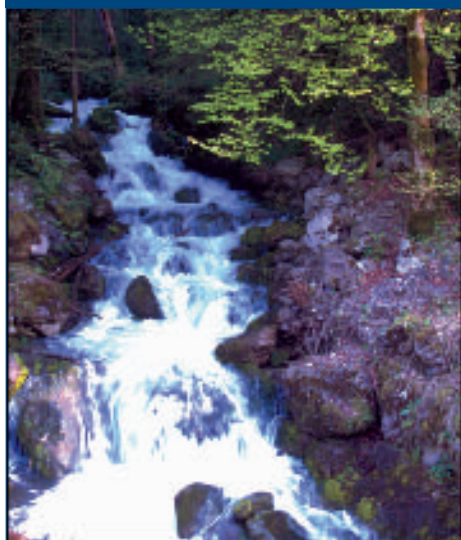


Cómo conocer el ciclo hidrológico



Por Bruce Stewart*

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos del mundo. Su disponibilidad en el espacio y en el tiempo ejerce una influencia enorme sobre la economía de una nación y casi todos los aspectos del desarrollo están estrechamente ligados al control apropiado y al suministro adecuado de agua. Es el elemento clave en los problemas tanto medioambientales como de desarrollo y, por lo tanto, los problemas relacionados tienen que afrontarse mediante acciones basadas en un enfoque integrado del uso del suelo, el suministro de agua y la gestión de las aguas residuales. Con la debida atención a todos los usos paralelos del agua en la naturaleza y la sociedad, y también a

los vínculos evidentes entre las tierras río arriba, el uso del agua y las oportunidades aguas abajo, las unidades más adecuadas para dicha integración deberían ser las cuencas receptoras o cuencas fluviales.

Dada la distribución desigual en el mundo de los recursos hídricos, es muy probable que la escasez de agua sea un problema regional, y no mundial. Sin embargo, los recursos hídricos sólo pueden comprenderse dentro del contexto de la dinámica del ciclo hidrológico. Cuando se calcula la cantidad de agua dulce disponible para consumo humano lo que cuenta no es la suma total de los recursos mundiales de agua dulce sino en qué proporción se renuevan o rellenan por el ciclo hidrológico mundial. Para evaluar el nivel de escasez de agua, se necesitan datos sobre la cantidad bruta de agua del ciclo hidrológico mundial disponible para un país. Esto requiere un conocimiento mejor del ciclo hidrológico mundial por el cual se evapora el agua de los océanos y de otras masas de agua, se acumula como vapor de agua en las nubes y vuelve a los océanos y a otras masas de agua como lluvia y nieve o como escorrentía de esta precipitación o como agua subterránea.

El WHYCOS

En 1993 la OMM, asociada al Banco Mundial, creó el Sistema Mundial de Observación del Ciclo Hidrológico (WHYCOS).

El concepto original del WHYCOS se desarrolló como un programa mundial, creado a semejanza de la Vigilancia Meteorológica Mundial de la OMM; está basado en una red mundial de estaciones de referencia que trans-

miten datos hidrológicos y meteorológicos en tiempo casi real, a través de satélites, a los Servicios Hidrológicos Nacionales y a los centros regionales.

Después de años de experiencia en el desarrollo de los distintos componentes, se vio que era necesario distinguir claramente entre los objetivos del concepto mundial del WHYCOS y los de los componentes regionales del WHYCOS. Por tanto, los objetivos del WHYCOS son:

- Fortalecer las capacidades técnicas e institucionales de los Servicios Hidrológicos e Hidrometeorológicos Nacionales mediante la formación profesional y la creación de capacidades.
- Desarrollar y perfeccionar los sistemas de información para suministrar datos, información y productos hídricos fiables para satisfacer las necesidades de los usuarios (por ejemplo, predicción y aviso de crecidas, predicción de sequías y gestión de recursos hídricos).
- Crear una red mundial de estaciones de observación nacionales de referencia para suministrar datos consistentes y de gran calidad sobre la cantidad y la calidad del agua y sobre meteorología, transmitidos en tiempo real a los centros de datos nacionales y regionales.
- Fomentar y facilitar la difusión y el uso de información hídrica mediante tecnología actualizada.
- Estimular las actividades de evaluación de los recursos hídricos.
- Fortalecer la cooperación en los ámbitos de cuenca, regional e internacional como una contribución a la gestión integrada de los recursos hídricos.

