

# Aplicaciones de la Teledetección en Proyectos de Desarrollo

*Jan J. Nossin  
ITC Enschede, Holanda*

## 1. Observaciones iniciales

Las técnicas de observación aérea de la tierra (técnicas aerofotográficas) están actualmente bien establecidas y son completamente operacionales. La fotografía aérea permite la extracción de dos tipos de información a partir de los datos crudos: información métrica, mediante la fotogrametría e información temática, mediante la fotointerpretación.

Aunque las técnicas aéreas de teledetección (radar, escaneado térmico y multiespectral) han expandido considerablemente la observación aérea de la tierra, debe considerarse a la observación terrestre por teledetección espacial como el real avance en la capacidad de recolección de datos. El satélite de observación terrestre Landsat 1, lanzado en 1972, marcó el comienzo de una nueva era. Mientras, hemos avanzado de la resolución espacial inicial de unos 80 metros del Landsat 1 hacia la resolución de 1 metro del Ikonos; la resolución de 20 y 10 metros de SPOT y de 6 metros de IRS son utilizadas frecuentemente.

Nuestra presunción inicial es, que la teledetección aeroespacial ha llegado para quedarse, ya que ha sido declarado operacional en 1985 por las mayores compañías proveedores de datos: Eosat y SPOT Image.

Esto significa, entre otros logros, que está garantizada la disponibilidad y continuidad del flujo de datos, dentro de los límites del sistema.

También estos sistemas operan sobre una base comercial, por lo cual cabe esperar un aumento en los precios a pagar por el usuario en relación al periodo experimental. Durante ese periodo experimental, hemos venido concientes del potencial de la teledetección aero-espacial, como herramienta de recolección de datos.

También hemos visto que la capacidad de obtención de datos excede largamente la capacidad de los usuarios para extraer información utilizable a partir de tales datos.

Lo anteriormente expresado en relación al rápido crecimiento de la capacidad de obtención de datos también es aplicable a la aptitud para el manejo de los mismo, y de la información extraída de ello.

La brecha entre obtención y manejo de datos, por una parte, y la capacidad del usuario para su correcta utilización y aplicación, constituye una realidad particularmente notable en los países en vías de desarrollo que incide notoriamente en su progreso tecnológico y socio-económico.

Aunque el tema del desarrollo es demasiado complejo para ser tratado aquí en forma sumaria, constituye una realidad cuya trascendencia no puede soslayarse. En relación a este punto debemos enfatizar que existe un problema de desarrollo, y que la teledetección, junto con los Sistemas de Información (SIG), constituye una herramienta poderosa aplicable en resolución de numerosos problemas ligados al desarrollo.

La problemática del desarrollo ha sido ampliamente estudiada en otros ámbitos, como el Centro para el Desarrollo de la OECD, El Banco Mundial, el BID, El Instituto para Estudios de Desarrollo de Sussex y otros. Es interesante destacar que solo el Banco Mundial se ha involucrado en forma limitada en proyectos en que las aplicaciones de la teledetección contribuyen al desarrollo. En general se nota que tanto las Instituciones como los individuos que estudian el tema del desarrollo, tiendan eludir o desconocer las posibilidades de las modernas técnicas de observación de la tierra en relación a dicho tema. Se muestra aquí claramente la brecha existente entre las ciencias naturales y físicas por una parte, y las económicas y sociales por el otro.

Con el paso del tiempo, el énfasis en las aproximaciones al problema del desarrollo ha cambiado, habiéndose llegado a la conclusión que, al margen de otras consideraciones, el desarrollo es un problema esencialmente político.

## **2. El accionar político de corto plazo y el medio ambiente**

---

Estimamos que la mayoría de los políticos tienden a concentrar su accionar en la perspectiva de las próximas elecciones y, lógicamente, se preocupan por mostrar resultados visibles de su accionar que "márquen" al electorado. Sin embargo, esta visión política del corto plazo difiere mucho de las realidades del desarrollo, que constituye un objetivo a alcanzar en un plazo mucho más largo. Por su directa relación con el medio ambiente, en general, los científicos de las geociencias se encuentran involucrados con él en la mayoría de sus actividades, a partir de considerarlo en estrecha relación con el Sistema Tierra y producto de complicadísimas interacciones que configuran su carácter distintivo.

Sin embargo, recientemente, el Medio Ambiente ha sido descubierto por los políticos y los medios masivos de comunicación. Siguiendo una similar filosofía, las medidas políticas sobre el medio ambiente son de corto plazo, de modo tal que sus efectos visibles sean electoralmente efectivos en un lapso reducido. Sin embargo, aunque la eliminación y control de la polución, la degradación ambiental etc., debiera efectuarse en el corto plazo, las soluciones solamente pueden llegar a través de un accionar efectivo y continuado durante muchos años.

