

Aplicaciones de la teledetección al estudio de los riesgos de la naturaleza

M.ª TERESA PISERRA DE CASTRO

MAPFRE RE

Con ayuda de la teledetección se puede proporcionar la visión del fenómeno u objeto de interés en un dilatado rango de escalas. Para el análisis de los riesgos naturales resulta muy enriquecedor obtener una amplia perspectiva con acceso al detalle, que complementa y en muchos casos sustituya a las tradicionales campañas de campo.

Su evolución durante los últimos años ha sido importante, al haber sido favorecida por los avances tecnológicos e informáticos y propiciado por una creciente preocupación por el medio ambiente. Las tres últimas décadas han sido decisivas para tomar conciencia de la aplicabilidad de la información que los satélites transmiten a la sociedad del siglo XX y XXI.

Teledetección y riesgos naturales

La TELEDETECCIÓN se podría definir como la toma de datos a distancia sin que exista contacto material entre el objeto o sistema observado y el sistema observador; este último situado directamente sobre el suelo, en un avión o en un satélite. Hoy en día estas técnicas se materializan a través de varios programas internacionales que ponen en órbita satélites proveedores de valiosa información sobre la Tierra y su atmósfera. Entre ellos, la primera generación de satélites europeos de observación de la Tierra ERS-1 y ERS-2 (*European Remote-sensing Satellites*), concebida en principio para fines científicos, está demostrando que la tecnología de radar puede tener muchas aplicaciones prácticas en el mundo de hoy. El instrumental incorporado a esta generación de satélites europeos con aplicación directa al estudio de los riesgos de la naturaleza se compone, entre otros, de:

- **Radar de apertura sintética** (SAR-*synthetic aperture radar*) que permite realizar el estudio de secuencias de fotos con la configuración de la superficie terrestre y sus variaciones de nivel. Opera con frecuencia de microondas y envía datos con todo tipo de condiciones meteorológicas e incluso durante la noche.

- **Radar altimétrico**, destinado a la medición de la altura de las olas marinas, nivel costero del mar, ve-

locidad de vientos y capa de hielo, entre otras aplicaciones.

Todo lo relacionado con la prevención, predicción y evaluación de riesgos y peligros, vigilancia y control de fenómenos naturales y evaluación de daños, resulta extremadamente útil para el mejor conocimiento de los eventos catastróficos con origen natural. Para el aprovechamiento óptimo de los datos obtenidos a través de la teledetección, se sugieren los siguientes pasos:

- **Detección preliminar:** es la identificación preliminar de fenómenos inusuales o específicos que preceden a un episodio catastrófico.
- **Seguimiento del episodio:** vigilancia de la progresión espacial y temporal de un fenómeno catastrófico.
- **Operaciones de socorro:** establecimiento de prioridades para zonas más afectadas y localización de las vías de evacuación.
- **Creación de modelos e inventario:** aprender de la experiencia.

A continuación se describen una serie de aplicaciones directas de la teledetección en el campo de los riesgos naturales relacionadas con los océanos, la tierra, la atmósfera y el medio ambiente, que complementadas con los llamados G.I.S. (*Geographic Information System*) constituyen la estrategia más novedosa en la gestión de riesgos naturales.

La teledetección y el medio oceánico

Vigilancia de los hielos marinos

El movimiento estacional de los hielos marinos polares y la variación continua de sus límites y extensión, constituye un condicionante esencial para el tráfico marítimo.

Existe un Servicio de Vigilancia de los Hielos del Ártico que envía a los barcos mapas actualizados de los tipos de hielos y extensión de los mismos, así como predicciones a largo plazo. Esta información permite loca-

lizar rutas de acceso a los puertos, optimizar las rutas de navegación y detectar los posibles peligros de los hielos marinos (p. e. colisión con un *iceberg*).

En el pasado, estas actividades se realizaban a través de observaciones sobre el terreno o desde aviones, pero gracias a los satélites, se obtienen imágenes de grandes áreas incluso en condiciones meteorológicas adversas y durante las largas noches polares.

La reciente apertura del Paso del Noroeste (Northeast Passage) al tráfico marítimo internacional que une el Atlántico y el Pacífico a través del Océano Ártico, requiere un sistema especializado de vigilancia y predicción meteorológica que garantice una navegación segura. Los Servicios de Vigilancia de los Hielos de los países del norte de Europa realizan dicho seguimiento.

