



*Buenos Aires, Argentina, mayo de 1994 – Participantes en el cursillo práctico interregional de formación profesional en la Vigilancia de la Composición de Fondo de la Atmósfera y la Operación de las Estaciones de la VAM*

se han celebrado recientemente; uno para América del Sur y el otro para Asia y Oceanía.

Del 7 al 13 de mayo de 1994, se celebró en Buenos Aires, Argentina, el cursillo práctico interregional de formación profesional en la Vigilancia de la Composición de Fondo de la Atmósfera y la Operación de las estaciones de la VAM; atrajo a 44 participantes. Y en Beijing, China, del 12 al 16 de septiembre, 31 participantes asistieron al cursillo práctico interregional de la OMM (AR II y AR V) sobre la Composición de Fondo de la Atmósfera y la Operación de las Estaciones de la VAM (véanse las fotografías de esta página). En ambos acontecimientos se pronunciaron conferencias que trataron de todos los aspectos de la vigilancia, incluyendo el asegurar la calidad de los datos, el control de calidad y los Centros de Actividad Científica para Asegurar la Calidad que está organizando la VAM.



*Beijing, China, septiembre de 1994 – Participantes en el Cursillo práctico interregional de la OMM (AR II y AR V) sobre la Composición de Fondo de la Atmósfera y la Operación de las Estaciones de la VAM*

## **INTEGRACION DE LOS DATOS METEOROLOGICOS, HIDROLOGICOS Y AMBIENTALES**

*Por Ian C. STRANGEWAYS\**

### **La red meteorológica de obtención de datos**

Como lo demuestran los Servicios Meteorológicos Nacionales (SMN) de todo el mundo, la meteorología se ocupa, casi exclusivamente de la predicción del tiempo, preferentemente para servicios como el aeronáutico o el marítimo. Con este fin se ha desarrollado una red mundial de estaciones de observaciones, manuales en su mayoría, cuyos datos se distribuyen a todos los SMN a través del Sistema Mundial de Telecomunicaciones (SMT). Es comprensible que esto

sea necesario; los fenómenos meteorológicos tienen lugar a gran escala y cruzan las fronteras nacionales. Considerando las diferencias políticas y nacionales del mundo, este intento de cooperación es todo un logro. Este acuerdo dista de ser perfecto: la normalización en instrumentación está lejos de ser completa. Por ejemplo, los pluviómetros son tan diferentes de un país a otro que es imposible comparar las cantidades de precipitación en todo el mundo sin recurrir a "factores de corrección", en un intento de

\* TerraData, Wallingford, Oxfordshire, Reino Unido

compensar (aunque sólo parcialmente) las diferentes características de los numerosos instrumentos.

Por medio de esta red mundial, los SMN han recogido largas series de datos valiosos de todas las variables meteorológicas y estos datos continúan reuniéndose en todo el mundo en tiempo casi real, estando todos disponibles por medio del SMT. Además, los SMN también disponen ahora de una red de satélites meteorológicos estacionarios y de órbita polar, que no sólo generan imágenes meteorológicas sino que también retransmiten las medidas realizadas en puntos terrestres remotos por las plataformas de toma de datos (DCP) a una base lejana, permitiendo que las estaciones meteorológicas automáticas envíen sus datos sinópticos para las predicciones. Los datos transmitidos vía satélite pueden recibirse tanto directamente a través del SMT (utilizando una antena de plato) como por medio de un servicio de interrogación a distancia, siendo ligeramente diferentes, en este aspecto, los diversos satélites meteorológicos (GOES, METEOSAT y GMS).

La telemetría de los satélites no sólo es útil en la predicción del tiempo, al hacer posible la recepción de datos procedentes de lugares remotos, sino que también ofrece una alternativa atractiva al registro de datos *in situ* aun cuando no se necesiten datos en tiempo real, como en la investigación climática. Con frecuencia la telemetría es preferible al registro porque elimina la necesidad de acceder a las estaciones automáticas para recoger sus datos. Esto reduce los costos si el acceso es difícil, como por ejemplo, cuando hay que utilizar un helicóptero. La telemetría también permite detectar rápidamente el

fallo de los equipos, evitándose así la pérdida de datos (Strangeways, 1990).

