

Santiago,(118)

MEDIO AMBIENTE Y SOCIEDAD

**José Antonio Fonseca Roselló
Lissy Mateo Rego**

La teledetección en el manejo de riesgos de desastres. Sus impactos en la sociedad

La teledetección, se considera en estos momentos una de las herramientas más eficaces para científicos e investigadores de ciencias como la geografía; la geología en el estudio de la superficie de la tierra y los suelos; la biología para el control de plagas; la meteorología en el estudio del comportamiento atmosférico entre otras. La obtención de información a distancia se utiliza para la caracterización detallada de áreas, en las que las imágenes proporcionan una visión inmediata y actualizada de las actividades humanas, los cambios en el uso de la tierra, la identificación en tiempo real del origen y extensión de los desastres naturales, la contaminación, los vertimientos de petróleo, y en general las mutaciones ocurridas sobre la superficie de la tierra de manera rápida y confiable.

76

Con el desarrollo humano, el hombre poco a poco fue satisfaciendo su necesidad de observar la tierra, con mecanismos que van desde subirse a un árbol hasta colocar sistemas satelitales en el espacio

ultraterrestre. La posibilidad de obtener imágenes de la superficie terrestre le dan una visión global y detallada que le permiten observar, monitorear, predecir fenómenos naturales y tecnológicos que pueden atentar incluso hasta contra su propia existencia.

Antecedentes y estado actual de la temática

En la literatura en idioma español, aparece como sinónimo de teledetección el término percepción remota como traducción de un término inglés (*remote sensing*). El propio término de teledetección es también utilizado en otras lenguas romances como el francés (télédétection) y aparece en la década de los sesenta del siglo xx para designar el proceso de recoger e interpretar información sobre un objeto sin establecer contacto físico con él, en este caso desde un plano superior.

Aunque este término es relativamente nuevo, porque no sobrepasa las cuatro décadas, ya se hacía teledetección desde mucho antes de su aparición. En efecto la primera fotografía aérea, considerada como la primera forma de teledetección, data de fines del siglo xix e inicios del xx, solo que el término de teledetección se instaura en la década del setenta del siglo xx, cuando el desarrollo tecnológico posibilitó el uso de otros métodos, que acopiaban información más allá de la recogida por las películas fotográficas, y desde mayor altura (naves espaciales).

La teledetección, tal como es entendida hoy, abarca métodos con los que mediante instrumentos especiales, llamados sensores, situados tanto en aviones, helicópteros, globos u otras naves aéreas como otros colocados en el espacio exterior en satélites artificiales; el hombre puede estudiar objetos, a partir de la captación de la radiación electromagnética, que sus sentidos (particularmente la visión) no son capaces de captar, es decir que esos sensores amplifican la capacidad sensorial del hombre, para obtener información proveniente más allá de la parte visible del espectro electromagnético, que es la que puede captar el ojo humano.

Cuba comenzó sus trabajos de Teledetección en la década del 1970, en el programa Intercosmos que consistió en varios experimentos Internacionales. Uno de ellos se realizó en el marco del Vuelo Espacial Conjunto Cuba-URSS.

Actualmente se desarrollan en Cuba un conjunto de aplicaciones

para la cartografía, la producción de mapas temáticos, para el uso y manejo de recursos forestales, el cálculo del estimado del rendimiento agrícola en la caña y el arroz, en la prevención y manejo de riesgos de desastres.

Reseña histórica

En 1837 aparecen las primeras fotografías en blanco y negro.

En 1858 surge la primera fotografía aérea.

En 1904 se confecciona el primer mapa topográfico a partir de fotografías aéreas.

En 1909 Wilbur Wright utiliza la primera cámara aerofotográfica.

En 1943 Se inventa el radar.

En 1944 Comienza a emplearse la película infrarrojo a color.

En 1957 Se envía el primer satélite al espacio (*Sputnik*).

En 1959 Se inventan los exploradores multiespectrales.

En 1966 Surgen las primeras fotos espaciales.