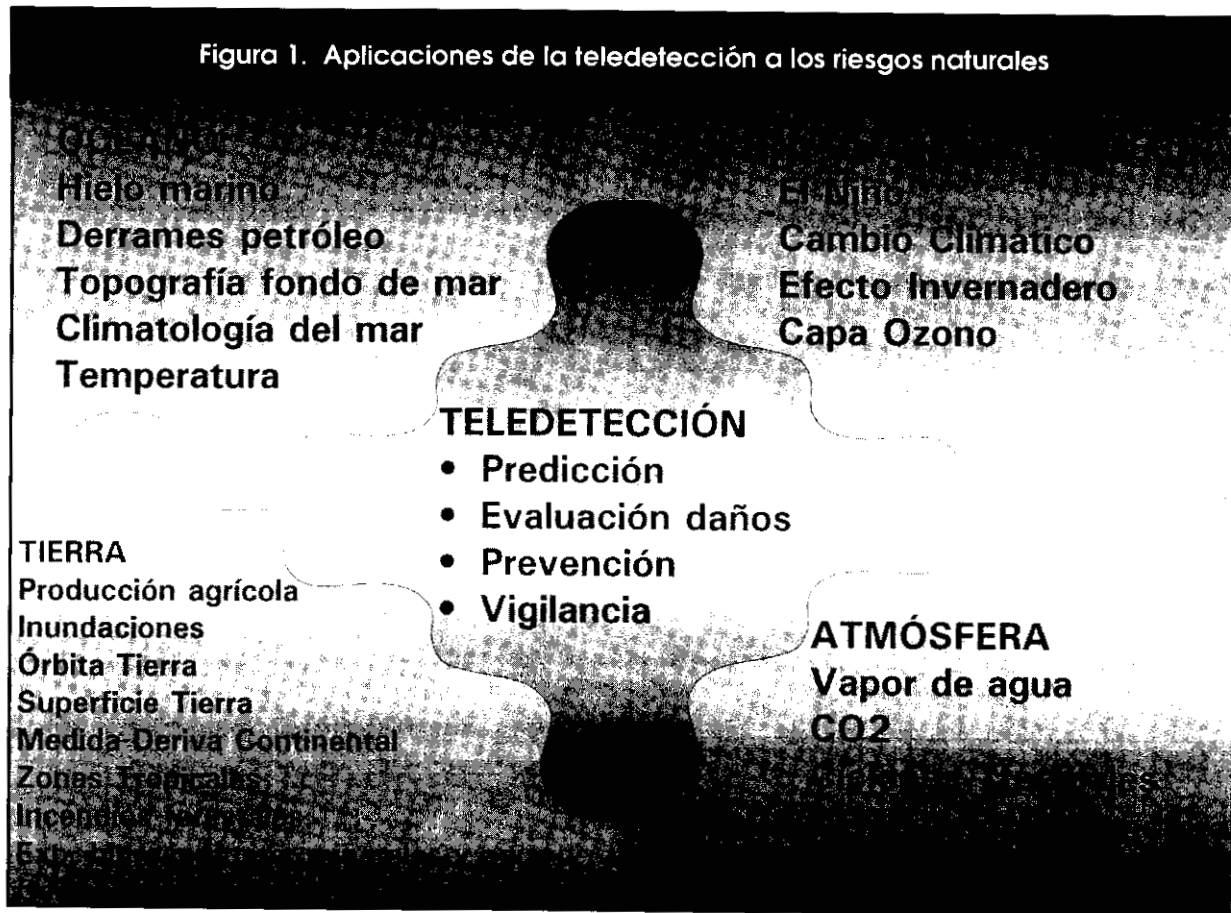
El mar Báltico norte permanece cubierto de hielos de tres a seis meses al año, así como otros mares árticos. Los Servicios de Rompehielos que trabajan de forma rutinaria desde Finlandia a Suecia aseguran que el tráfico marítimo tenga acceso a los puertos más importantes. Las tripulaciones de los barcos rompehielos tienen conexión directa con información actualizada y detallada sobre el estado del hielo marino, lo que permite mejorar el nivel de seguridad y fiabilidad de su propio trabajo. La mayoría de los rompehielos suecos y finlandeses pueden recibir imágenes de satélite ya procesadas a través de sistemas de comunicación especialmente diseñados.