* Oficina de Meteorología de Australia y presidente de la Comisión de Hidrología de la OMM

- Facilitar y permitir el uso de información hídrica para aplicaciones a mayor escala en otros programas científicos internacionales y de la OMM.
- Crear un marco de directrices y de normas compatibles para la adquisición, almacenamiento, recuperación y difusión de los datos.

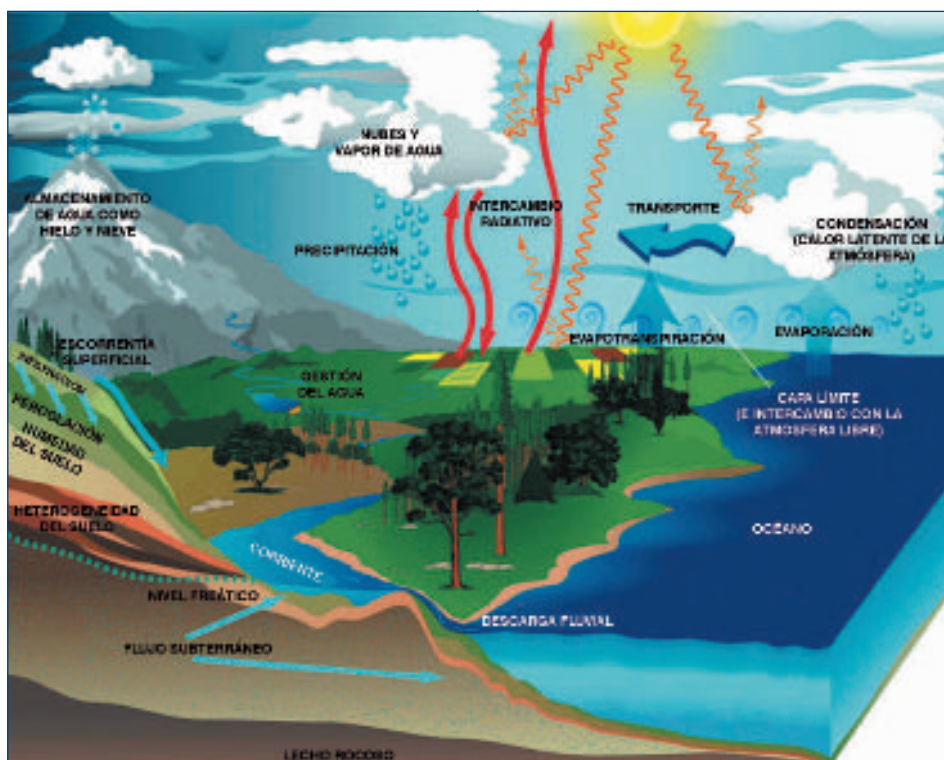
El ciclo hidrológico

El agua se encuentra en la Tierra en cantidades importantes en sus tres fases físicas: líquida, sólida y gaseosa. También se encuentra en los tres entornos principales de la Tierra a los que los humanos pueden acceder con facilidad: la atmósfera, los mares y océanos, y las tierras. Dado que el agua puede moverse con facilidad de un entorno a otro y puede cambiar de una fase a otra como respuesta a las condiciones de su entorno, constituye un medio dinámico tanto en el espacio como en el tiempo. El sistema de depósitos de la Tierra para almacenar el agua y la multitud de conexiones entre los distintos depósitos se ha conceptualizado en el Ciclo del Agua o Ciclo Hidrológico.

El ciclo hidrológico es un sistema cerrado en el que el agua que circula en el sistema siempre permanece dentro del mismo. El ciclo completo viene regido por el exceso de radiación solar entrante con respecto a la radiación saliente. El ciclo consta de estos subsistemas: atmosférico, escorrentía superficial y subterráneo.

Cómo conocer el ciclo hidrológico

Es importante disponer de información y datos adecuados sobre la cantidad, la variabilidad y la calidad de todos los recursos hídricos de una nación, ya que el agua es vital para el desarrollo



El ciclo hidrológico mundial (Figura: Programa Científico del Cambio Climático de los EE.UU.)

sostenible actual y futuro. La precipitación suele variar en la naturaleza y, como resultado de ello, el flujo fluvial también puede ser variable con largas sequías o crecidas grandes y devastadoras. En la mayor parte de los países cada vez hay una demanda mayor de recursos hídricos, y también mayores amenazas de los usuarios y los usos en competición. Generalmente, son variables en calidad y cantidad, no se puede predecir su ocurrencia y suelen estar alejados de los centros de demanda.