A partir de la década del 70 se desarrollan los sensores de barrido óptico electrónico instalados en aviones y también en satélites (de observación de la tierra y meteorológicos) y operan en diferentes bandas del espectro electromagnético.

Los sistemas pioneros en la teledetección son los sistemas fotográficos, en 1858 se toma la primera fotografía aérea, desde un globo en Francia. Otros intentos, usando también globos y hasta aves como portadoras, fueron realizados durante la segunda mitad del siglo XIX. En 1909, Wilbur Wright, toma la primera foto aérea desde un avión, en Centocelle, Italia, abriendo una etapa del desarrollo de la teledetección que se ve acelerada unos años después con la Primera Guerra Mundial, que dio un fuerte impulso al desarrollo de los sistemas fotográficos con fines militares.

En la década del veinte, se inicia el uso civil de las fotografías aéreas en la silvicultura (EE.UU., Canadá, Alemania, India) y en la cartografía. En la década siguiente se extiende la utilización de las fotografías aéreas y surgen la primera película de color y la primera película infrarroja ambas de la compañía Kodak.

La segunda guerra mundial acelera el uso de los sistemas

fotográficos y su perfeccionamiento. Se desarrolla un nuevo tipo de película de color para detectar el camuflaje usado por los militares, una película infrarroja de falso color de la Kodak, capaz de distinguir la vegetación previamente cortada para ocultar instalaciones militares, de la vegetación intacta, sana, por su diferente índice de reflexión en el infrarrojo cercano. Se logran lentes con menor distorsión, obturadores más rápidos, monturas que absorben las vibraciones y mejoran la estabilidad de las cámaras, etcétera. Al finalizar la guerra se desarrollan y aplican los sistemas fotográficos y sus productos en la vida civil.

En la década del sesenta comienza la obtención de fotografías tomadas desde satélites de la URSS y los EE.UU., las llamadas fotografías espaciales o cósmicas.

En la década del 70 con la aparición de los sensores de barrido óptico electrónicos (exploradores o rastreadores) o scanner se marcan pautas importantes en la historia de la teledetección. En el campo de las investigaciones las imágenes más utilizadas a nivel mundial son las obtenidas por los sistemas Landsat, en primer lugar y SPOT en segundo.

El Quickbird lanzado el 18 de octubre de 2001, desde la base de la fuerza aérea, de los EE.UU en Vandenberg, California utilizando un cohete DELTA de Boeing. Este satélite provee las imágenes comerciales de más alta resolución espacial en el mundo y posee la mayor capacidad de almacenamiento de imágenes existente.

Riesgos de desastres. Principales impactos de la teledetección en su prevención y manejo

Generalmente existe confusión en la terminología relacionada con los riesgos de desastres por lo que nos proponemos aclarar algunos aspectos.

Peligro de desastre: Es la probabilidad que se produzca un fenómeno potencialmente dañino. Para la planificación, organización y realización de las medidas de protección de la población y los sectores de la economía ante situaciones de desastres, se deben tener en cuenta los peligros que potencialmente pueden afectar al territorio, obra de arquitectura u otro objetivo. Dichos peligros atendiendo a su origen se clasifican en:

Naturales. Ciclones tropicales, intensas lluvias, tormentas locales severas, penetraciones del mar, deslizamientos de tierra, sismos, intensas sequías e incendios en áreas rurales.

Tecnológicos. Accidentes catastróficos del transporte (marítimos, aéreos y terrestres), accidentes con sustancias peligrosas, explosiones de gran magnitud, derrames de hidrocarburos, incendios de grandes proporciones en instalaciones industriales y edificaciones sociales, derrumbes de edificaciones, ruptura de obras hidráulicas.

Sanitarios. Enfermedades que pueden originar epidemias que afectan al ser humano, enfermedades en las plantas o los animales.

La vulnerabilidad de la sociedad o de un territorio, está vinculada con el análisis de los impactos de los eventos peligrosos, la sensibilidad en relación con su situación física y geográfica, biológica y socioeconómica.

