

lo que ocasionó exceso de lluvia en el sudoeste y sequía en el este, a sotavento de la barrera montañosa. El verano también fue muy caluroso. Como resultado de la sequía y las temperaturas elevadas, se perdieron pastos, arbolado y ganado. La producción de carne, lana, lácteos y cereales se redujo en unos 213 millones de dólares. Hubo pérdidas significativas de árboles autóctonos y cultivados. El coste completo para la economía neozelandesa se estimó en 532 millones de dólares.

En Australia el impacto de la precipitación inferior a lo normal no fue tan importante como en muchos episodios anteriores de El Niño. A pesar de un invierno muy seco en la mayor parte del este de Australia, las precipitaciones generalizadas de primavera trajeron un respiro en septiembre y octubre de 1997, salvando las cosechas y favoreciendo el crecimiento de los pastos. A finales del verano 1997/1998 se agotaron las reservas de agua en el sudeste, y los ríos principales tenían un nivel bajo debido al prolongado déficit de lluvias. En muchas zonas se redujeron las asignaciones de agua de riego a los agricultores. Los incendios de matorrales produjeron algunas víctimas mortales y destruyeron propiedades, pero las pérdidas más significativas fueron las de bosques y parques naturales. A finales de enero de 1998 un breve desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical hacia el sur en la zona norte australiana, produjo precipitaciones intensas en el norte tropical e inundaciones en la región de Katherine, en el Territorio Norte. Sin embargo, hubo que esperar hasta abril de 1998 para que las lluvias generalizadas aliviaran las condiciones, generalmente de sequía, asociadas al episodio de El Niño de 1997/1998.

África meridional y oriental

Sobre esta región, las anomalías climáticas más notables fueron:

- temperaturas más altas de lo normal en las aguas superficiales del océano Índico ecuatorial al este de África;
- intensas y persistentes precipitaciones en verano sobre el este de África ecuatorial;
- las precipitaciones cercanas a la media registradas en el sur de África no resultaron habituales en comparación con las de episodios de El Niño anteriores, que estuvieron generalmente asociados a sequía.

Efectos

El periodo de julio a septiembre de 1997 fue relativamente seco en aquellas zonas que se ven normalmente afectadas por precipitaciones en verano. Sin embargo, a mediados de septiembre se dieron situaciones húmedas que persistieron hasta febrero de 1998. En la mayor parte del este de África se experimentaron inundaciones, incluyendo Burundi, Djibouti, Eritrea, Etiopía, Kenia, Ruanda, Somalia, Sudán, Tanzania y Uganda.

Los efectos de las intensas precipitaciones e inundaciones incluyeron pérdida de vidas por ahogamiento, aludes de tierra y brotes epidémicos. También hubo destrucción generalizada de redes ferroviarias y de carreteras, lo que causó la interrupción de los transportes. Las pérdidas de la agricultura, debido al encharcamiento de tierras y consiguiente podredumbre de las cosechas en los campos, junto con las de ganado por ahogamiento y enfermedades, afectaron seriamente al suministro de alimentos y a las economías rurales.

Las enfermedades fueron un problema de especial importancia, debido al estancamiento y contaminación de las aguas superficiales y al aumento de las poblaciones de portadores de enfermedades, como los mosquitos. Hubo, entre otros, brotes de cólera, tífus, malaria y fiebre del Valle del Rift. □

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HIDRÍCOS DE EL NIÑO / OSCILACIÓN AUSTRAL: REALIDAD Y FICCIÓN

*Por Gabriel ARDUINO**

Consideraciones generales

No hay duda de que El Niño o El Niño/ Oscilación Austral (ENOA) (incluyendo La Niña y otras causas de variabilidad climática) ocupa un lugar prioritario

en la agenda del Sistema de las Naciones Unidas. Como prueba de ello basta mencionar la Resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas 52/200 de diciembre de 1997. Igualmente, en el ámbito interno de cada nación, El Niño está siendo objeto de una atención creciente. La prensa también se refiere con frecuencia a este fenómeno, particularmente a sus impactos negativos como

* División de Recursos Hídricos, Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos, OMM



Inundaciones en Guilin, China, 1995

Fotografía: W. Kron

las inundaciones devastadoras o las sequías prolongadas. Por otro lado, las consecuencias positivas del fenómeno ENOA —menos espectaculares que las negativas aunque de similares consecuencias económicas— no se mencionan apenas, aunque cada vez se producen mayores beneficios como consecuencia de los resultados de las predicciones de El Niño.