Derrames de petróleo

La presión que ejerce hoy en día el hombre sobre el medio ambiente también es acusada por el medio marino y costero. Aunque algunos casos de contaminación de las aguas son naturales, como las invasiones de algas tóxicas o las emisiones espontáneas de petróleo del fondo del océano, ambas identificables a través de imágenes de satélite, los mayores desastres ecológicos en el océano se deben a actividades humanas.

Hasta hace poco tiempo, el seguimiento a gran escala de los derrames de petróleo solo era posible desde aviones, pero este procedimiento resulta muy costoso. Las imágenes del ERS-1 ayudan a identificar los derrames y vigilar su evolución espacial de forma instantánea, lo que permite organizar las tareas de control del derrame y limpieza de las costas rápidamente, al aprovisionar los recursos necesarios con antelación.

Figura 1. Aplicaciones de la teledetección a los riesgos naturales



Topografía del fondo del mar

El conocimiento de la batimetría o topografía del fondo del mar es vital para muchas actividades, como la navegación, pesca, construcción de plataformas mar adentro o el tendido de oleoductos.

La cartografía del fondo oceánico a través de técnicas de resonancia es muy detallada a lo largo de una línea, pero para grandes zonas resulta muy costosa. Esta práctica junto con las imágenes de satélite da muy buenos resultados.

El conocimiento del fondo del mar permite localizar las grandes trincheras o fosas marinas donde las placas tectónicas subducen (se hunden). En los alrededores de estas zonas de contacto entre placas, se localizan las áreas fuente de fuertes terremotos. El fondo marino también presenta grandes alturas o montañas submarinas que pueden ser:

- dorsales o cordilleras (zonas de generación de pla-

cas) con vulcanismo activo y terremotos relativamente débiles (p. e. dorsal Medioatlántica);

- *guyots* o elevaciones submarinas de cumbre plana que fueron edificios volcánicos activos (p. e. Islas Hawaii).

Estudio de la climatología del mar

Para todos aquellos que trabajan en el mar, el conocimiento de su estado, de su evolución y de lo que pueden esperar, es fundamental. Las compañías petrolíferas que realizan prospecciones y perforaciones *offshore* así como las empresas de ingeniería de puertos, necesitan conocer los parámetros meteorológicos y climatológicos en su trabajo diario.

Para el diseño de plataformas petrolíferas marinas así como para los emisarios (tuberías que conducen aguas residuales desde tierra hacia mar adentro), es preciso conocer las condiciones extremas que pueden sufrir, co-

mo por ejemplo la altura máxima de ola para períodos de retorno de 50 y hasta 100 años. La extrapolación de datos locales de altura del nivel del mar y de olas, junto con la información que suministra el altímetro incorporado en los satélites, permite diseñar mapas de peligrosidad de máxima altura de olas.

Por otra parte, muchas bandas costeras pueden ser afectadas por una eventual elevación del nivel del mar durante las adversas condiciones de una tormenta o un ciclón tropical. Tanto la vigilancia del evento como la predicción del mismo, repercuten en un gran beneficio social y económico.

Los satélites europeos también informan de la evolución de las corrientes marinas. Tanto los climas costeros como las capturas de pesca dependen en gran parte de las corrientes marinas. Cualquier cambio en el patrón habitual debe ser detectado, al objeto de prevenir las consecuencias negativas que pueda provocar (inundaciones, sequías, migración de bancos de pesca, etc.).

Medición de la temperatura de los océanos

El nacimiento, desarrollo y evolución de los temibles ciclones tropicales está muy relacionado con la temperatura de los océanos. Las aguas oceánicas, a temperatura de 27° C o más, constituyen un excelente caldo de cultivo de ciclones tropicales. El mantenimiento de la temperatura de estas áreas depende de la irradiación solar y de las corrientes oceánicas, y, si es cierto que el clima de la Tierra tiende hacia un calentamiento generalizado, es posible que su extensión vaya en aumento, constituyendo así un factor más que propicie la generación de un número mayor de ciclones tropicales y el alargamiento de las denominadas «estaciones de huracanes».

