

*MARTA GONZÁLEZ-CELA DE COMINGES*

*Satélites de observación y desastres naturales*

28 DE ABRIL DE 2011

### **MARTA GONZÁLEZ - CELA DE COMINGES**

NACE EN MADRID, DONDE CURSA EGB Y BUP. EN 1987 OBTIENE LA LICENCIATURA EN GEOGRAFÍA E HISTORIA POR LA COMPLUTENSE, Y EN 1994 EL DOCTORADO EN GEOGRAFÍA.

ASISTE A NUMEROSOS SEMINARIOS Y CURSOS EN ESPAÑA Y EL EXTRANJERO PREDOMINANDO EN ELLOS LA TEMÁTICA RELATIVA AL EXAMEN Y LA INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES SATÉLITE DE ALTA RESOLUCIÓN.

SU TRAYECTORIA PROFESIONAL ESTÁ LIGADA A DEFENSA. ACTUALMENTE ES ANALISTA DE IMÁGENES SATÉLITE EN LA SECCIÓN DE IMÁGENES DEL MINISTERIO DE DEFENSA.

- HA REALIZADO ESTUDIOS SOBRE LA SITUACIÓN DE HAITÍ PROVOCADA POR EL TERREMOTO DE ENERO 2010
- INFORMES SOBRE LA SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PAÍSES Y CIUDADES DONDE TRABAJAN ESPAÑOLES EN COORDINACIÓN CON PERSONAL DE COOPERACIÓN DE NACIONES UNIDAS Y UNIÓN EUROPEA.
- ESTUDIOS SOBRE INCENDIOS Y EFECTOS EN DIFERENTES ÁREAS DEL MUNDO
- ESTUDIOS SOBRE RIESGOS NATURALES Y SU EVOLUCIÓN PROVOCADOS POR LAS CENTRALES NUCLEARES.
- ESTUDIO E INFORMES SOBRE SITUACIÓN DE DAÑOS PROVOCADOS POR DESASTRES NATURALES PARA ENVÍO DE AYUDA HUMANITARIA EN OPERACIONES INTERNACIONALES, ETC.

HA PUBLICADO NUMEROSOS ARTÍCULOS Y COMUNICACIONES EN CONGRESOS NACIONALES E INTERNACIONALES SOBRE GEOGRAFÍA. TAMBIÉN HA PARTICIPADO EN LA ELABORACIÓN DE LA ENCICLOPEDIA *MAS ACTUAL* CON LOS CAPÍTULOS REFERENTES A BRASIL Y CANADÁ



## SATÉLITES DE OBSERVACIÓN Y DESASTRES NATURALES

A lo largo de nuestra vida presenciamos numerosas catástrofes causadas por las fuerzas de la naturaleza, y que en algunos casos se magnifican por factores debidos a la actividad humana.

Ante esto tendemos a preguntarnos, sobre su porqué, la manera de mitigar los daños, sus consecuencias, y por último, a aprender sobre ellas para intentar evitar daños en un futuro. La aportación de los avances tecnológicos nos ayuda a aliviar los daños y, cuando es posible, a predecirlos. Entre esos avances destacan los satélites de observación de la tierra, que nos aportan los datos y los elementos que confluyen en dichos sucesos.

Esta observación puede aportar datos vitales sobre la causa de los mismos, así como realizar predicciones y dar una respuesta rápida y coordinada a las necesidades. Independientemente de donde se produzca y a quienes afecte, los satélites permiten dar una respuesta inmediata, que es muy útil a la hora de paliar los daños producidos tanto al medio ambiente como a la población.

El análisis de las imágenes de satélite -también llamado teledetección-, es la ciencia de identificar, observar y medir un objeto sin que se entre en contacto directo con él.

Hoy en día, la teledetección es considerada como una herramienta de gran alcance y una técnica útil para aplicaciones en numerosos campos, incluyendo todo lo relacionado con el medio ambiente, usos de la tierra, la investigación geológica y fines de exploración, la meteorología, etc.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> The Earth Observatory. Remote Sensing Abril 2011 es parte de la EOS Proyecto Ciencia Oficina en la NASA Goddard Space Flight Center.