El interés actual por aumentar el conocimiento del ciclo hidrológico está directamente relacionado con la necesidad de gestionar nuestros recursos hídricos valiosos bajo el principio director del desarrollo sostenible. Aunque, en muchos casos, el interés en la utilización de los datos hidrológicos se ha desplazado del uso del recurso al uso

sostenible del recurso, no se ha alterado la preocupación básica de reducir el riesgo (gestión de riesgos). Entre estos riesgos se incluyen: la pérdida de acceso al suministro del recurso, el daño a las propiedades o las muertes por episodios extremos (sequías y crecidas), la pérdida de biodiversidad y el daño a los ecosistemas acuáticos. Algunos de los riesgos que hay que gestionar hoy en día incluyen la aparición de algas, el aumento de la salinidad y la pérdida de hábitats naturales y de especies amenazadas.

El papel de los Servicios Hidrológicos Nacionales

Las necesidades que mueven a la provisión de los servicios hidrológicos son, principalmente, la seguridad de la vida y de las propiedades, la gestión sostenible de nuestros recursos

naturales (en particular el agua) y la seguridad del agua como apoyo a la seguridad alimentaria.

La información y los datos básicos de los recursos hídricos, cuyo suministro es uno de los principales papeles de los Servicios Hidrológicos, son las bases a partir de las cuales tomar decisiones importantes sobre la asignación y el uso de nuestros recursos hídricos. Los Servicios Hidrológicos también tienen su importancia en relación con los extremos de disponibilidad (sequías y crecidas), y también con la variabilidad natural. Las sequías tienen efectos sobre la agricultura, la condición de los ecosistemas y el abastecimiento urbano de agua. El conocimiento y la información de las sequías pasadas y la capacidad de predecir condiciones potenciales futuras de sequía son, por lo tanto, servicios hidrológicos valiosos en términos del funcionamiento de los sistemas hidrológicos durante estos períodos. Las crecidas también causan daños en las zonas urbanas y rurales, aunque en un marco temporal mucho más corto que las sequías. Los productos hidrológicos como los parámetros hidrometeorológicos de diseño, el cartografiado de llanuras de inundación y los servicios de predicción y de avisos son, por lo tanto, de gran utilidad y valor para los responsables de la planificación y el desarrollo.

La planificación y la toma de decisiones deben lograr nuevos niveles de sofisticación, fiabilidad y aceptación. Para ello hará falta información oportuna, precisa y exhaustiva sobre el estado de los recursos hídricos que complemente la información sobre las dimensiones económicas, sociales y medioambientales del uso del agua. Desgraciadamente, en muchas partes del mundo los sistemas para recoger y gestionar la información hídrica son inadecuados y, a menudo, se están deteriorando. Entre las dificultades concretas se incluyen la falta de recur-

sos para mantener estaciones de observación, los distintos procedimientos para la adquisición de los datos, las variaciones en los procedimientos y en las normas de garantía de calidad entre las distintas agencias y países, sistemas de telecomunicaciones poco fiables y sistemas obsoletos para la gestión de la información.

La necesidad de conocer todos los elementos del ciclo hidrológico, y también las interacciones de la atmósfera, la tierra, el agua y los océanos, ha dado como resultado la ampliación de los tipos de datos que observamos y almacenamos y el reconocimiento de la necesidad de desarrollar sistemas de información integrada.

La contribución del WHYCOS

El WHYCOS contribuye a la adquisición de información, lo que ayuda a conocer el ciclo hidrológico al proporcionar datos de una forma integrada y consistente según normas acordadas. También se pueden suministrar datos en tiempo real, lo que permite una gestión más eficaz de los problemas de los recursos hídricos. Estos datos permiten crear y mantener bases de