Los satélites están dotados de equipamiento que permite no sólo conocer la temperatura de los océanos y su evolución a través de las sucesivas imágenes, sino que también realiza desde hace bastantes años el seguimiento de las trayectorias de los ciclones, ayudando de forma efectiva al diseño de planes de evacuación y alerta de las poblaciones previsiblemente afectables. En el apartado de la atmósfera se ampliará la información sobre los ciclones tropicales.

(1) El Niño: perturbación del clima de carácter mundial, que ocurre cada siete años como media, y que radica en un calentamiento anormal persistente de las aguas del océano Pacífico que bañan las costas de Ecuador y Perú. Se le asocia con lluvias anormalmente fuertes en zonas áridas y con cambios en la circulación atmosférica a gran escala sobre el océano Pacífico e Índico.

La teledetección y el medio terrestre

Producción agrícola

En el mundo de hoy, la política de la producción agrícola de muchos países se apoya en mapas de usos del suelo y bases de datos estadísticos para definir cuotas de producción, precios, gestión de productos almacenados y tasa de importación-exportación.

La información que facilitan los satélites elimina la subjetividad del análisis de la evolución de los cultivos *in situ* y los diferentes métodos de evaluación. La combinación de esta información junto con datos de suelos y mapas climáticos y meteorológicos permite hacer estimaciones de producción agrícola con anterioridad a la cosecha.

A gran escala, la posibilidad de detectar la llegada de un evento de *El Niño*¹ supone para los países involucrados la oportunidad de planificar la tipología de cultivos en relación con las condiciones meteorológicas que previsiblemente pueden disfrutar (lluvias adecuadas) o sufrir (inundaciones, sequías) en los meses siguientes (p. e. Bolivia, Perú, Chile, etc.).

En último término, la secuencia de fotos de satélite de los últimos años del área mediterránea, es testigo del progresivo avance de la desertificación en los países bañados por dicho mar, entre los que las costas mediterráneas son un triste ejemplo.

Prevención y seguimiento de las inundaciones

En los últimos años, las inundaciones han pasado a ser uno de los peligros naturales más temibles por su alta frecuencia de ocurrencia y consecuencias catastróficas que deparan. Lamentablemente, el hombre y sus asentamientos se hallan involucrados en el medio natural de los ríos, por lo que resulta imposible, en algunos casos, escapar incluso a las crecidas estacionales.

La tecnología de satélites ofrece la oportunidad de hacer un seguimiento casi instantáneo, al obtener imágenes de las inundaciones incluso durante los días extremadamente nubosos. La utilización adecuada de esta información puede limitar el impacto del fenómeno catastrófico, como, por ejemplo, el planificar la reanudación de los servicios vitales para la población, esto es gas, agua y corriente eléctrica. La identificación y localización de los daños es el primer paso a la hora de asignar los recursos necesarios para la recuperación.

De igual forma, es de gran interés localizar las zonas inundadas, para tomar medidas que eviten una sumersión prolongada de los cultivos (p. e. drenajes).

Determinación exacta de la órbita de la Tierra

Hay varias teorías que relacionan los pequeños cambios de la órbita de la Tierra a escala de millones de años, con los cambios climáticos y las glaciaciones. La determinación exacta de la órbita de la Tierra y sus variaciones, cíclicas o no, será útil para predecir la evolución del clima en el futuro.

Variaciones mínimas en la superficie de la Tierra

El control del pulso de la Tierra puede detectar cualquier modificación en su superficie como consecuencia de la actividad volcánica interna. El abombamiento de la Tierra y la localización de anomalías termales, gravimétricas y magnéticas, contribuye a la definición de períodos más activos en la vida de un volcán. Las variaciones en la emisión de SO_2 y en la actividad fumarólica en general, también constituyen un parámetro indicativo de modificaciones en la actividad volcánica. Asimismo, la observación directa de las modificaciones de los casquetes de nieve que coronan muchos edificios volcánicos, puede aportar signos decisivos en la predicción de una próxima erupción. Todo ello puede analizarse a través de datos obtenidos desde un satélite.

Otra aplicación del radar de apertura sintética es el estudio de la subsidencia o asentamiento del terreno en forma de hundimiento, producida por razones diversas como son:

- Reajuste isostático: tendencia de la corteza terrestre a mantenerse en equilibrio en su estado de «flotación» sobre el manto. Existen algunos subcontinentes

que se están levantando tras liberarse del peso de los hielos de la última glaciación.