## Desastres Naturales

Pasamos ahora a ver de una manera rápida qué es una catástrofe natural. Nos encontramos con numerosas definiciones, por lo que he optado por recoger sus coincidencias: por una parte, la gran alteración provocada que tiene consecuencias excepcionales en vidas, infraestructuras y en influencia en el desarrollo económico, social y ambiental<sup>16</sup>; y por otra en que excede, en casi todos los casos, la capacidad de respuesta en la zona afectada<sup>17</sup>; ambas características indican que sin estos medios tecnológicos no se podría hacer una valoración general ni de sus consecuencias con la celeridad suficiente.

En cuanto a las clasificaciones se destacan las dos más importantes:

1º las temporales, que se dividen en: repentinas, de lenta gestación y de larga duración;

2º por el origen del desastre, que se dividen en: meteorológicas, geomorfológicas, medio ambientales, etc.<sup>18</sup>

Una vez situados ante lo que es una catástrofe natural, entraríamos a definir y comentar los tipos de satélites y su clasificación

## Los satélites

Un satélite es aquel artefacto humano que orbita alrededor de otro; pudiéndose clasificar según su fin, órbita y altura de la misma. Centrándonos en los de observación de la tierra, tendríamos dos grandes grupos: los satélites con órbita geoestacionaria, que se sitúan aproximadamente a 36.000 km de altura, y que se mueven a la misma velocidad de la tierra, (tienen compensado el movimiento de traslación del satélite con el movimiento de rotación de la tierra), por lo que siempre están situados sobre el mismo punto. Su utilización principal es la meteorología y las comunicaciones. Por otra parte encontramos los satélites no geoestacionarios, situados en órbitas bajas, destacando los situados en órbitas inferiores a los 1.500 km. Esta diferencia de altura aporta un aumento de la resolución en las imágenes y una cobertura total, aprovechando la rotación de la tierra, ayudando a descubrir y analizar la superficie de la tierra.

Todo satélite lleva unos componentes que lo diferencian de los demás, son los sensores digitales. Los sensores son instrumentos capaces de detectar, caracterizar y cuantificar la energía que proviene, emite o se refleja de

---

<sup>16</sup> Banco Interamericano de desarrollo 1997

<sup>17</sup> Sanhueza & Vidal 1996

<sup>18</sup> Sanhueza & Vidal 1996

los objetos situados sobre la superficie terrestre<sup>19</sup>, obteniendo información de estos. Los sensores detectan las variaciones de la radiación emitida o reflejada por un objeto situado sobre la superficie terrestre, siendo ésta modificada tanto por la cantidad de luz solar como por los fenómenos atmosféricos (nubes), la rugosidad de la superficie terrestre y el propio sensor.

Los tipos de sensores son: pasivos, que son sensibles a la energía reflejada y emitida (visible, NIR, y térmicos) y activos, que son sensibles a la energía reflejada, emitida desde el propio sensor (radar).

Los datos aportados por los sensores se expresan según unas determinadas longitudes de onda en distintas bandas del espectro, siendo la banda el rango espectral en el que el sensor recibe la información para su posterior tratamiento y estudio.

Así, las combinaciones de bandas que selecciona el analista permiten un análisis profundo y concreto del objetivo.

La combinación de las bandas espectrales irá en función de los diferentes fines para los cuales quieran ser utilizadas. Son asociados cada una con los canales R, G y B del monitor, representados con los canales rojo, verde y azul (canales del monitor).

La utilización de las bandas dependerá del propósito de la imagen y del método científico que se adopte por el analista.

De color verdadero. Utiliza sólo los canales rojo, verde y azul, con correspondencia a sus respectivos colores. Es aconsejable para el análisis de objetos hechos por el hombre y asequible para analistas sin experiencia o que se están iniciando.

Verde-rojo-infrarrojo, donde se sustituye el canal azul por canal infrarrojo cercano. La vegetación, muy reflectante en el IR cercano, aparece en color azul. Esta combinación se utiliza a menudo para la detección del tipo de vegetación y su estado (camuflaje).

Blue-NIR-Midir, donde se utiliza el canal azul visible, el canal verde se utiliza con la banda infrarrojo cercano (la vegetación se mantiene verde), y el infrarrojo medio se muestra en el canal rojo. Estas imágenes permiten ver la profundidad del agua, cobertura vegetal, el contenido de humedad del suelo y la presencia de incendios en una sola imagen. En la llamada *falso color*.