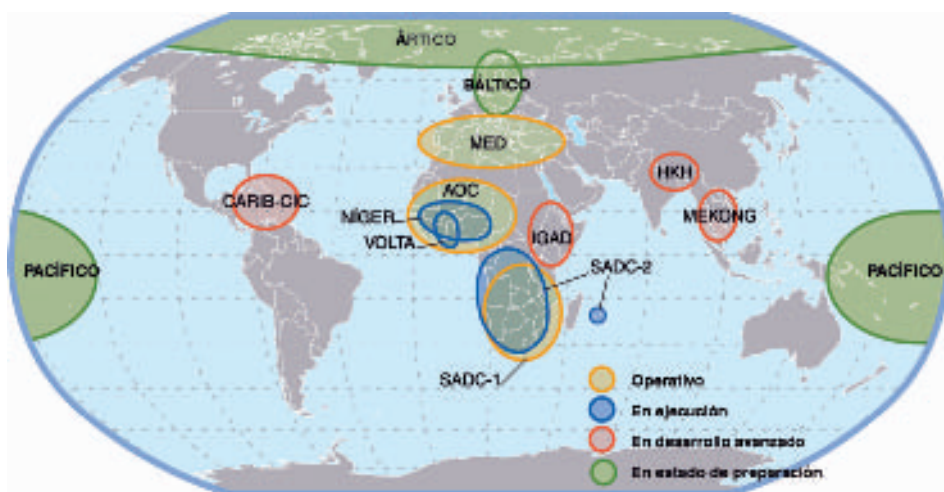
datos distribuidas nacional y regionalmente constantemente actualizadas y, consecuentemente, de alta calidad. El WHYCOS pretende apoyar, en todas las partes del mundo, la creación y la intensificación de sistemas de información que puedan facilitar datos hídricos fiables a los que planifican recursos, a los encargados de la toma de decisiones, a los científicos y al público en general. El WHYCOS consta de los siguientes componentes:

- Un componente de apoyo, que fortalece los vínculos de cooperación entre los países participantes.
- Un componente operativo, que pone en marcha el sistema "sobre el terreno" a escala de cuencas fluviales regionales e internacionales.

Las estaciones del WHYCOS observarán un conjunto mínimo de variables:

- Nivel y flujo de agua
- Precipitación
- Temperatura
- Humedad

Además, en muchas estaciones, se medirán otras variables necesarias para calcular la evapotranspiración potencial y para describir las características



Componentes del Sistema Mundial de Observación Hidrológica

físicas y químicas del agua (en total, hasta 16 parámetros). Las estaciones estarán equipadas con plataformas de recogida de datos, que transmitirán por medio de satélites meteorológicos (METEOSAT, GOES, etc.) y del Sistema Mundial de Telecomunicaciones de la OMM a las estaciones receptoras de datos situadas en los centros regionales y nacionales.

El WHYCOS consta de numerosos componentes regionales, cada uno de los cuales se aplica de manera independiente y tiende a satisfacer las necesidades locales. Cada componente se pone en marcha cuando los países interesados han expresado colectivamente su deseo a ese respecto y se comprometen a procurar su éxito.

La ejecución a escala regional permite que cada HYCOS adopte los acuerdos institucionales y financieros apropiados a la región. También permite a cada HYCOS seleccionar las actividades y los procedimientos y diseñar productos específicos para las características hidrológicas de la región y, también, para satisfacer las necesidades particulares de esta, de los países participantes, de sus Servicios Hidrológicos y de los usuarios finales.

La contribución del WHYCOS en el ámbito mundial

La disponibilidad de información hidrológica para el trabajo de los programas científicos internacionales que necesitan información hídrica, como la investigación del ciclo hidrológico mundial (incluidos el Experimento Mundial sobre la Energía y el Ciclo Hídrico (GEWEX) y el Experimento de Predicción Hidrológica por Conjuntos (HEPEX)) y los relacionados con la variabilidad y el cambio del clima, tales como el Programa Mundial sobre el Clima (PMC), el Sistema Mundial de Observación del

Clima (SMOC), el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) y el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (WWDR), no ha sido, ni de lejos, satisfactoria. En la actualidad, solo se dispone de unos pocos centros mundiales de datos hidrológicos. Uno de estos centros, una iniciativa de la OMM, es el Centro Mundial de Datos de Escorrentía (CMDE), en Coblenza (Alemania). A su vez, los conjuntos de datos regionales se agrupan bajo los auspicios del proyecto FRIEND, puesto en marcha por la UNESCO. Se ha comprobado que estos conjuntos de datos no son representativos espacialmente y a menudo no tienen la suficiente calidad.