- Peso de los sedimentos: uno de los resultados de la interacción del río con el mar en su desembocadura es el delta. Aquí se depositan enormes cantidades de sedimentos arrastrados por el río que suelen producir un hundimiento local de la plataforma continental.

- Sequía: en zonas con un régimen de lluvias continuo y abundante también se pueden producir épocas de sequía. La falta de aporte hídrico a los suelos se traduce en un hundimiento del terreno.

Medida de la deriva continental

La Teoría de la Deriva Continental es sumamente importante en términos geológicos, aunque quizás no es significativo para las líneas aéreas el saber que la distancia entre Europa y América aumenta unos dos centímetros cada año por la Expansión del Fondo Oceánico o que la placa Pacífica es una especie de rodillo en constante movimiento a una velocidad de nueve centímetros por año. Independientemente de los detalles científicos, es evidente que si continúa el movimiento de las placas tectónicas y, por tanto, los continentes, se seguirán produciendo terremotos en el futuro geológico próximo.

Estudios en zonas tropicales

Los bosques tropicales juegan un papel importante en el ecosistema global. Su sobreexplotación incontrolada y continua constituye un grave peligro para los países involucrados y para el resto del mundo. Los programas de observación desde satélite de las zonas tropicales a largo plazo evalúan el impacto medioambiental de la deforestación y, por tanto, aportan información para diseñar los planes de protección de dichos bosques.

Los satélites son capaces de aportar información de las extensas zonas tropicales incluso en los días más nubosos. A partir de estas fotografías se pueden identificar ríos, campos de tala de árboles, carreteras, zonas cuyos árboles se han quemado, zonas revegetadas naturalmente y zonas cultivadas. En cuanto a planificación territorial, es bien sabido que los suelos que sostienen los frondosos bosques tropicales no son muy apropiados para ser cultivados, por lo que, en principio, permite excluir estas áreas para las prácticas de cultivo.

Incendios forestales

El incendio comporta un importante papel en la modificación de los ecosistemas, al controlar la edad, la estructura y la composición de las especies de la cobertura vegetal. Si el fuego es un fenómeno ocasional, el ecosistema suele recuperarse rápidamente; pero si es de carácter recurrente, lo conduce hacia la degradación.

El fuego en sí es fácilmente identificable por la emisión de energía térmica y luminosa, así como por las columnas de humo. Pero además, es posible evaluar *a priori* la susceptibilidad del medio al incendio por medio del análisis de variables meteo-climáticas como precipitaciones, temperatura y dirección del viento.