La infrarroja térmica tiene la capacidad de reconocer actividad humana las 24 horas, pero con la limitación de tener una baja resolución espacial y la cobertura nubosa.

Radar: al ser un sensor activo, es el único que permite las tomas todo tiempo, no se ve afectado por las nubes y es apto para la realización de imágenes nocturnas; se utiliza para la realización de cartografía de zonas tropi-

---

<sup>19</sup> www.srgis.cl José Manuel Lattus Sanhueza, Chile 2005.

cales, cambios estructurales del terreno (terremotos) y para la detección de derrames petrolíferos. Ej. Prestige.

Por último, con respecto a los sensores, tendríamos que hablar de la resolución, hay 4 tipos:

Resolución espacial: es la capacidad para discriminar dos objetos en el terreno y diferenciarlos;

Resolución radiométrica: es el número de valores que permita almacenar el sensor que se traduce en escala de grises, ej. Ikonos.

Resolución espectral: es la cantidad de bandas del espectro en las que el sensor es capaz de obtener información; y por último:

Resolución temporal: el tiempo necesario para la realización de imágenes de la misma zona (revisita).

Con todos estos elementos los satélites aportan, según los sensores de que dispongan, diferentes tipos de imágenes:

- 1.- Pancromáticas: Son imágenes que utilizan parte del espectro visible y el infrarrojo cercano, dependiendo del satélite. Ej. Ikonos: si de 450 a 900 nm, otros sólo espectro visible 400 a 700 nm suelen ser de alta resolución, y en escala de grises donde el 0 es el negro, ausencia de detección y valor  $n$  asociado al blanco, que es total detección.
- 2.- Multiespectrales: son imágenes que utilizan entre tres y catorce bandas del espectro electromagnético, produciendo por la combinación de estas bandas imágenes en color verdadero y falso color y se asocian a los canales del monitor (RGB), lo que permite diferentes visualizaciones.
- 3.- Hiperespectrales: son imágenes que utilizan más bandas espectrales, con una resolución espectral más amplia.

Radar: son imágenes tomadas por sensores activos, más difíciles de interpretar, pero de gran apoyo a las ópticas porque les afectan mínimamente las inclemencias climatológicas (nubosidad).

### **Tratamiento: georreferenciación, sistemas de coordenadas y MNT**

Para que las imágenes puedan ser de utilidad han de estar georreferenciadas, es decir, cada punto debe de tener una coordenada, (una localización en sistema de coordenadas, latitud y longitud).

A las imágenes, una vez georreferenciadas, que nos da la X y la Y, se les añade un Modelo Numérico del Terreno, la elevación (Z). Este MNT es la elevación representada cuantitativamente de la superficie terrestre, es decir,

el conjunto de datos numéricos que describen la elevación en un punto de la superficie terrestre respecto al elipsoide de referencia<sup>20</sup>.

Según su precisión hay diferentes MNT:

Level 0 con un espaciado cada 900 metros.

Level 1 con un espaciado cada 90 metros.

Level 2 con un espaciado cada 30 metros.

Permite en primer lugar la georreferenciación precisa de una imagen, al proyectar cada punto la elevación del terreno; también permite la realización de escenarios en 3D, y con un software adecuado la realización de vuelos virtuales.

### **Razones del uso de satélites**

Las razones para utilizar estos instrumentos podemos resumirlas en las siguientes:

#### **Digital:**

La información es recogida digitalmente (0 y 1) y no necesita conversión de datos o de escaneo, no son datos tratados externamente por el hombre sino que a través de un software nos llegan en bruto.

#### **Rapidez:**

La información se recibe casi en tiempo real, dependiendo de la órbita y altura del satélite; esto es posible porque, al ser órbitas bajas, el satélite realiza en un día varias orbitas a la tierra, por lo que la descarga de imágenes en las estaciones receptoras en tierra es muy ágil, dependiendo del número de antenas receptoras con que se cuente, y desde allí se envían a los centros de tratamiento para su estudio.