En el proceso de desarrollar esta red mundial de estaciones de observación y de enlaces de comunicaciones, los SMN, quizás comprensiblemente, se han preocupado más de su razón de ser: la predicción del tiempo. Esto ha dado lugar, quizás también comprensiblemente, a una resistencia al cambio. Un cambio en la forma de realizar una lectura o en el instrumento utilizado producirá una discontinuidad de las series de datos que puede afectar a períodos de décadas o de siglos. Sin embargo, la resistencia al cambio también significa resistencia a adoptar nuevos instrumentos que proporcionarían medidas más precisas y hace difícil la introducción en el sistema de nuevas disciplinas, incluso de aquellas muy afines, como la hidrología y, precisamente, esta integración de disciplinas es exactamente lo que se necesita ahora.

### **Razones que aconsejan una red de obtención de datos ambientales**

En la actualidad existe gran interés por el cambio climático. Una cantidad considerable de recursos financieros se dedica al desarrollo de modelos de predicción del clima; se propone una acción ambiciosa para combatir el "efecto invernadero"; se celebran regularmente conferencias internacionales y se publican numerosos artículos sobre temas relacionados con el medio ambiente. Se ha convertido en un tema altamente político. Sin embargo, no se muestra interés ni se hacen inversiones en evaluar lo que está ocurriendo, realmente, al medio ambiente en puntos geográficos determinados, con la precisión necesaria y utilizando los mejores instrumentos disponibles. En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro, junio de 1992) se puso de manifiesto que esta información se necesita indudablemente y debemos tomar decisiones y hacer juicios sobre el cambio climático basados en hechos irrefutables, en vez de inciertas predicciones teóricas que son la causa de especulaciones atrevidas. También saldría beneficiada la gestión de los recursos hídricos de la Tierra, un requisito que se apoya mucho menos en datos que en predicciones meteorológicas (Rodda, 1993).

Para corregir esta carencia de datos se necesita ahora una nueva red de estaciones que integren la meteorología con la hidrología y con otras ciencias ambientales. Las estaciones deberían poder medir un conjunto de variables seleccionadas, desde precipitaciones de lluvia y nieve, evaporación, caudal de los ríos, niveles freáticos, calidad del agua, humedad y temperatura del suelo, dirección y velocidad del viento, temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar y neta y presión barométrica. En oce-



DCP de una estación meteorológica automática en las montañas Cairngorm, Escocia





DCP de pluviometría en el centro de Gales, Reino Unido

anografía también se necesita medir la temperatura del agua del mar, la salinidad, la altura de las olas, las corrientes y los niveles del mar. Por supuesto que todas estas variables ya se observan. Lo que aquí está en discusión es crear una red integrada de instrumentos que las englobe a todas, en vez de tener que depender de una mezcolanza de proyectos descoordinados e inconexos, de los que es difícil, o imposible, recopilar todos los datos, de calidad desconocida.

Debido a la dificultad de las medidas meteorológicas en los océanos, estas extensas áreas apenas están representadas en los datos actuales. La mayoría de los observatorios meteorológicos se concentran en las áreas terrestres de las naciones más ricas del mundo. Sin embargo, la moderna instrumentación automática podría utilizarse fácilmente en pequeñas islas deshabitadas, ahorrando el costo elevado de las boyas tanto costeras como de alta mar. Igualmente, el tiempo de las regiones montañosas y polares del mundo está virtualmente sin vigilancia. Excepto donde el hielo amorfo y la nieve húmeda son fenómenos endémicos, no sería difícil instrumentar estas áreas, incluyendo medidas glaciológicas, como el espesor de la capa de nieve.

Esta escasez de datos puede corregirse; la infraestructura meteorológica existente y su red de comunicaciones son perfectamente adecuadas para resolver esta necesidad. ¿Cómo puede hacerse?

## Integrando la red

Incluso a mediados de los años ochenta, el Organismo Espacial Europeo, al considerar los futuros usos del METEOSAT (el satélite meteorológico europeo geoestacionario en los 0° de longitud), reconoció tácitamente la necesidad de utilizar los satélites meteorológicos y el SMT para otras aplicaciones además de la meteorología cuando estimó que la hidrología tendría en operación del orden de 5 000 DCP a finales de los años noventa mientras que la meteorología sinóptica necesitaría solamente 2 750. Se estimó que la meteorología, en general requeriría unas 5 000 (Sowden, 1987). Esta estimación es válida para cualquier otra región del mundo. Por consiguiente, es de esperar que la mitad de estas estaciones sean hidrológicas. Sin embargo, a pesar de ello, si un proyecto hidrológico desea utilizar uno de estos satélites, es probable que encuentre dificultades incluso si está financiado por la OMM o el PNUD.