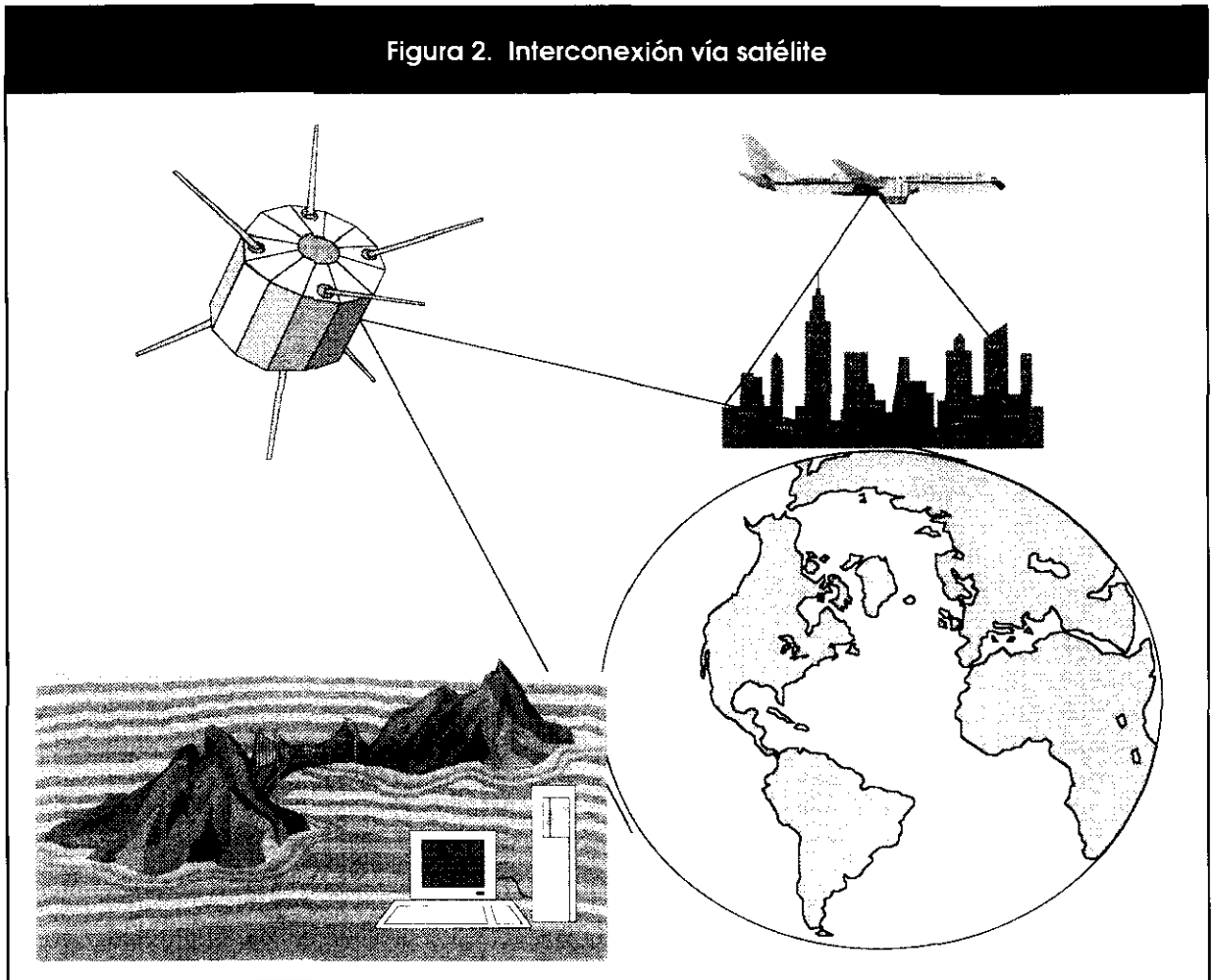
La teledetección puede colaborar en las tareas de vigilancia y control del incendio, evaluación del riesgo,

predicción del comportamiento del fuego y estimación de la superficie y tipos de vegetación dañadas.

Exploración de hidrocarburos y minerales

La creciente demanda de energía y materias primas está llevando al hombre a internarse en la prospección de áreas no muy accesibles, como en las regiones polares, los océanos más profundos o mares habitualmente embravecidos. La tecnología de satélite asiste con efectividad a las tareas de localización de yacimientos sin producir impactos ecológicos que habitualmente redundan en un agravamiento de los peligros naturales. Las imágenes con perspectiva oblicua obtenidas, al magnificar la morfología del relieve, facilitan la identificación

Figura 2. Interconexión vía satélite



de patrones de drenaje hídrico relacionados con fallas con posible mineralización o trampa de petróleo.

Otra aplicación se está llevando a la práctica en el este de Canadá al reconstruir las posibles direcciones de flujo de antiguos glaciares a través de sus depósitos morrénicos y la localización del área fuente de importantes yacimientos de uranio y oro.

Dentro de los estudios de impacto ambiental, tienen un gran protagonismo las explotaciones mineras a cielo abierto. La teledetección ayuda a la identificación y evaluación del impacto, así como a la definición de estrategias para la restauración del paisaje.

En cuanto a la prospección de hidrocarburos, los satélites pueden proporcionar mapas de anomalías gravimétricas de gran calidad. Por una parte, la presencia de bolsas de petróleo produce una importante variación en la densidad de la corteza terrestre e igualmente son localizables las grandes estructuras geológicas que pueden ser trampas o almacenamiento de hidrocarburos.

Asimismo, es de gran utilidad la información de máximas alturas de ola, corrientes oceánicas, meteorología y climatología de la zona en relación a la seguridad de las plataformas petrolíferas durante las labores de instalación de la misma y extracción del petróleo.

Exploración de recursos hídricos subterráneos

Gracias a la teledetección, se han levantado en la India mapas geomorfológicos de todo el país que han permitido localizar fuentes de agua potable con una probabilidad de éxito del 90% frente al 50% conseguido con los métodos tradicionales. También a través de teledetección, se han identificado lugares apropiados para la construcción de diques que sirven para el relleno de mantos acuíferos, almacenamiento de aguas superficiales y mitigación de los efectos de las crecidas.