El análisis, estimación y traducción de las amenazas o peligros, en un escenario específico, constituyen la base para la identificación de la vulnerabilidad. No se es vulnerable si no existe una amenaza, por lo tanto el grado de vulnerabilidad o susceptibilidad de un escenario a sufrir daños, es función de las características de las amenazas.

Riesgo de desastre: Posibilidad de que se produzcan pérdidas humanas y materiales como consecuencia de la incidencia de una amenaza o peligro.

Riesgos por daños directos: Son los sufridos por los activos (bienes finales en procesos, materias primas, etc.), inmovilizados, destruidos o dañados. Se trata, en esencia, de perjuicios en los acervos que ocurrieron prácticamente en el mismo momento en que sucedió el siniestro. En esta categoría figuran la destrucción total o parcial de la infraestructura (edificios, equipos, red hidráulica, etcétera.) y las pérdidas o detrimento a la integridad de los seres humanos. **Riesgos por daños indirectos:** Se refieren básicamente al valor de los bienes y servicios que se dejan de producir o de prestar durante un lapso de tiempo que se inicia después de ocurrido el desastre hasta la completa rehabilitación y reconstrucción, pudiendo ser recuperada la capacidad productiva.

Durante toda la evolución de la vida en la tierra siempre han existido los desastres y sus amenazas. En un principio solo de carácter natural y sanitario (recordar la erupción del volcán Vesubio, la explosión del Karakatoa o la peste bubónica que asoló la Europa medieval.

Al incrementarse el desarrollo industrial y tecnológico se suman otros peligros al escenario, complicándose más la situación con los actuales y potenciales cambios climáticos.

Es importante señalar el papel que juegan las grandes aglomeraciones urbanas, principalmente en los países del tercer mundo, en el aumento de la vulnerabilidad de enormes masas humanas; donde: la ocupación de áreas de alta peligrosidad y poca disponibilidad de recursos materiales y tecnológicos proporcionan un elevado índice de riesgo.

El uso de la teledetección. Principales impactos en el manejo de riesgos de desastres

Una etapa importante en este desarrollo de la teledetección fue la técnica de la aviación, sin embargo estas visiones fueron limitadas y no es hasta que el hombre pudo colocar sistemas en el espacio ultraterrestre que esta visión se hizo prácticamente ilimitada, por ejemplo, los satélites geoestacionarios que se encuentran a 35 000 Km. de altura y orbitan a igual velocidad de rotación que la tierra, posibilitan la observación continua de hemisferios que componen la tierra para observar, monitorear y predecir fenómenos a escala global, lo que permite un altísimo nivel en la calidad de los resultados que con anterioridad a la era cósmica no podía alcanzar, como se muestra en la figura 1.

La tecnología de punta en sistemas de comunicación y teledetección satelital han impactado positivamente en la predicción y alerta de

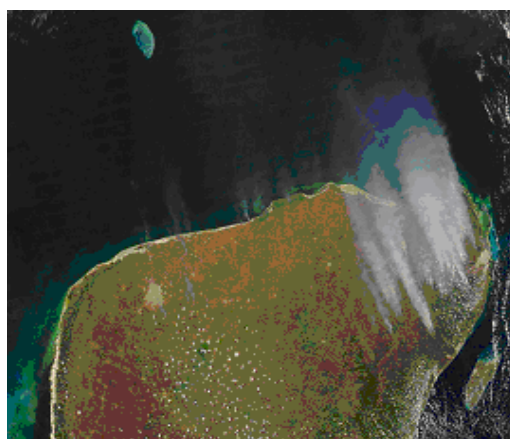


Fig.1 Incendio forestal en la península de Yucatán seguido por satélite.

incendios forestales, en la detección de focos de incendios en tiempo real en zonas de riesgo potencial de incendios y reducir las superficies afectadas por incendios forestales, al clasificar las zonas de peligro, permitiendo la asignación oportuna de recursos para el combate. Lo que constituyen ahorros importantes en la economía del país, evitar pérdidas innecesarias de vidas humanas, así como disminuir los daños materiales y los daños en la flora y la fauna del medio.