En el *Boletín de la OMM* 48 (2) (páginas 257-258), dentro de la sección "Hidrología y Recursos Hídricos", de las "Noticias de los programas de la OMM" aparecía un breve informe sobre la predicción de El Niño y la gestión de los recursos hídricos. El informe se basa en los debates del Seminario Internacional "El fenómeno de El Niño 1997-1998: Evaluación y Proyecciones" que tuvo lugar en Guayaquil, Ecuador, en noviembre de 1998 y fue el primer acontecimiento llevado a cabo conforme a la Resolución de las NU antes mencionada. Sobre este Seminario se puede encontrar información adicional en otros artículos de este número del *Boletín*, así como en la sección de noticias de los programas.

Debido a este interés por El Niño y, puesto que el tema preocupa cada vez a una mayor cantidad de personas, tales como los responsables de la gestión de recursos hídricos, operadores de estructuras hidráulicas y al público en general; consideramos oportuno realizar ciertos comentarios acerca de las consecuencias del fenómeno ENOA y a su predicción, así como a la distinción entre las consecuencias del mismo y las que son atribuibles a El Niño, especialmente ahora que tanta gente es consciente de la existencia de este

fenómeno. Estos comentarios tienen que tener en cuenta el hecho de que, al realizarse y ser utilizadas las predicciones de El Niño por un reducido número de personas, se podrían encontrar ejemplos aparentemente contradictorios. En realidad, lo que sucede es que no todos los sectores interesados en las predicciones de El Niño están en igualdad de condiciones para manejar todas las variables asociadas a estas predicciones. Por ejemplo, el sector hidroeléctrico, que tradicionalmente maneja las variables relacionadas con el mercado energético y en el que las decisiones se toman por expertos en esta área. No es lo mismo en el caso del sector agrícola, donde por razones relacionadas con el proceso de la toma de decisiones y los aspectos legales, no es tan fácil en la práctica beneficiarse de tales predicciones como se podría esperar en teoría.

Tal como se ha explicado más arriba, mientras que algo se ha de ganar al identificar las consecuencias positivas y negativas de los fenómenos relacionados con El Niño, aunque aún estamos muy lejos de poder influir en sus consecuencias, las ventajas reales radican en la comprensión de los beneficios de las predicciones de El Niño. Esta comprensión puede utilizarse como base de las decisiones con implicaciones mucho mayores tanto para la gente como para las economías de los países interesados. Este enfoque pragmático de El Niño nos permitirá aprovecharnos plenamente de una comprensión más clara del fenómeno y de las mejores técnicas de predicción de los fenómenos relacionados con El Niño. Es importante que los responsables de la

toma de decisiones en el sector de los recursos hídricos estén al tanto de las posibilidades actuales. A lo largo de la reunión científica de la Quinta Conferencia Conjunta UNESCO/OMM sobre Hidrología, que tuvo lugar en Ginebra en febrero de 1999 (ver pág. 361), la OMM hizo una presentación de las posibilidades actuales de las predicciones climáticas y de su aplicación a la gestión de los recursos hídricos. La presentación estuvo a cargo de un climatólogo del Instituto de Investigación Internacional, una de las instituciones punteras en el campo del ENOA. Los expertos del sector hídrico relacionados con el Programa Internacional del Agua de la UNESCO y con el Programa de Hidrología y recursos hídricos de la OMM tuvieron la oportunidad de ponerse al día sobre los últimos adelantos relacionados con la predicción climática.

