



El papel de la ciencia en la implantación de la red GEOSS¹

Por José Achache²

Solo los procesos de toma de decisiones fundamentados en los hechos contribuyen a mejorar la salud, la seguridad y el bienestar humanos; a disminuir el sufrimiento de los hombres, por ejemplo poniendo fin a la pobreza; a proteger el medio ambiente del planeta; a reducir los daños que se producen como consecuencia de los desastres; y a conseguir un desarrollo sostenible. Conocer bien cómo funciona el sistema de la Tierra constituye uno de los requisitos previos imprescindibles de cualquier proceso de toma de decisiones bien fundamentado.

Se sabe que la Tierra es una compleja "red de sistemas" en la que tienen lugar numerosos procesos relacionados entre sí a lo largo de escalas temporales y espaciales de diversa naturaleza. Por este motivo, las observaciones exhaustivas, coordinadas y continuas del sistema terrestre resultan esenciales para aumentar el conocimiento que tenemos de nuestro propio planeta. Esta es la idea que alimenta la creación del Grupo de observación de la Tierra (GEO) y su Plan de implantación a 10 años de una Red mundial de sistemas de observación de la Tierra (GEOSS). El papel de la comunidad científica es vital para su éxito.

La necesidad de una red GEOSS

Disponemos en la actualidad de varios sistemas o suprasistemas

de observación terrestre bastante dispares y aislados que se coordinan con fines específicos. Hay que incluir entre ellos los satélites independientes o los sistemas de observación por satélite como, por ejemplo, la componente espacial del Sistema Mundial de Observación de la Vigilancia Meteorológica Mundial, que acabará siendo una contribución de la OMM a la red GEOSS. Las agencias espaciales operan varios satélites que realizan cientos de misiones de observación de la Tierra, a las que hay que añadir los centenares de observaciones terrestres que se realizan in situ. Algunas de ellas tienen un carácter global, como las que realizan la Red sísmica mundial o la red de boyas a la deriva Argo. También es necesario incorporar las redes locales o nacionales a la red mundial, como las que se utilizan para la observación de los ecosistemas y la biodiversidad, y los sistemas similares empleados para la vigilancia de la calidad del aire y del agua.

Todos estos sistemas utilizan lenguajes y formatos diferentes, producen una variedad de datos y sus ejes de coordenadas son también dispares. Es muy difícil relacionar, comprender y acceder a todos estos datos. Para entender de verdad los complejos mecanismos que gobiernan el planeta debemos utilizar sistemas de observación compatibles y esta es la idea básica de la red GEOSS: unificar todos los sistemas de observación de la Tierra en un sistema de gestión de datos que preste servicio al gran número de aplicaciones existentes en las nueve esferas de beneficios sociales del GEO, entre las que se

Este artículo está basado en una presentación del autor con motivo de la LVIII reunión del Consejo Ejecutivo (Ginebra, junio de 2006).

incluyen el agua, el tiempo y el clima, pero también los desastres naturales, la agricultura, la energía, la salud, los ecosistemas y la biodiversidad.

La justificación para utilizar esta forma de abordar el problema es doble. En primer lugar, es frecuente que cualquier observación sea un dato de entrada para muchas aplicaciones. Un buen ejemplo de ello son los datos de la cubierta terrestre, que son necesarios, evidentemente, para la gestión de los ecosistemas y la biodiversidad y son imprescindibles, naturalmente, para las aplicaciones agrícolas, energéticas e hídricas. Constituyen, asimismo, un parámetro importante para la elaboración de predicciones meteorológicas y para los modelos climáticos. Por lo tanto, podemos concluir que los datos respecto a la cubierta terrestre son esenciales para la mayoría, por no decir todas, de las aplicaciones de las nueve esferas de beneficios sociales del GEO. En segundo lugar, pero no menos importante, es evidente que para utilizar correctamente cualquier aplicación es necesario disponer de datos procedentes de distintas fuentes y sistemas de observación muy diferentes entre sí, independientemente de que sean espaciales, aéreos, terrestres u oceánicos.