Los ciclones tropicales están entre los eventos climáticos más destructivos. Su impacto generalmente se extiende sobre una amplia zona con mortalidad, lesiones y daños a la propiedad, resultantes de los fuertes vientos y lluvias. A menudo, eventos secundarios como marejadas, deslizamientos, inundaciones y tornados, exacerban los efectos de esos fenómenos naturales, los ciclones requieren observación continua de sus efectos y la seguridad en las fases de respuesta y recuperación. En este caso un impacto relevante de la tecnología lo constituye la utilización de los satélites de alta y pequeña resolución en la meteorología (figura.2)



Fig.2 Huracán cerca de la Florida. Satélite meteorológico

Cuba por ser un país que sufre anualmente los embates de ciclones tropicales, constituye un representativo ejemplo de la detección, la alerta y prevención de los mismos. La información que brindan las imágenes de satélite y las medidas tomadas por el estado cubano contribuyen a evitar las pérdidas de vidas humanas y minimizar daños materiales que pueden causar este tipo de fenómenos a la economía del país.

La obtención de información a partir de imágenes de satélite es utilizada en la detección, control de la contaminación, erosión y

sedimentación de los ríos y embalses con carácter preventivo. Si la calidad del agua se deteriora las consecuencias son sufridas por el hombre, los animales y las plantas.(fig.3)

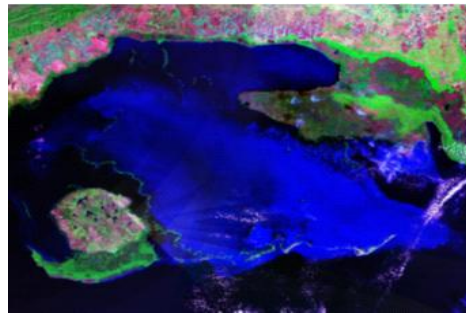


Fig.3. Imagen de alta resolución. Golfo de Batabanó. Útil para el seguimiento de manchas de petróleo

La teledetección, impacta de forma positiva en la preservación y el mejoramiento de la calidad del agua de los ríos y embalses, el uso de estas técnicas permite vigilar su situación y manejar cualquier vertido contaminante. Además, estas técnicas sirven de apoyo en las actividades de saneamiento.

Los terremotos y la actividad volcánica tienen un gran potencial destructivo. La actividad volcánica, al igual que la sísmica, es la manifestación de la liberación de energía acumulada en el interior del planeta. Los desprendimientos de flujos de lava, de fragmentos de roca caliente y de gases traen consecuencias como la destrucción de infraestructuras existentes, incendios, muerte de las plantas, la asfixia de personas y animales, interrupción del transporte y la comunicación, contaminación de las aguas etcétera. Existe la posibilidad de que un incremento en la comprensión de las condiciones de la corteza de la terrestre y su interior puedan permitir un sistema de alerta temprano de tales potenciales cataclismos. Las técnicas de teledetección impactan positivamente en el pronóstico, la detección y monitoreo de semejantes desastres naturales.

La sequía es un fenómeno que puede ser de carácter natural o antrópico, que a corto, mediano y largo plazo conduce a la desertificación. Las zonas áridas, semiáridas, secas y subhúmedas representan una proporción considerable de la superficie de la Tierra y son el hábitat y la fuente de sustento de una gran parte de la población mundial. La desertificación y la sequía constituyen

problemas de dimensiones mundiales, ya que sus efectos inciden en todas las regiones del mundo. La percepción remota, impacta positivamente sobre la acción de estos fenómenos ya que proporciona herramientas valiosas para evaluar áreas propensas a la sequía y desertificación. Las imágenes de satélite ofrecen una visión general de toda la región. Las transparencias en película, fotografías, y datos digitales permiten ubicar, evaluar y monitorear el deterioro de las condiciones naturales en un área determinada.