Ficción y Realidad

Aunque se ha atribuido un número considerable de catástrofes a El Niño, es poco probable que muchas de ellas fueran causadas en realidad por el fenómeno. No corresponde a los expertos en gestión de recursos hídricos juzgar esta cuestión y, por ello, se pone como ejemplo de beneficio atribuible a la predicción del ENOA lo que es cierto sólo de forma marginal. Se han realizado informes sobre casos en que, gracias a las regulaciones de los embalses realizadas en función de las predicciones de El Niño, los efectos de las inundaciones se redujeron drásticamente. Sin embargo, la principal causa de la reducción de los efectos de las inundaciones fue la propia existencia de una presa, junto con un adecuado manejo de las compuertas de la misma basado en un sistema de predicción de vertido calculado mediante informaciones meteorológicas e hidrológicas. La reducción del caudal río abajo de los embalses puede ser atribuida a las predicciones de El Niño sólo si el nivel del agua de los embalses se reduce como resultado de haber tenido en cuenta las predicciones climáticas y no sólo basándose en predicciones a corto plazo.

Un aspecto de la realidad que no aparece en la literatura es lo que podríamos llamar efecto amplificador de los procesos hidrológicos y del uso de los recursos de acuerdo con las variaciones climáticas. Para ilustrar este punto de vista, tomemos como ejemplo un período de sequía y de precipitaciones reducidas. Como sólo produce erosión el agua que no es retenida en el suelo, el descenso del caudal de agua de los ríos puede superar el 200% de la cantidad de precipitación reducida; por otro lado, la demanda de agua aumenta a causa de la reducción de las precipitaciones, las necesidades de agua para regadío se incrementan y, debido al descenso de los vertidos, no hay suficiente agua disponible para satisfacer la demanda. Además, debido a que resulta más

caro utilizar el agua subterránea que el agua de escorrentía, sólo habrá un incremento infinitamente pequeño del consumo de aguas subterráneas. Por ello, mucho depende de lo que se entienda por "hidrología" y por "recursos hídricos".

Merece la pena destacar que las variaciones estacionales y las asociadas con el fenómeno de El Niño no son siempre tenidas en cuenta a nivel internacional. Este punto se ha tenido en cuenta en el documento "Evaluación Global de los Recursos de Agua Dulce del Mundo", presentado en la Sesión Especial de la Asamblea General de las Naciones Unidas en junio de 1997. La OMM ha tomado medidas para evitar una simplificación de tal calibre, y ha enviado claros mensajes sobre el tema, incluyendo un artículo en el *Boletín de la OMM* 47 (2), pág. 215 (seminario sobre la ley del agua). Además, a nivel internacional no se otorga la importancia suficiente al importante papel que juegan los embalses en este contexto, y se han producido quejas por la construcción de embalses debido a que reducen los recursos de agua dulce disponibles a causa de las pérdidas adicionales por la evaporación. Este ejemplo muestra una vez más cómo el término "recursos hídricos" es considerado como sinónimo de caudal medio anual y no de disponibilidad de agua como se hace habitualmente y como lo han definido la OMM y la UNESCO en el *Glosario Internacional de Hidrología*.

En resumen, se puede afirmar con seguridad que la disponibilidad de los recursos hídricos es altamente variable y que la escasez de agua depende mucho más de las variaciones climáticas que de los caudales medios anuales. En lo referente a la gestión de los recursos hídricos, podemos afirmar que las predicciones climáticas permiten utilizar mayores cantidades de agua por la sencilla razón de que no es suficiente determinar la disponibilidad de agua durante un período de tiempo. Por el contrario, dicha disponibilidad debe establecerse con antelación, de forma que puedan tomarse medidas adecuadas relativas a la utilización del agua.