Un problema de este tipo se presentó recientemente con motivo de un proyecto hidrológico en Papúa Nueva Guinea. Además de establecer una nueva red nacional de registros para hacer evaluaciones de los recursos hídricos, el proyecto también requería la instalación de una DCP piloto para la telemetría de los datos de los niveles fluviales y de la precipitación desde un lugar remoto en las regiones montañosas. El satélite meteorológico que cubre esta parte del mundo es el Satélite Meteorológico Geoestacionario (GMS) gestionado por el Servicio Meteorológico de Japón (JMA). Mientras la solicitud de la utilización del GMS progresaba, se fue descubriendo poco a poco que la legislación aplicable al JMA y al Departamento de Correos, Telégrafos y Teléfono (PTT) no permitía la retransmisión de datos exclusivamente hidrológicos a través del SMT. La autorización sólo podría concederse si también se transmitían datos de utilidad para la predicción del tiempo. Para cumplir este requisito se tuvo que añadir un sensor de presión atmosférica y temperatura del aire a los sensores de nivel fluvial y de precipitación requeridos para el proyecto hidrológico.

Para ampliar el número de variables transmitidas vía satélites meteorológicos y SMT tienen que estudiarse dos tipos de problemas: técnicos y administrativos. Aunque el primero no debe considerarse sencillo, está, sin embargo, dentro de los límites de lo posible, como lo demuestran el proyecto de Papúa Nueva Guinea y otros proyectos hidrológicos similares. Un tema mucho más difícil es el alcanzar un acuerdo general entre los dispares organismos involucrados, en particular los operadores de los satélites meteorológicos, los PTT nacionales, los SMN y las comunidades hidrológicas y oceano-

gráficas. Esto sólo puede conseguirse mediante reuniones organizadas por la OMM para discutir los problemas.

También sería conveniente que en estas reuniones se alcanzara un acuerdo sobre la normalización internacional de la precisión de los sensores, los medios de instalación y las normas generales para seleccionar los puntos de observación representativos de cada zona. Si bien las publicaciones de la OMM ya responden a muchas de estas cuestiones, los estándares aún varían considerablemente. Todas las estaciones de la nueva red propuesta deberían cumplir los estándares acordados, permitiendo así su comparación directa mundialmente y poseer la mayor precisión obtenible.

Al considerar dicha red integrada de instrumentos no se han incluido los satélites de órbita polar. Hay dos razones para ello. En primer lugar, se gestionan comercialmente y su uso nunca es gratuito, poniendo el costo de operación de una red de DCP con estos satélites lejos del alcance económico de la mayoría de los países en desarrollo. Por el contrario, el uso de los satélites meteorológicos geoestacionarios es gratuito para la meteorología y se supone que las mismas condiciones se aplicarían a todas las componentes de una red integrada.

En segundo lugar, los satélites geoestacionarios están siempre "a la vista", mientras que los satélites de órbita polar sólo están dentro de la zona de cobertura en el momento de su paso. Al ampliar el uso de los satélites geoestacionarios se debería sacar provecho de su disponibilidad continua, que permite que se hagan las transmisiones con la frecuencia que se desee. Las condiciones hidrológicas pueden cambiar rápidamente y, por ejemplo, la predicción de inundaciones podría sacar provecho de una mayor flexibilidad dentro de los intervalos de tiempo asignados a las transmisiones de las DCP. En la actualidad, los operadores prefieren intervalos de tres horas para cumplir los requisitos de la predicción del tiempo, aunque también se autorizan intervalos de una hora. Sin embargo, en el caso de las estaciones instaladas en las regiones polares deberían usarse los satélites de órbita polar. Los satélites geoestacionarios no pueden recibir datos procedentes de latitudes superiores a 75° aproximadamente, mientras que los satélites de órbita polar

cubren la totalidad de la Tierra. También pasan sobre los polos en cada órbita y proporcionan mucha mejor cobertura que en el ecuador donde los pasos son menos frecuentes.

La gran ventaja de los satélites polares es su capacidad de localizar la posición de las DCP móviles gracias a su propio movimiento con relación al suelo y al resultante desplazamiento Doppler de frecuencia que imparte a las transmisiones de la DCP recibidas por el satélite. Esto es importante, por ejemplo, en el caso de boyas a la deriva o en investigaciones zoológicas.

## Conclusión

Quando los investigadores reconocen progresivamente que el tiempo, el ciclo hidrológico, los océanos y los casquetes polares están estrechamente relacionados entre sí y comienzan a integrarlos en sus modelos climáticos, es hora de que su vigilancia sea también integrada en una red de instrumentos unificada y coordinada mundialmente. El SMT y la red de satélites existentes son idealmente adecuados para realizar esta integración; estando ya operativos podrían utilizarse con un retraso mínimo.