De todos los desastres naturales, los Tsunamis están entre los fenómenos más aterradorizantes y más complejos, estos llegan a provocar olas que alcanzan alturas hasta de 25 m y velocidades de 1000 Km / h. Sus efectos en áreas costeras generan a veces, desastres en vastas áreas, ubicadas inclusive a varios kilómetros de la costa, especialmente cuando estas regiones afectadas son planas por lo que son responsables de la gran pérdida de vidas y causando hasta la destrucción de comunidades costeras enteras.

La teledetección impacta positivamente en la alerta y monitoreo de estos fenómenos naturales. Como ejemplo tenemos la instalación de una estación de monitoreo de mareas por el Centro para Alarmas por Tsunamis en el Pacífico (PTWC por sus siglas en inglés) y el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), la cual permite obtener información sobre el nivel del mar y los cambios que se originen en las costas del Pacífico, así como información por la generación de un Tsunami en la región de este océano que podría afectar a Centroamérica. La estación está conformada por instrumentos especiales que censan y recopilan la información cada dos minutos y la transmite cada hora vía satélite a las oficinas del PTWC, ubicadas en Hawai, el cual recolecta y evalúa los datos proporcionados por los 28 países que realizan monitoreo de mareas, y disemina boletines de alarma informativos de la ocurrencia de un sismo importante y la generación posible o confirmada de un tsunami.

Podríamos generalizar los principales impactos de la teledetección para el manejo de riesgos de desastres en

- Mediante la alerta temprana y el monitoreo de escenarios de riesgos, elevar el grado de protección a la población y evitar pérdidas humanas.
- Reducir daños a los bienes de la economía minimizando las pérdidas materiales y de recursos.

- Mantener la vitalidad de las funciones de un territorio o instalación durante un fenómeno logrando una paralización planificada y organizada.
- Facilita la asignación oportuna de recursos preparando los territorios para el enfrentamiento a los desastres.
- Con ella se reducen los tiempos de estudio e investigación, se puede tener acceso a áreas donde es difícil llegar, permite el monitoreo permanente de fenómenos aislados o relacionados entre sí, se pueden abarcar grandes territorios sin tener contacto físico con ellos. Todo con un enorme ahorro de recursos materiales y financieros
- Su utilización reduce los riesgos de los componentes naturales del medio ambiente preservando los recursos y los servicios que estos brindan para el desarrollo de la vida en el planeta.

Características de la relación Norte-Sur y estrategias para la cooperación Sur-Sur

La producción y el uso de estas Tecnologías, a nivel mundial están dominadas por los países ricos del mundo desarrollado, en particular Estados Unidos, Europa Occidental y Japón. En estos países, se producen y controlan los equipamientos, se recopila y controla la información obtenida (fotos, mapas etc.), y se desarrolla y gestiona el conocimiento necesario para su operación, y se forman los recursos humanos que crean e interpretan la información.

Todo lo relacionado con las tecnologías de teledetección (sensores remotos), tiene un carácter estratégico, en la gestión ambiental y territorial. Su uso racional, es fundamental para prever catástrofes, para planificar el uso de la tierra, y para explotar de la manera más racional posible los recursos naturales. Los países en desarrollo, al depender tanto de la tecnología, como del conocimiento de los países desarrollados, se encuentran en una situación de dependencia. Ello significa, que la mayor parte de las veces el acceso a dichas tecnologías se hace extremadamente costoso.

Una forma que tienen los países en desarrollo de tener acceso a esa tecnología, es mediante la participación en proyectos que son apoyados financieramente, tecnológicamente por entidades de los países desarrollados (el Banco Mundial, el FMI), transnacionales privadas o entidades militares.

Cuando los países en desarrollo elaboran y gestionan proyectos, en los que se usa la teledetección y se subordinan a esas entidades

extranjeras, por lo general tienen que adecuarse a las necesidades de ellas. Ello implica una subordinación a los países desarrollados, brindar información estratégica sobre sus recursos naturales, y ceder posibilidades de explotación de sus recursos y territorios. Esto refuerza la dependencia económica y política.