En caso de una zona amplia se pueden realizar varias bandas para cubrir la zona aprovechando también los movimientos del satélite: alabeo, cabeceo y guiñada, la realización de mosaicos, fusión de imágenes y detección de cambios, pares estereos y triestereos.

---

<sup>20</sup> *Generación automática de MNT a partir de pares estereoscópicos de satélite.* Rogelio de la Vega Panizo. Tesis doctoral 1994

**Económico:**

Realización de tomas de escenas de gran amplitud en km<sup>2</sup>, lo que supone un abaratamiento de los datos obtenidos con respecto a otros sistemas (medios aeroportados). No obstante, a mayor ancho de toma, menor resolución espacial.

**Global:**

Son datos generales, no se produce una discriminación de la información, no hay una selección de la información.

**Actual:**

Nos da una imagen real de la situación física del área en ese momento, muy necesaria en todo desastre; esto tiene una mayor importancia cuando no existe una cartografía actualizada del área o país. Ej. Sumatra y Haití

**Detalles:**

La resolución de las imágenes es principal a la hora de la evaluación de los daños

**Precisión:**

Es una representación precisa, objetiva e imparcial de los objetos. Ej. Detección de fuegos.

**Sinóptico:**

Porque sintetiza o resume en una sola imagen toda la situación general de la zona y los daños.

**Flexible:**

Porque la amplitud de la escena permite distinguir las diferentes zonas dentro de la imagen. Una misma imagen permite el estudio de diferentes aspectos del área.



**Revisita:**

Permite la comparación de imágenes tomadas en diferentes años para la evaluación objetiva de daños.

**Los satélites al servicio de la humanidad**

A raíz de la conferencia *Uniespace III*, celebrada en 1999 en Austria bajo patrocinio de Naciones Unidas, la Agencia Espacial Europea (ESA) y el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) de Francia elaboraron en el 2000 la “Carta sobre cooperación para el logro del uso coordinado de instalaciones espaciales en grandes catástrofes naturales o tecnológicas”, firmada por más de 20 países. A ella se han ido uniendo distintas agencias espaciales del mundo, incluido Rusia, que en el año 2009 solicitó su firma.

**Objetivos de la Carta:**

En esta carta todas las agencias se comprometen a proporcionar recursos espaciales para apoyar la labor humanitaria tras una catástrofe.

- 1 Elaborar de forma unificada la adquisición y difusión de datos.
- 2 La creación de un conjunto de usuarios autorizados que puedan movilizar recursos espaciales y terrestres de las agencias miembro para obtener datos e información sobre la catástrofe y para la vigilancia de la zona.
- 3 Crear servicios de emergencia, activos durante las 24h, que son los que generan el plan de adquisición.
- 4 Dedicar recursos a este proyecto<sup>21</sup>.

Naciones Unidas desde 1963 cuenta con *UNITAR*: Instituto para la formación profesional e investigaciones; de éste depende *UNOSAT* (2001), Programa Operacional para las Aplicaciones Satelitales, que agrupa los siguientes actores:

Por parte del sector público internacional: UNITAR, UNOPS, ESA, CNES.

Por parte del sector privado: Spot Image, Digitech Intl, Gamma Remote Sensing.

Por parte de la comunidad científica: CERN

---

21 “Carta sobre cooperación ...” UN 2002

## **Productos**

- Provee imágenes y mapas satelitales: mapas de ocupación del suelo, mapas de detección de cambios, mapas de pendientes, mapas de exposición, catastro, etc.
- Estos productos están acompañados por servicios dedicados: cursos en línea, ayuda para la producción de mapas "a medida", implementación de proyectos a base de imágenes satelitales.
- Bases de datos de planificación de desastres.
- Mapas de base digitales actualizados, generados a partir de ortoimágenes ópticas de alta resolución, imágenes Radar y MNT.
- Mapas de uso/cobertura del territorio actualizados y mapas de riesgos.

## **La actuación de los Organismos en una crisis**

En la gestión de desastres, lo importante es la coordinación entre las diferentes organizaciones, que deben trabajar con la presión debida a la falta de tiempo.

Esta coordinación del tiempo de respuesta en un desastre natural es de cuarenta y ocho horas, por lo cual hay que realizar la coordinación para que la adquisición, proceso y evaluación esté disponible lo más rápidamente posible para su utilización por los organismos internacionales.