El objetivo de la integración propuesta es establecer una red de unas 1 000 estaciones de vigilancia del medio ambiente que transmitirían sus datos por medio de los satélites meteorológicos y el SMT desde puntos geográficos estratégicos cuidadosamente seleccionados, capaces de medir cualquier combinación de todas las variables ambientales para satisfacer las necesidades meteorológicas, hidrológicas,



DCP de aforos fluviales en las tierras altas de Escocia, Reino Unido



oceanográficas y glaciológicas o una combinación de éstas que cubra cada necesidad individual.

El punto de partida es que la OMM organice reuniones entre todas las partes implicadas, con un orden del día encaminado a determinar cómo puede realizarse la integración tanto técnica como administrativamente. Sin duda surgirán muchas dificultades a lo largo del camino pero un resultado feliz significaría una diferencia considerable en nuestra comprensión del medio ambiente, en nuestra habilidad para actuar frente al cambio climático racionalmente y en la gestión eficiente de los recursos acuíferos de la Tierra. Sin él, estamos trabajando en la

oscuridad. Ninguna ciencia puede progresar sin buenos datos.

### Referencias

- RODDA, J. C., et al., 1993: Towards a world hydrological cycle observing system. *Hydrological Sciences Journal*, 38.5, October 1993.
- SOWDEN, P., et al., 1987: *The Data Circulation Mission of the METEOSAT Second Generation*. ESA Working Group Report.
- STRANGEWAYS, I. C., 1990: *The Telemetry of Hydrological Data by Satellite*. United Kingdom Institute of Hydrology Report No. 112.

## ANUARIOS, ¿DINOSAURIOS O DINAMOS?

Por Terry MARSH\*

Antes de los años setenta, la publicación de anuarios hidrológicos o resúmenes anuales de estos datos, se consideraba como una prueba tangible de que la recopilación y distribución de datos había alcanzado su madurez. Más tarde, al desarrollar un país tras otro archivos informatizados de caudales fluviales y de niveles freáticos sustentados por servicios relativamente sofisticados de recuperación de datos, la necesidad de los anuarios se fue cuestionando progresivamente. Se argumentaba que la versatilidad de los nuevos sistemas de archivo proporcionaba medios más eficientes y eficaces de asegurar que se exploten completamente los recursos, principalmente públicos, dedicados al proceso de datos hidrométricos y de medida de caudales. Normalmente, los beneficios previstos como consecuencia de la introducción de la tecnología informática dieron lugar a que los anuarios se considerasen como anacronismos intrusos en el proceso desde la toma de datos hidrométricos hasta su distribución y uso final. Un número creciente de países abandonaron su publicación y donde estas series se continuaron, el retraso hasta que los datos de caudal llegaban al público era, con frecuencia, excesivamente grande, debilitándose aún más la justificación de los anuarios.

La tendencia contraria a los anuarios es muy comprensible; el uso de muchos sistemas nacionales de archivo es de una facilidad impresionantemente, tienen un ilustre historial y estimulan, claramente, una utilización más amplia de los datos hidrológicos. A menudo, sin embargo, al revisar

procedimientos más tradicionales del manejo de datos, se ha puesto un énfasis mayor en lo que es técnicamente posible que en lo que es probable que vaya a transmitirse. Dadas las condiciones del terreno, a menudo problemáticas, lo inadecuado de la red de estaciones de medida y los fondos y personal experto limitados de que disponen los organismos nacionales responsables, es esencial determinar qué es mantenible de una manera realista. Los avances tecnológicos en la obtención, manejo y difusión de datos han sido rápidos y, con frecuencia, pueden inducir a los diseñadores de sistemas a percibir un camino rápido y sin obstáculos entre la recogida de datos y el proceso final de toma de decisiones (véase la figura de la página 61). Desgraciadamente, no se dispone siempre de los necesarios enlaces prácticos o administrativos y es frecuente que información importante se pierda entre la obtención de datos y el usuario final.

En este sentido, merece la pena reconsiderar los beneficios, tanto directos como indirectos, que se supone están disminuyendo, de la publicación de los anuarios. Estos, junto con las actividades asociadas que aseguran la llegada ordenada de los datos validados al dominio público, pueden realizar una serie de funciones todavía no resueltas por los sistemas concebidos para hacerlos superfluos.

La principal finalidad de la publicación de los anuarios difiere de un país a otro, pero sus objetivos incluyen generalmente alguno o todos los siguientes:

\* Editor de *Hidrological Data UK*, Instituto de Hidrología, Wallingford, Reino Unido