Cartografía

El Radar de Apertura Sintética (SAR), con su habilidad para «ver» a través de las nubes y desde la perspectiva oblicua, da como resultado unos mapas topográficos de gran calidad. Los mapas topográficos son la base de la mayoría de los mapas temáticos y, entre éstos, los mapas de peligros naturales.

Otras aplicaciones son: la cartografía de los arrecifes de coral, necesaria para la navegación de embarcaciones de recreo; suelos marinos, a evitar en agricultura y

explotación de aguas freáticas; de hábitats de fauna, para localizarlos y protegerlos; y ubicación adecuada de presas y embalses, suprimiendo parte del trabajo de campo, por ejemplo.

La teledetección y el medio atmosférico

Ciclos tropicales

La localización y seguimiento de la trayectoria de los ciclones tropicales es una de las aplicaciones más antiguas en la teledetección. Dado el enorme tamaño de estos sistemas, pueden ser observados fácilmente desde el espacio. La vigilancia se realiza de día y noche e incluso se puede dar aviso de la llegada del ciclón a las costas con 18-24 horas de antelación.

Gracias a la teledetección se han desarrollado modelos matemáticos que pueden predecir sus trayectorias con distintos grados de confianza, basándose en registros históricos y la intensidad observada de cada ciclón. Esta información se puede combinar con un GIS, e incluso es capaz de estimar la amplitud de la ola de marea o *storm surge*, que es la elevación del nivel del mar que acompaña al sistema. Asimismo, las fotos de satélite de las áreas afectadas proporcionan información de los recursos necesarios para la recuperación.

Temperatura atmosférica

Algunos modelos matemáticos de evolución del clima predicen un aumento en la temperatura media de los polos más importante que en el ecuador.

Esta circunstancia modificaría probablemente los patrones de flujo de aire y el clima moderado que se disfruta en las latitudes templadas.

Presión atmosférica

Uno de los procedimientos para detectar el inicio del fenómeno de El Niño es la diferente distribución de las

zonas de altas y bajas presiones en Nueva Zelanda y la India: durante épocas normales, la presión atmosférica sobre el Pacífico sur es normalmente alta, mientras que la presión sobre el océano Índico es baja; esta diferencia de presión es uno de los desencadenantes de los beneficiosos monzones. Cuando estas condiciones se invierten, no se materializan los monzones que descarguen las necesarias precipitaciones sobre la India.

Actualmente se pretende correlacionar las observaciones de presión atmosférica sobre el Atlántico, por si es posible llegar a definir un fenómeno similar al del Niño.

Contenido en CO₂

El contenido en CO₂ de la atmósfera está aumentando desde la revolución industrial. Todavía está por confirmar la posible influencia en el cambio climático.

También se aporta CO₂ a la atmósfera de forma natural, ya que es un componente más del material expulsado durante las erupciones volcánicas.

Contenido en vapor de H₂O

En términos generales, un alto contenido en vapor de agua combinado con un incremento en las temperaturas medias, puede contribuir a desencadenar precipitaciones e inundaciones, tormentas, granizo y también tornados.

Interacción océano-atmósfera-tierra

«El Niño-Southern Oscillation (E.N.S.O.)»

El océano Pacífico ha llegado a recibir el nombre de «la cocina climática del planeta» por el importante efecto que ejerce sobre la meteorología del globo. Una vez que se identifica, es posible predecir su desarrollo y evolución durante los dieciocho meses consecutivos, aunque el último evento de El Niño ha sido más largo,

finalizando en 1994. Algunos de los efectos directos del fenómeno son los siguientes:

- Inundaciones y tormentas con aparato eléctrico que pueden ocasionar incendios e inutilizar equipos de radio y líneas de transmisión por interrupción en la recepción de señales.
- Inundaciones relámpago en áreas áridas de baja topografía que erosionen intensamente el horizonte fértil de los suelos así como el basamento y cimientos de edificios, túneles o sujeciones de tuberías (*pipelines*) subterráneas.
- Precipitaciones más frecuentes pueden obligar a la cancelación de eventos al aire libre (campeonatos deportivos, conciertos).
- Las mareas de tormenta o *storm surges*, las mareas vivas, la erosión y los huracanes fuertes concentran sus efectos en las instalaciones portuarias, siendo las áreas más vulnerables a dichos fenómenos.