¹ Red mundial de sistemas de observación de la Tierra

² Director de la Secretaría del GEO

Así pues, la red GEOSS conseguirá que un único sistema de observación preste servicio a muchos usuarios y que cada uno de ellos pueda consultar datos procedentes de una multitud de sistemas de observación, convirtiéndose de esta manera en un poderoso aliado de los científicos del planeta por lo que respecta a la toma de decisiones.

En resumen, la red GEOSS va a mejorar la calidad y la coordinación de los sistemas de observación y proporcionará un acceso simplificado y más libre a los datos. Potenciará así el uso de estos datos en la concepción de buenas aplicaciones científicas pues su objetivo último es ofrecer las respuestas que necesita la sociedad para tomar decisiones bien fundamentadas.

El papel de la comunidad científica

El éxito de la red GEOSS depende de si los datos que se obtengan a través de ella se utilizan correctamente. El papel de la comunidad científica, vital en todas las fases de puesta a punto de la red, es especialmente importante por lo que respecta a las áreas que se exponen a continuación.

Conocimiento de los fenómenos asociados al sistema de la Tierra

La comunidad científica tiene que seguir haciendo lo que mejor sabe, es decir, investigar y ahondar en la comprensión de los procesos que gobiernan el sistema terrestre. El conocimiento que se tiene hoy en día de los mecanismos que rigen las variaciones en el nivel del mar es un ejemplo excelente. Recientemente se ha celebrado en París una conferencia organizada por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO y por el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC) para tratar los cambios observados en el nivel de los océanos. Los numerosos estudios científicos en este campo ponen de manifiesto, por un lado, el interés que despierta este tema y, por otro, el gran desco-

nocimiento acerca de los motivos reales que causan este fenómeno.

Las observaciones altimétricas indican claramente que el nivel de los océanos ha ascendido unos 3 mm al año a lo largo de los últimos 10 ó 15 años. Hasta hace cinco años se aceptaba como explicación más plausible para justificar el 100% de este aumento la teoría de la dilatación térmica de los océanos. Sin embargo, las observaciones realizadas por la red de boyas flotantes Argo, que desde 2004 están también desplegadas en latitudes altas, indican más bien que la dilatación térmica de los océanos a lo largo de los años 2004, 2005 y 2006 ha disminuido. Según el modelo anterior esto indicaría que los océanos se están enfriando, lo que entra en flagrante contradicción con lo que sabemos que está ocurriendo en la atmósfera.

La teoría generalmente aceptada ahora es que, probablemente, los océanos no se están enfriando pero sí se sobrestimó en el pasado la influencia de la dilatación térmica. De ser correcta, los mecanismos de dilatación explicarían el porqué del aumento del nivel de los océanos en 1 mm anual, pero tendríamos que recurrir al deshielo de los casquetes polares y a la llegada de las aguas continentales a los océanos para explicar el origen de los otros dos tercios.

El Grupo intergubernamental de observación de la Tierra se fundó en febrero de 2005. En la actualidad cuenta con 65 países miembros, la Comisión Europea y 43 organismos más. La Secretaría del GEO se encuentra en la sede central de la OMM en Ginebra (Suiza).

www.earthobservations.org

Los expertos polares presentes en la conferencia demostraron con datos en la mano que los casquetes polares empiezan a mostrar cierta inestabilidad. Son numerosas las observaciones in situ que indican que la superficie se está derritiendo, así como que existen variaciones en otras dinámicas del hielo del Ártico, acompañadas por un engrosamiento de la capa de hielo en otros puntos según los datos altimétricos obtenidos por satélite. Estas discrepancias dificultan que la comunidad científica pueda determinar actualmente a cuánto asciende la transferencia neta de agua de los casquetes polares al océano o, ni tan siquiera, discriminar si es positiva o negativa, a pesar de que las últimas mediciones del campo gravitatorio terrestre indican un significativo deshielo de los casquetes polares. Lo mismo se aplica a las aguas continentales,