La acción de la OMM

La OMM está llevando a cabo una serie de interesantes actividades en este campo. Por ejemplo, en su última reunión, celebrada en Coblenza, Alemania, en diciembre de 1996, la Comisión de Hidrología designó un experto para investigar las relaciones entre la variabilidad climática y los recursos hídricos. (Véase *Boletín de la OMM* 46 (2), págs. 166-168). Los resultados de esta investigación serán presentados a la Comisión en su próxima reunión en el año 2000.

Además, la OMM ha iniciado recientemente un proyecto sobre el impacto del ENOA, y otros procesos claves causantes de la variabilidad climática, en la gestión de los recursos hídricos

en América del Sur. El proyecto se desarrollará en el marco de las actividades llevadas a cabo por el Grupo de Trabajo sobre hidrología de la Asociación Regional III (América del Sur). A raíz de una propuesta del presidente del Grupo de Trabajo, el presidente de la AR III nombró recientemente un subgrupo para elaborar un documento sobre este proyecto.

El objetivo del proyecto es desarrollar metodologías que puedan utilizarse en la región para evaluar el impacto socioeconómico del ENOA, y otros procesos, en la gestión de los recursos hídricos en América del Sur, utilizando varios escenarios en la predicción de la variabilidad climática. El proyecto desarrollará una serie de metodologías, que posteriormente se analizarán y se aplicarán en distintos estudios de casos en los países que participan en el proyecto. Los tres sectores principales que abordará el proyecto son: la producción hidroeléctrica, la irrigación y el suministro de agua potable. Otros sectores como el sistema de alcantarillado, el ocio, la navegación y la industria se abordarán en un informe con recomendaciones acerca de cómo extender las metodologías a estas actividades.

En conjunto, está previsto realizar un mínimo de tres estudios casuísticos para aplicarlos a diversas cuencas de la Región abarcando cada uno de los tres sectores. Los estudios se llevarán a cabo siguiendo la metodología previamente aprobada en el marco del proyecto. Los estudios casuísticos se publicarán y en un documento resumen por separado se mostrará la importancia socioeconómica de los cambios de política en la gestión de recursos hídricos de la Región de forma que se tengan en cuenta las predicciones de variabilidad. El proyecto también suministrará justificaciones cuantitativas sobre la importancia de proseguir la investigación en el campo de las predicciones climáticas, y de las ventajas derivadas de hacer el máximo uso de los resultados de tales predicciones en la gestión de los recursos hídricos en estos tres sectores.

En este proyecto participarán especialistas en el campo de las predicciones climáticas, que determinarán los escenarios que deberán utilizarse en la predicción de la variabilidad climática. A través de la OMM, el proyecto obtendrá información actualizada de los desarrollos actuales y de las últimas actividades en la planificación de modelos, haciendo especial hincapié en aquellos aspectos relacionados con los recursos hídricos. Los especialistas en hidrología y en recursos hídricos participarán en el proyecto durante sus dos etapas iniciales, es decir, en el desarrollo de la metodología y en la preparación de los estudios casuísticos.

El proyecto se basará en una serie de alternativas sobre la predicción de la variabilidad climática, incluyendo las siguientes variables:

a) duración de las predicciones estacionales de las precipitaciones, temperaturas y otras variables (mensual); b) avisos anticipados elaborados con las predicciones estacionales (mensual); y c) probabilidad de que la predicción sea precisa (porcentaje).

En un cursillo práctico inicial, se establecerán los escenarios y se dividirán en tres categorías: (a) escenarios disponibles en la actualidad, o que estén disponibles antes de la finalización del proyecto; (b) escenarios que requieran algunas mejoras que puedan alcanzarse sin tener que realizar cambios significativos en las actuales actividades de investigación; (c) escenarios que requieran mejoras importantes que supongan importantes inversiones en términos de investigación y modelización matemática, y que sólo puedan estar disponibles a largo plazo. (Hay que tener en cuenta que el proceso de suministro de los sistemas con equipamiento electrónico requiere generalmente varias décadas de planificación.)