En el caso específico de Cuba, esta cuestión se agudizó con la desaparición de la URSS quien era el principal apoyo de nuestro país para el desarrollo de la teledetección. Mediante su colaboración alcanzamos un nivel de desarrollo aceptable para aquella época. La solución consiste, en buscar la integración no solo económica, y política, sino también científica y tecnológica desde el Sur. Algunos países caminan en esa dirección. Tal es el caso, de la colaboración que se realiza entre la República Popular China, la India y Brasil, en particular con el Instituto de Investigaciones Espaciales de ese país. En el marco del ALBA, Cuba y Venezuela están reforzando la colaboración en la esfera de la gestión ambiental. La puesta en marcha de varios proyectos de integración, en el contexto de Petro Caribe, y Petro Sur (en este último caso, la futura construcción de los grandes gasoductos) exigirá de trabajos de planificación y gestión de riesgos, y aquí será fundamental la colaboración en la esfera del uso de las tecnologías de teledetección.

Teniendo en cuenta lo anterior, la estrategia principal es la colaboración Sur-Sur con el apoyo de China y la India, ya que aunque varios países de América Latina poseen capacidad para construir satélites, como por ejemplo Brasil, Argentina e inclusive Cuba para el caso de minisatélites, no se cuenta con la posibilidad de cohetes portadores los cuales podrían ser aportados por China y la India.

Un ejemplo de esto lo constituye el satélite Chino Brasileño CBERS 2, el cual está en operaciones hace más de cuatro años y suministra imágenes para toda Suramérica con ventajas económicas preferenciales.

Por otra parte la India, Brasil y Argentina poseen centros de formación de recursos humanos en tecnología de teledetección de primera línea. La estrategia principal es el establecimiento de colaboración con estos países y trabajar de conjunto para materializar la idea de la creación de una Agencia Espacial Latinoamericana.

Después de realizado este trabajo llegamos a las siguientes conclusiones.

- Los impactos positivos de la teledetección han permitido a la humanidad comprender con más claridad los peligros que amenazan a nuestro planeta. Su uso es fundamental para prever catástrofes preservando vidas humanas, recursos materiales y naturales.
- Las técnicas de teledetección posibilitan estudiar e investigar componentes, factores y fenómenos que ocurren en la superficie terrestre, la atmósfera y ciertos niveles del subsuelo y el mar, con un ahorro significativo de tiempo y recursos, tanto materiales como financieros.
- Todo lo relacionado con las tecnologías de teledetección, tiene un carácter estratégico. Los países en desarrollo, al depender tanto de la tecnología, como del conocimiento de los países desarrollados, se encuentran en una situación de dependencia. Teniendo en cuenta lo anterior la estrategia principal es la colaboración Sur-Sur

Bibliografía

Alvero, F. F., *Diccionario Manual de Lengua Española. Cervantes*, Ciudad de La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1988.

Caracterización del Sensor Hiperespectral AHS para la Georreferenciación directa de imágenes a partir de un sistema inercial GPS/IMU [por] J. G. Rejas... [et al.]. *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra* (Ámsterdam): 14, 2000.

Castro Díaz- Balart, Fidel., *Ciencia Innovación y futuro*, La Habana, Instituto Cubano del libro, capítulo. 1., pág. 126, 2001.

Consejo de Defensa Nacional Directiva 1. del Vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional. Para la planificación, organización y preparación del país para las situaciones de desastres, 2005.

Emanuela Caiaffa., *La información geográfica en la planificación y la previsión*. ENEA, 2005.

Microsoft Encarta.2007.

Pérez García, Eloy., *Manual de Teledetección*, La Habana, UCT. GEOCUBA, pág. 195, 2006.

Proyecto Espectra [por] E. Chuvieco *et al.*., España, Departamento de Geografía-Universidad de Alcalá. -- Sitio WWW. Geogra. uah. es/ espectra.

Rosental, M. *Diccionario Filosófico*, Argentina, Ediciones Universo, págs. 197-198, 1973.

Seco Hernández, Ricardo, *Teledetección Aeroespacial*, La Habana, Editorial Félix Varela, pág. 300, 2002.