En el contexto de esta presentación, dedicamos especial atención al usuario en los países en vía de desarrollo.

Es relativamente fácil identificar el nivel de captación, procesamiento y manejo de datos. Es igualmente fácil, identificar el sector de obtención, manejo y presentación de la información basada en estos datos. Es extremadamente difícil, sin embargo, identificar "el" usuario de la teledetección. Podemos decir que no existe una categoría designada como "el usuario": los usuarios vienen en muchas categorías y en muchas variedades.

A los fines del desarrollo, una categoría importante de usuarios son los planificadores y tomadores de decisiones.

El medio ambiente, la protección y el manejo ambiental crecen aceleradamente como problemas derivados del (mal)(sobre)uso de los recursos naturales y de la contaminación y polución ambiental.

Las amenazas naturales -causa fundamental de desastres naturales-, es igualmente un tema prominente de preocupación. También aquí, planificadores y tomadores de decisiones juegan un rol importante en la medida en que se enfrentan (o no) a los problemas, y la teledetección constituye una herramienta poderosa para aportarles información para fundar sus decisiones. Sistemas de Información Geográfica de varios tipos tienen un rol esencial en la toma de decisiones para el manejo ambiental, el desarrollo regional y sectorial de los recursos naturales y la planificación.

Aunque no intentaremos incursionar en el problema del desarrollo como tal, se puede constatar que para los fines del desarrollo, las decisiones políticas se determinan en el interjuego entre planificación y la toma de decisiones.

La toma de decisiones puede situarse en el campo técnico o en el campo político. En ciertos casos, se define como una interacción, aunque frecuentemente la toma de decisiones en ambos dominios, es inducida por factores diferentes.

La toma de decisiones políticas frecuentemente es producto de motivaciones distintas que las razones técnicas o una selección lógica de alternativas para el desarrollo, resultado de un levantamiento, inventario, o evaluación de recursos.

La verdadera motivación para la toma de decisiones políticas en el contexto ambiental o del desarrollo es difícil de identificar o describir; no cabe duda que los objetivos de corto plazo son importante para los políticos. Resultados de su toma de decisiones que sean visibles para el electorado en las próximas elecciones, pueden tener mas importancia desde su óptica personal que decisiones con efecto a largo plazo.

Frecuentemente, factores externos deben impulsar la acción o la decisión. Por ejemplo: los planes para la ejecución de obras de infraestructura recién pueden llegar a concretarse después de la ocurrencia de tal o cual accidente o casi-accidente que precipita su realización. En realidad, aquí se produce una interacción en la toma de decisiones al nivel técnico. Aunque el nivel técnico superior del gobierno pueda concluir que ciertas acciones son necesarias y deben efectuarse, el nivel político puede predominar y decidir sobre la prioridad o no de ejecución de ciertos proyectos. Además de la motivación política (programas del partido, impacto publico, opinión publica etc.), las consideraciones financieras (presupuesto) pueden asumir un rol superlativo.

En ciertos casos, las decisiones políticas o técnicas son implementadas por una oficina de planeación, lo que constituiría el caso ideal. La oficina de planeamiento formularía opciones políticas en base a datos, información, inteligencia, adquirida mediante un numero de "herramientas", tales como levantamientos (aeroespaciales), censos, estadísticas etc. Los sensores remotos constituyen una de estas herramientas.

En términos generales se puede decir que el potencial de recolección de datos de los sensores remotos no se utiliza optimamente para la planificación y la toma de decisiones. Ello incluye la fotografía aérea tradicional; su combinación con "otras" técnicas de teledetección ofrece una herramienta sumamente poderosa para la planificación. Debe comprenderse que los planificadores por si solos normalmente no están en condiciones de extraer información relevante y es esencial que mantengan una buena relación con el sector que genera la información, vale decir, con los especialistas que producen información relevante de los datos de teledetección. Es destacable el hecho que frecuentemente, esta relación no se establece en la forma correcta. Obviamente, la situación cambia de país en país, y las generalizaciones son muchas veces injustas.

Sin embargo, con demasiado frecuencia, modelos de planeación son elaborados en base a datos asumidos o información obsoleta. Sin entrar en el análisis de si los objetivos de desarrollo y planeación son validos y factibles, en cualquier caso la teledetección podría ayudar tanto a una mejor definición de sus objetivos, como en aporte de información temática actualizada. Seguramente, la teledetección no es la solución mágica para el planificador, pero en arreas específicas es una herramienta sumamente poderosa que puede ayudar a mejorar su trabajo.

Si en el contexto de países en vías de desarrollo, planificadores y tomadores de decisiones son considerados como usuarios finales de importancia, normalmente hay un nivel subyacente de agentes o técnicos que les alimenta con información sobre la cual basan sus decisiones.