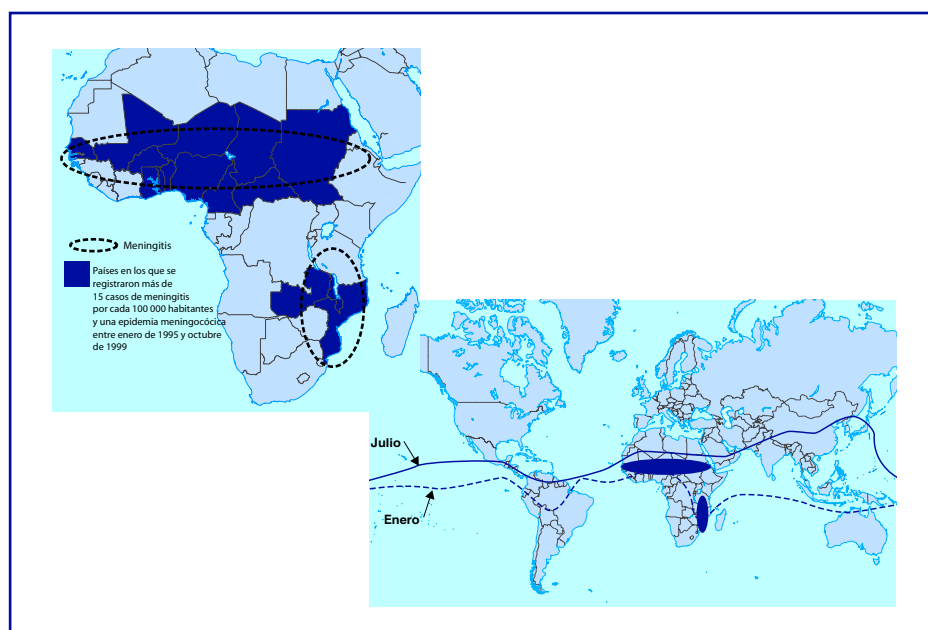


Figura 1 — Posiciones relativas entre el “cinturón de la meningitis” y la zona de convergencia intertropical (meses de julio y enero)

caso en el que debemos tener en cuenta la cantidad de agua retenida en grandes pantanos en contraposición a la llegada adicional de agua al océano debido al bombeo excesivo de la capa freática. En este caso, el balance total es prácticamente nulo también e incluye numerosas incertidumbres.

Vemos así que, en muchos casos, la simple observación si no va seguida de estudios y análisis posteriores de los procesos subyacentes no vale de nada. Y es en este punto donde la red GEOSS aporta una contribución de gran importancia a la comunidad científica al hacer que las observaciones sean útiles.

Las relaciones entre las distintas disciplinas

Los científicos tienen también la misión de propiciar el acercamiento de las distintas disciplinas entre sí a fin de resolver los problemas comunes a más de un campo de la ciencia. Uno de los ejemplos más importantes lo constituye la epidemiología: hoy en día se sabe que los cambios biológicos y los cambios climáticos pueden influir en el rebrote de algunas enfermedades. Por ejemplo, parece existir una relación indiscutible entre el cinturón de la meningitis, la zona de convergencia intertropical, la sequía y, por lo tanto también, los aerosoles que transporta el viento (véase la Figura 1). La reaparición del cólera en algunas regiones parece estar también ligada al cambio climático, mientras que las fiebres hemorrágicas (dengue, virus del Nilo occidental) parecen estar más relacionadas con los cambios biológicos. Las observaciones obtenidas por la red GEOSS contribuirán a analizar y comprender mejor estas relaciones.