Los planes destinados al sector hidroenergético suponen la cuantificación de las ventajas económicas a corto plazo derivadas de un cambio en el funcionamiento del sistema hidroeléctrico. (No se hace referencia a las centrales hidroeléctricas en este contexto dado que, por un lado, existen diferentes aprovechamientos en cascada, y por otro, por el alto grado de interconexión eléctrica.) Mientras que la metodología del proyecto aportará detalles sobre cómo cuantificar los beneficios, su principal utilización será mostrar cómo tales beneficios están basados en las comparaciones de los costes de la producción de energía eléctrica cuando las predicciones climáticas son tenidas en cuenta y cuando no lo son. Por ejemplo, si nos basamos en las predicciones de los periodos en que se esperan pocos aportes de agua a los sistemas de embalses, una forma de reducir los gastos de producción sería producir menos energía y almacenar el agua antes del período en que se reduzcan los aportes. De este modo, se incrementa la producción de energía segura, debido a que están disponibles mayores aportaciones de energía hidroeléctrica en los periodos más críticos. Por consiguiente, aunque la cantidad de energía de las centrales térmicas permaneciera estable, se podrían utilizar aquellas centrales térmicas de mayor rendimiento, y las diferencias entre estos rendimientos permitirían evaluar los beneficios económicos para los diferentes escenarios.

Por otro lado, cuando las predicciones indiquen periodos en los que se va a producir un mayor aporte de agua a los embalses, se puede aplicar una política distinta. En este escenario se usaría la mayor cantidad de agua posible de forma que los niveles de agua de los embalses caigan antes del fin de estos periodos, basándose en el conocimiento de que grandes cantidades de agua

huirán más tarde a los embalses. Cualquier energía adicional producida como consecuencia de esta política podría ser utilizada para cuantificar el beneficio económico. A largo plazo, las decisiones relativas a la elección del equipamiento eléctrico basado en predicciones climáticas dará como resultado una menor necesidad de respaldo de energía térmica, de tal modo que se podrán realizar inversiones en centrales térmicas con mayores costes de funcionamiento pero con menor inversión inicial. Esto representará un ahorro considerable en aquellos países con importante producción hidroeléctrica — éste es el caso de muchos países de la región, en donde la producción hidroeléctrica puede alcanzar valores de hasta el 95 por ciento.

En lo que respecta al sector agrícola, el enfoque es diferente, ya que el agua no puede sustituirse por combustibles fósiles. Aquí las predicciones pueden utilizarse para asignar una cuota total de agua para cada cuenca hidrográfica en función de la predicción de disponibilidad de agua para la próxima cosecha. Este procedimiento permitiría aumentar el uso del regadío en aquellos años en que el agua es abundante, y un menor uso durante las épocas de sequía. En este contexto, hay que realizar estudios sobre las posibilidades legislativas y sobre el auténtico papel de las autoridades del agua en cada país, con vistas a promulgar leyes que tengan en cuenta las predicciones de la variabilidad climática.

Tanto a corto como a largo plazo, la manera de afrontar el problema en el sector del agua potable es similar al hidroeléctrico. En el enfoque a corto plazo, se debe hacer un esfuerzo por

utilizar recursos alternativos de una manera adecuada. En términos del desarrollo de fuentes de suministro, la consecuencia podría ser un aplazamiento de las inversiones, con las consiguientes ventajas que tales aplazamientos suponen.

El valor del proyecto en términos de su aplicación a las políticas y toma de decisiones resulta evidente dado que demuestra las ventajas socioeconómicas de establecer políticas de gestión de los recursos hídricos que tengan en cuenta las posibilidades actuales y futuras de la predicción de la variabilidad climática, lo que mejorará la utilización de los recursos hídricos.

Si bien las ventajas de la predicción de la variabilidad climática y un uso más adecuado de los recursos hídricos podrían parecer evidentes para ciertos sectores como el regadío y el de agua potable, estas ventajas no han sido cuantificadas. Por ello, con un mínimo de nueve estudios, el proyecto proporcionará una visión más completa de las ventajas.