El GEWEX es un programa que puso en marcha el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC) para observar, comprender y modelizar el ciclo hidrológico y los flujos de energía en la atmósfera, en la superficie terrestre y en las capas altas de los océanos. El GEWEX es un programa integrado de investigación, observaciones y actividades científicas que lleva finalmente a la predicción del cambio climático mundial y regional.

El objetivo principal del HEPEX es reunir a la comunidad hidrológica internacional y a la meteorológica para mostrar cómo realizar predicciones hidrológicas por conjuntos que sean fiables y de calidad. Y que las mismas pueden utilizarse con confianza para ayudar al sector de los recursos hídricos a tomar decisiones, que tienen consecuencias importantes para la economía y para la salud y la seguridad públicas.

El SMOC pretende ser un sistema operativo a largo plazo, dirigido por el usuario, capaz de ofrecer las obser-

vaciones exhaustivas necesarias para vigilar el sistema climático, para detectar y atribuir el cambio climático, para evaluar los efectos de la variabilidad y del cambio del clima y para apoyar la investigación con el fin de conseguir un mejor conocimiento, modelización y predicción del sistema climático. Trata todo el sistema climático, incluidas las propiedades físicas, químicas y biológicas y los procesos atmosféricos, oceánicos, hidrológicos, criosféricos y terrestres.

Un esfuerzo tan centrado internacionalmente como el WHYCOS es esencial para tener un mejor conocimiento del ciclo hidrológico mundial y como apoyo a la gestión sostenible de nuestros valiosos recursos hídricos en un mundo cambiante. La información recogida a través del WHYCOS ayudará a las principales iniciativas internacionales dirigidas a cumplir con los Objetivos de Desarrollo del Milenio de erradicar la pobreza y el hambre extremas, garantizar la sostenibilidad medioambiental y desarrollar una asociación mundial para el desarrollo.

Programa futuro

Hasta la fecha, tres componentes ya han completado la fase de puesta en marcha: el MED-HYCOS para los países ribereños del Mediterráneo, el SADC-HYCOS para los países del sur de África y el AOC-HYCOS para los países del oeste y el centro de África. Más allá de los aspectos materiales de disponer de mejores redes de observación y mayor capacidad de gestión de datos, los logros más importantes han sido el fortalecimiento de la cooperación regional en actividades relacionadas con el agua y el incremento del intercambio de datos regionales.

A partir de los logros del SADC-HYCOS, se ha puesto en marcha un proyecto de



segunda fase que ahora mismo está en ejecución y que amplía las actividades a Mauricio y Angola. De manera similar, como continuación del AOC-HYCOS, durante 2005, han entrado en fase de puesta en marcha dos proyectos de cuenca: el Níger-HYCOS y el Volta-HYCOS. En otros cuatro componentes regionales, las negociaciones con los países y con los socios financieros están en sus fases finales y se espera que pronto empiecen los proyectos. Esos cuatro componentes que enseguida comenzarán las actividades de campo son: el Carib-HYCOS, el Mekong-HYCOS, el HKH-HYCOS (la región del Himalaya y el Hindu Kush) y el IGAD-HYCOS (este de África). Por último, las propuestas de proyecto para el Pacific-HYCOS, el Aral-HYCOS

y el Arctic-HYCOS están también en fases avanzadas de preparación y en consultas con los potenciales socios financieros. También se están desarrollando otros componentes de HYCOS. Entre ellos hay dos en África (Senegal y Chad) y dos en Europa (Báltico y Sava).

El programa WHYCOS ofrece en la actualidad un marco para mejorar las redes hidrológicas en muchos países, incluidos 20 de los países menos desarrollados (PMD) de todo el mundo. Está sentando las bases de los procedimientos y las metodologías tipo para la evaluación y la gestión de recursos hídricos. El portal de WHYCOS (que está en preparación) facilitará el acceso a los datos hidrológicos para

que sean compartidos entre los países y la comunidad internacional.

Con la ejecución de todos los componentes anteriores, se atenderán las necesidades de unos 60 países para llenar los huecos en las redes de datos hidrológicos. La misión del programa para fortalecer las capacidades técnicas e institucionales de los Servicios Hidrológicos Nacionales en la adquisición de datos hidrológicos y en el suministro de información de calidad consistente tiene un largo camino por recorrer en la provisión de aportaciones científicas a la gestión integrada de los recursos hídricos. Este paso es esencial en el camino para lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la disminución de la pobreza.