El diseño de modelos y métodos para la asimilación de datos

El éxito de la red GEOSS depende de su capacidad para producir modelos y nuevos métodos de asimilación de datos, que suelen tener escalas temporales y espaciales distintas. Los procesos que se utilizan para simular el ciclo del agua en la etapa de captación abarcan desde escalas

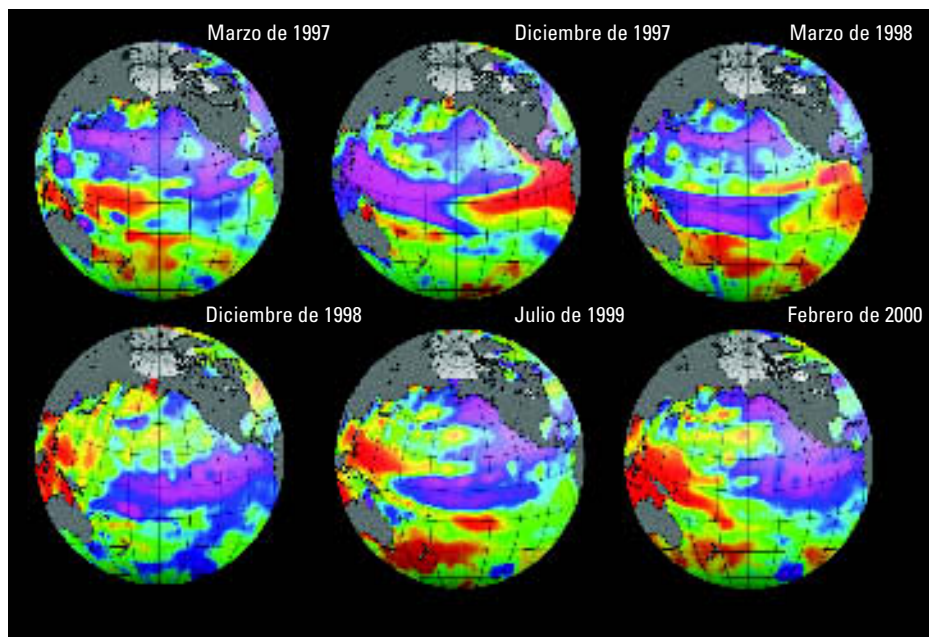


Figura 2 — Medidas topográficas de la superficie del mar que muestran el desarrollo de las condiciones de El Niño de 1997 en comparación con las de los años posteriores (fuente: CNES)

temporales a corto plazo (precipitaciones) hasta escalas temporales a muy largo plazo (aguas subterráneas) y escalas geográficas tanto locales como mundiales. El satélite que mide las fluctuaciones del campo gravitatorio de la Tierra, GRACE, proporcionó recientemente unos datos asombrosos relativos a los cambios mensuales de la capacidad de almacenamiento del agua mundial de los continentes y que se reflejan en los cambios en el campo gravitatorio. Es necesario integrar la información a gran escala que se obtiene de este satélite con los resultados que ofrecen los indicadores de nivel de agua terrestres.

Introducimos así otra función más de los científicos: conseguir la integración entre los datos procedentes de la observación espacial y las observaciones in situ. Un ejemplo muy conocido y brillante son las predicciones (incluyendo las predicciones inmediatas) de las corrientes oceánicas. Estas predicciones se obtuvieron mediante la combinación de los datos altimétricos procedentes de la observación por satélite y las mediciones locales de salinidad y temperatura obtenidas a través de la red de boyas Argo o por medio de instrumentos batimétricos expansibles (véase la Figura 2). Gracias a tener la posibilidad de combinar conjuntos de datos de procedencia tan dispar en un único modelo

hemos podido llegar a comprender el mecanismo que rige El Niño en el sur del Pacífico, simular este fenómeno e, incluso, predecirlo.



La mejora de las aplicaciones y de los sistemas de predicción

La comunidad científica tiene también, en cuarto lugar, la misión de fomentar el desarrollo de aplicaciones para los sistemas de predicción meteorológica y la implantación de estos. La red GEOSS proporciona un respaldo a los procesos de toma de decisiones basados en los datos disponibles; y el disponer de estos datos depende de que existan aplicaciones específicas utilizadas por los usuarios así como sistemas de predicción. GEOSS subraya la importancia de dos ejemplos al respecto: por un lado, la predicción de crecidas, sobre todo en las llanuras inundables (que volvieron a ocurrir este año en el sur de Europa central).