Muchas de las decisiones han de ser tomadas en base a la experiencia de desastres anteriores, dada la falta de información fiable en tiempo real.

## **Adquisición de datos**

El uso de sensores remotos proporciona imágenes especialmente útiles en el ámbito de la gestión de los desastres.

La respuesta a los desastres es dinámica y sensible en el tiempo. Algunos datos deben ser recogidos antes del desastre, y algunos datos necesitan ser actualizados inmediatamente después del suceso, porque han sido modificados.

Estos requisitos deben tenerse en cuenta al determinar la forma de adquirir los datos necesarios y las imágenes.

En la actualidad, la programación por satélite puede tardar hasta veinticinco horas. Esto significa que las imágenes no pueden ser adquiridas en el mismo día en que se produzca una catástrofe.

La mejora del tiempo de respuesta mediante la coordinación de las múltiples constelaciones de satélites comerciales y gubernamentales podría acor-

tar el tiempo entre el momento Cero del desastre y la adquisición de la primera imagen.

### **Almacenamiento de datos**

Las necesidades de datos actualizados y en un formato de fácil manejo es una necesidad primordial, además del seguimiento de las zonas de riesgo. Estos datos se pondrán a disposición de las organizaciones internacionales que coordinen la acción.

Cada organización debe tener su propia base de datos, así como el acceso a una base de datos principal a través de un sistema basado en la web. Para conseguir esto hay una propuesta de solución, que es crear un catálogo de servicios que podrían utilizarse por las Organizaciones encargadas de la información.

Los datos podrían estar clasificados por: tema, tiempo de referencia espacial, generador, calidad, etc., pudiéndose recuperar mediante la selección de unas búsquedas: especificar las palabras clave (búsqueda temática), un período de tiempo (búsqueda temporal), y especificar un lugar (búsqueda espacial)<sup>22</sup>.

### **Actuación**

#### **DURANTE LA CRISIS**

Localizar rápidamente las zonas afectadas y cartografiar los daños.

Reunir y sintetizar la información de la crisis para optimizar la utilización de los medios de intervención.

Organizar y optimizar las misiones humanitarias.

#### **ANTES Y DESPUÉS DE LA CRISIS**

Actualizar los planes de prevención de riesgos: identificar las zonas de riesgo y elaborar planes de intervención de urgencia.

Mejorar los modelos de previsión y simulación de fenómenos de riesgo mediante el tratamiento a posteriori de la información adquirida durante el período de crisis.

---

<sup>22</sup> Santiesteban, César “Satélite es necesario para afrontar desastres naturales”. Perú 2010

## Conclusiones:

Los sistemas actuales que incorporan la teledetección son *prometedores* para apoyar la gestión de desastres.

Si bien es cierto que las imágenes de satélite no van a evitar que estos desastres ocurran, éstas sí van a constituirse en información estratégica para la prevención, la planificación y la atención oportuna de las poblaciones afectadas.

Es imposible afrontar un desastre si no tenemos conocimiento real y amplio de su magnitud. Es así que las imágenes de satélite nos sirven para:

- dimensionar el impacto de un desastre
- cuantificación de daños
- planificación de la distribución de la ayuda
- el proceso de reconstrucción
- determinar las zonas en donde debe de reforzarse la infraestructura
- y, finalmente, para la tan necesaria zonificación de riesgos, que permitirá que las poblaciones no se asienten nuevamente en zonas donde podrían ocurrir nuevamente los desastres.

Los datos utilizados en la gestión de los desastres suponen:

- la evaluación
- el desarrollo del impacto
- el alcance

Por tanto la información debe ser:

- datada,
- actualizada
- precisa
- coherente
- intercambiable
- transferencia rápida y eficiente.

La Carta ha demostrado que la cooperación en este campo es fundamental para una correcta ayuda a los damnificados, la prevención de catástrofes y los daños causados durante las siguientes horas.

El campo de la utilización de la teledetección en la gestión de desastres es relativamente nuevo. La adquisición y uso de estos datos aún puede mejorar mucho. Sin embargo, todavía queda mucha investigación por hacer antes de un pleno funcionamiento y eficiente.

### Instantáneas del desarrollo del acto

