías de desarrollo

En las líneas precedentes se ha hecho referencia a los problemas abordados por los países en vías de desarrollo y los menos desarrollados en lo que respecta tanto a la recopilación como a la gestión de los datos climáticos. Muchos de esos problemas se han identificado en diversas publicaciones, como en el primer y

segundo informe sobre la adecuación de los SMOC (por ejemplo, SMOC, 2003). Aparte de las severas restricciones de los recursos, el movimiento de personal puede ser elevado; la oportunidad para formar a nuevo personal, frecuentemente, es pequeña; el equipamiento y las instalaciones de almacenamiento pueden ser inadecuadas o limitadas; las estaciones, frecuentemente, son remotas y cuentan con un acceso complicado debido a las limitaciones de infraestructura; las comunicaciones pueden ser deficientes; y la meteorología suele figurar en lugares bajos en la lista de prioridades de los gobiernos.

No obstante, sin observaciones procedentes de estos países, no solo resulta difícil ofrecer el nivel de servicios climáticos necesarios en el país para gestionar el riesgo relacionado con el clima, sino que se presenta la difícil misión, por no decir imposible, de esbozar una imagen fiel del clima mundial, de sus variaciones y de sus cambios. Es fundamental que la comunidad meteorológica mundial aborde y ayude a resolver los problemas relacionados con la observación y la gestión de datos en los países en vías de desarrollo y en los menos desarrollados.

El Equipo de expertos sobre requisitos de observación y normas para el clima está reuniendo actualmente una serie de recomendaciones relativas a cómo apoyar los programas de observación climática en los países en vías de desarrollo y en los menos desarrollados, comenzando por la premisa de que, para satisfacer las necesidades actuales y futuras, debe existir un número mínimo determinado de estaciones climáticas que reflejen puntos fundamentales, zonas climáticas diferentes y, especialmente, regiones y sectores vulnerables. El equipo se dedicará a investigar qué es lo que puede hacerse para mejorar los niveles de observación, por ejemplo, a través de una formación mejorada y con objetivos mejor definidos de cara a la utilización de las EMA y tratará de aportar sugerencias relativas a cómo tratar algunos de los problemas endémicos planteados en los párrafos anteriores. También se realizarán algunas sugerencias sobre la movilización de recursos, incluyendo aspectos como la posibilidad de recurrir a organismos de asistencia y de financiación contra el cambio climático, empleando cuando sea posi-

ble la ayuda de la financiación privada y mejorando el perfil de los SMHN en su propio país.

## Comentarios finales

Existe la idea generalizada de que el cambio climático amenaza con convertirse en quizá el único y principal problema para la humanidad y el medio ambiente de cara al futuro. Se necesitarán grandes esfuerzos a nivel mundial para reducir los impactos, frente a los cuales la comunidad meteorológica y especialmente la climática, deberán tener el instrumental de apoyo. Este respaldo, a su vez, deberá complementarse por medio de un sistema de observaciones que se diseñe en función de las necesidades del programa climático en cuestión. El papel de la OMM, su Comisión de Climatología y los diversos SMHN tendrán una importancia crucial al respecto.

## Referencias

- ABBOTT, P.F., 1986: Guidelines on the quality control of surface climatological data, WMO/TD No. 111, WMO, Geneva, 56 pp más apéndices (18 pp).
- GLOBAL CLIMATE OBSERVING SYSTEM (GCOS) [SMOC], 2003: Second report on the adequacy of the Global Observing System for Climate. GCOS Report No. 82, WMO/TD No. 1143, WMO, Geneva.
- WORLD CLIMATE DATA MONITORING PROGRAMME (WCDMP) [PMDVC], 2005: Report of the RAV Data Management Workshop, Melbourne, Australia, 28 November- 3 December 2004. WCDMP-No. 57, WMO/TD No. 1263, WMO, Geneva, 7 pp.