Cambio climático. Efecto Invernadero

La posible evolución del clima hacia un incremento en la temperatura media anual, aceleraría el motor térmico de la atmósfera, por lo que los ciclones tropicales, lluvias, inundaciones, tormentas, granizo y tornados llegarían a ser más habituales e intensos. Esto significa que, quizás, no solamente cambiarían las condiciones climáticas de los países que ya sufren este tipo de fenómenos, sino que nuevas áreas y países experimentarían eventos catastróficos nuevos para ellos. Por ejemplo, es posible que las zonas de generación de los ciclones tropicales se amplíen hacia latitudes más altas no acostumbradas a sufrirlas.

Evolución de la capa de ozono

Hasta hace pocos años, el gran público no conocía la existencia de la capa de ozono y menos aún el «papel de protector de la vida en la Tierra» que ejerce. Sin embargo, desde un satélite se identificó hace algunos años un primer gran agujero en la capa de ozono sobre el continente antártico que escandalizó a la comunidad científica, quienes responsablemente alertaron a los gobiernos de todo el mundo. Ya existen iniciativas puestas en práctica dirigidas a la protección de la capa de ozono, aunque todavía no hay seguridad en el comportamiento del escudo de ozono durante las próximas décadas.

El satélite ERS-2, lanzado en 1995, incorpora un nuevo instrumento, el GOME (*Global Ozone Monitoring Experiment*), especialmente diseñado para conseguir columnas de información del contenido de ozono y el espesor de la capa, así como para identificar la presencia de cantidades mínimas de compuestos químicos que producen su destrucción.

Conclusiones

Hace algunas décadas, todo lo expuesto parecía ciencia-ficción. Hace algunos años la teledetección servía principalmente a intereses militares y estratégicos. En la sociedad de progreso de hoy, el científico ya puede plantearse su investigación como una forma más de buscar el beneficio de la sociedad. Y no basta con trabajar, es necesaria una dosis de imaginación para bucear en las utilidades que pueden surgir de las herramientas y la información que se ofrece a través de la teledetección.

Independientemente del fracaso de misiones espaciales científicas a las que muchas naciones han dedicado tiempo, recursos humanos, importantes cantidades de dinero e ilusión, la postura más inteligente que debe mantener el hombre a finales del siglo XX es continuar mirando hacia el futuro. La recogida, almacenamiento y análisis de la información de hoy, es la semilla de un mañana más seguro.

Bibliografía

European Space Agency (1995): Land and Sea. ERS-1 Applications. ESA BR-109. Eds. F. Bednarz, T. D. Guyenne. ESA Publications Division.

Barry, H., y Messina, J. (1994): «Remote sensing assessment of hurricanes and their impacts», en *Sistema Terra*, 2.

Huaman-Rodrigo, D.; Deffontaines, R., y Chorowicz, J. (1994): «Monitoring the Nevado Sabancaya with Spot and ERS-1 SAR», en *Sistema Terra*, 2.

Karnik, K. (1995): «Nuevas aplicaciones civiles de los datos proporcionados por satélites», en *Stop Disasters*, 25.

Kiremidjian *et al* (1995): «GIS and other technological tools for risk evaluation from natural hazards», en Symposium on Catastrophic Risk Management for the Insurance and Reinsurance Industries. Singapore, 16-18 mayo.

Martellacci, C., y Peroni, P. (1994): «GIS and satellites against fires», en *Sistema Terra*, 2.

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1994): *Jornadas sobre la maduración de los sistemas de información geográfica*. Cedex, Madrid.

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1995): Curso sobre impactos y riesgos climáticos. Cedex, Madrid.

Wadge, G. (1993): «Utilidad de la teledetección en la evaluación de mitigación de los peligros naturales», en *Stop Disasters*, 15.

«El satélite ERS-1 mide el efecto global del fenómeno El Niño», en *El País*, 21-12-94.

«El cohete Ariane 4 puso en órbita al satélite de observación terrestre ERS-2». Noticias CDTI, abril 1995.

«La observación por satélite de la capa de ozono», en *El País*, 31-1-96. ■