Una segunda área donde el desarrollo de aplicaciones y de modelos de predicción resultará extraordinariamente útil para los responsables de adoptar decisiones es el campo de las energías renovables, y en particular, el de la energía eólica. En este caso, disponer de las previsiones de las fluctuaciones y tener capacidad para gestionar las intermitencias de la red es esencial para organizar el crecimiento adecuado de estas nuevas fuentes de energía.

Las nuevas metodologías de observación: el uso de la interferometría en el caso del terremoto de Bam

La comunidad científica desempeñará un papel vital en la concepción de nuevos métodos de observación. La geofísica de la masa sólida terrestre nos permitirá ilustrar este punto. Consiste en la capacidad de combinar tres imágenes por radar para producir un mapa tridimensional de la deformación de la superficie terrestre. Este ha sido

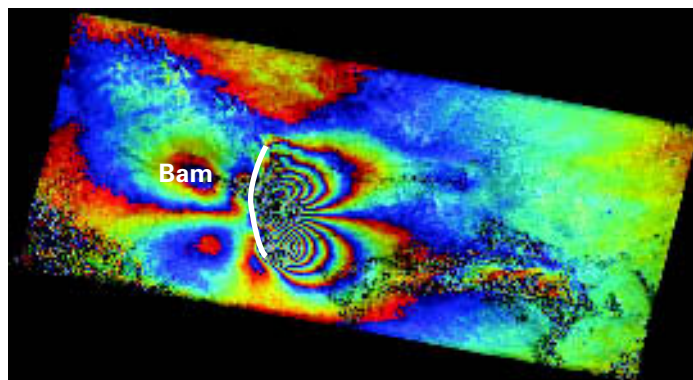


Figura 3 — Interferograma del terremoto de Bam (fuente: ESA)

uno de los mayores logros de cara a comprender los mecanismos de ruptura de la superficie terrestre durante un terremoto. Una de las características más destacadas de esta técnica es que ha permitido descubrir zonas de falla hasta ahora desconocidas. En el caso de Bam, los geólogos sobre el terreno trataron de localizar la zona de ruptura en las proximidades de una falla ya conocida y que se creía que había sido el origen del terremoto, pero no se logró encontrar evidencia alguna de dicha zona de ruptura. La generación de este interferograma (véase la Figura 3), permitió realizar un modelo que predijo que la zona real de ruptura estaba situada a unos 30 km al oeste de la falla conocida. Siguiendo estas indicaciones, los geólogos fueron capaces de descubrir una zona de ruptura que, en otro caso, habría pasado inadvertida por los fuertes vientos que azotan el desierto de Bam.

La mejora de las interfaces y de los mecanismos de acceso de los usuarios

Además de lo ya expuesto, la comunidad científica tiene que adaptarse a los nuevos modelos y ayudar tanto a los usuarios como a las comunidades operativas a adaptarse también a estos nuevos modelos y técnicas de proceso y difusión de datos. Comoquiera que la facultad de acceso a los datos

resulta vital en algunos puntos del planeta donde no se dispone de un acceso de alta velocidad como internet, es necesario que se creen nuevos métodos alternativos de difusión y acceso a los datos. Esa es la principal idea impulsora de la iniciativa GEONetcast, básicamente una extensión de la iniciativa EUMETCast (véase el artículo de la página 245) capaz de incluir un mayor número de fuentes de datos. Entre los mecanismos de distribución de la red GEOSS se incluirá también el sistema de difusión de datos de la Agencia Espacial Europea y el Sistema de Información de la OMM, así como los sistemas de la NOAA y Sentinel Asia. La comunidad científica también puede contribuir aquí significativamente a la utilización eficaz de la red GEOSS y de los datos que ella produce.

La creación del grupo GEO y la puesta en servicio de la red GEOSS han significado una enorme movilización de equipos científicos y operativos de todo el mundo. El interés por el GEO es grande en muchas comunidades pertenecientes a disciplinas muy diversas y existen ya muestras de éxito. El que se produzcan o no estos resultados satisfactorios dependerá, finalmente, de la participación y colaboración de toda la comunidad científica internacional, que permitirá que los datos adecuados lleguen a quien deben en el momento preciso para que puedan adoptarse así las decisiones oportunas.