Además el proyecto proporcionará la base para la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos, incluyendo las decisiones legales, lo que por supuesto tendrá una gran influencia en la asignación de los recursos. Se incluirán también ejemplos de países que asignan sus recursos basándose en las predicciones de disponibilidad tomando en consideración la predicción de la variabilidad climática. Otros ejemplos demostrarán la sensatez de modificar la legislación para adaptarla a las tendencias recientes en el campo de la climatología, de manera que se puedan aprovechar las ventajas de tales tendencias.



Inundaciones en el Danubio, 1990

Fotografía: W. Kron

Conclusión

Se hace imprescindible adoptar un enfoque más científico de la gestión de los recursos hídricos para separar la realidad de la ficción y poder cuantificar las ventajas socioeconómicas reales

de la predicción climática. Por ello, es importante que trabajos sobre el impacto de El Niño no se limiten exclusivamente al régimen hidrológico, sino que se extiendan al campo de los recursos hídricos. □

LA VIGILANCIA DEL CLIMA EN ÁFRICA

Por Mohammed Sadek BOULAHYA* y Omar BADDOUR*

Introducción

El ACMAD, Centro Africano de Aplicaciones de la Meteorología al Desarrollo (Niamey, Níger) ha completado una gran parte de su Programa de Demostración durante 1997-1999. Dentro de este programa, el enfoque era el de adaptar los productos a las necesidades del usuario a diferentes niveles aumentando así la capacidad de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) en África. La vigilancia del clima en África ha sido llevada a cabo dentro de este programa en un esfuerzo conjunto entre los SMHN y otras instituciones de carácter subregional, tales como los Centros de Control de la Sequía (DMC) de Nairobi y Harare y el Centro Regional de Formación Profesional en Agrometeorología e Hidrología Operativa y sus Aplicaciones (AGRHYMET, Niamey, Níger). Por tanto, la vigilancia del clima en África supone:

- asegurar la vigilancia y predicción del clima de forma regular en el continente africano así como proporcionar boletines mensuales y estacionales;
- asegurar la producción de un asesoramiento regular sobre los fenómenos de El Niño/La Niña que abarque sus impactos en África;
- divulgar los resultados a todos los SMHN a través del sistema de telecomunicaciones existente y también por Internet;
- desarrollar herramientas de predicción estacional, basándose en metodología científica sólida, que puedan ser adaptadas por los SMHN a nivel nacional para la elaboración de predicciones estacionales operativas objetivas;
- realizar un extenso programa para dotar a los SMHN de capacidades,

Próximas reuniones sobre la vigilancia climática en África

- Un curso de capacitación del Foro sobre Perspectiva Climática en la región de África meridional, previsto para llevarse a cabo del 3 de agosto al 10 de septiembre de 1999 en Pretoria, Sudáfrica.
- Un foro de evaluación post-PRESAO-2, previsto para noviembre o diciembre de 1999 en Dakar, Senegal, o en Nouakchott, Mauritania, en paralelo con la reunión de directores de los SMHN en el marco de la Comunidad Económica de la subregión de los estados de África occidental.

proporcionándoles los medios tecnológicos y el nivel de conocimiento requerido para dar respuestas adecuadas a las necesidades del usuario.

Actividades y resultados de la vigilancia climática

La actividad de vigilancia incluye la elaboración de un resumen climatológico mensual que describe el estado de la estación lluviosa y su evolución, destacando los principales fenómenos meteorológicos. Se proporciona una predicción para la próxima estación lluviosa para diversas regiones africanas en la cual se ha demostrado una significativa destreza. El Boletín de Vigilancia Climática mensual sale los días 15 de cada mes. Se ha realizado una predicción experimental de la fecha de comienzo de las lluvias para el área del Sahel, basada en un método empírico desarrollado por el Prof. Omotosho, utilizando el sistema de integración de datos ACMAD SYNERGIE para la extracción del viento y el programa (AMEDIS CLIMATE) para el cálculo y

* Centro Africano de Aplicaciones de la Meteorología al Desarrollo