Este nivel de asesores técnicos de jerarquía, directores departamentales, asesores de política, de hecho constituye un grupo prioritario al cual dirigir la educación en cuanto a la aplicación de teledetección. Concretamente, los niveles jerárquicos departamentales, no afectados directamente por los cambios políticos. Esta categoría tiene una imagen oficialista (burocrática?), y no se espera que extraigan información por si mismo. Mas bien, actúan en base a la información presentada por los expertos y profesionales en sus respectivos campos técnicos.

En esta función a nivel jerárquico elevado, el enlace de la información disponible con los objetivos de desarrollo, puede ser de origen técnico o político. Es un asunto muy complejo y un problema aun no resuelto aunque se lo conoce por lo menos desde hace 25 años.

La pregunta en resumen, es como educar a los planificadores y a sus asesores de mayor nivel, no solo en la aplicación de datos de teledetección y geo-información, sino también en la identificación de sus requerimientos de (geo)información en relación con los problemas ambientales y del desarrollo a que se enfrentan.

Estas cuestiones, frecuentemente se dilucidan en relación al inventario de los recursos, su análisis y evaluación, la optimización de su uso, la infraestructura, consideraciones ambientales, etc. Con el progreso tecnológico, cuestiones adicionales pueden ser incorporadas, como el monitoreo de procesos (naturales o con origen humano). Una combinación de técnicas de observación de la tierra puede conducir hacia una mayor capacidad de predicción de amenazas naturales, y, posteriormente, para el monitoreo de los eventos y la coordinación de operaciones de mitigación.

El nivel de especialista involucrado en la extracción de información de datos de teledetección, es un conglomerado, no muy coherente, de laboratorios universitarios, institutos de investigaciones, oficinas técnicas gubernamentales, servicios de manejo de recursos, institutos educacionales especializados, etc. No hay un enlace claramente definido entre este nivel especialista, y el aparato oficial que tiene que utilizar la información que ellos proveen o podrían proveer.

### **3. Aplicaciones en el marco del desarrollo**

---

En ilustración trataremos tres casos de aplicabilidad de la teledetección en relación con problemas de desarrollo, inclusive las amenazas naturales. Siempre hay que tener en mente que la teledetección y los SIG son herramientas, no mas. Herramientas poderosas en el contexto de la recolección de datos nuevos, y el tratamiento posterior de geo-información derivado de varias fuentes de datos, entre ellas las obtenidas por sensores remotos.

Evidentemente, el desarrollo en sí es un sujeto demasiado amplio para ser tratado como tal en esta presentación.

En lo siguiente, los casos son resumizados; sus textos integrales en Inglés se presentan en estas Actas.

1. Detección de combustión subterránea de carbón en una zona minera en Ningxia Hui, centro-norte de China, por teledetección, y manejo de datos en un SIG.

La combustión subterránea de carbón en China causa pérdidas anuales de 100-200 millones de toneladas de carbón, y contribuye como 2 % del total mundial de emisión de dióxido de carbón.

Se discutirán el inventario de los incendios y desarrollo de software (SIG) para el manejo, el modelado y el combate de los incendios. Es un proyecto grande en el cual participan cuatro organizaciones holandeses y chinos, financiado por los dos gobiernos al total de casi 3 millones de dólares.

En la zona de estudios, a través de la banda térmico-infrarroja de imágenes espaciales (TM) secuenciales, se podía monitorear el desarrollo de los incendios a través del tiempo, el origen de nuevas combustiones y la extinción de otras.

### **Refiéranse a:**

Z. Vekerdy:

PC-Based Information System For The Management And Modelling Of Subsurface Coal Fires In Mining Areas (Coalman)

2. Estudio de un mayor deslizamiento y riesgo de inundación en el frente llanero de la Cordillera Oriental de los Andes, Colombia.

El frente llanero de la Cordillera Oriental de los Andes se destaca por la presencia de una zona de fallas mayores en un relieve extremadamente fuerte, causando debilitación pronunciada de las rocas, provocando la erosión y movimientos en masa, peor aún en un clima de fuertes lluvias. Un mayor deslizamiento amenaza cortar la única vía de comunicación terrestre entre Bogotá y los llanos orientales, notablemente con la ciudad principal de los llanos, Villavicencio. El desarrollo del deslizamiento se deja monitorear por digitización de fotografías aéreas desde 1937 (antes del origen del fenómeno), y su registro geométrico con una imagen SPOT. En Colombia, en contraste con muchos otros países, las fotografías aéreas son disponibles sin restricciones.

En la misma metodología llegamos a identificar los riesgos de inundación en la zona aeroportuaria de la ciudad de Villavicencio que amenaza cortar la comunicación aérea. Además de muestra posible monitorear y cuantificar el crecimiento de la ciudad a través de los años.

### **Referencia:**

Jan J. Nossin :

Monitoring Of Hazards And Urban Growth In Villavicencio, Colombia, Using Scanned Air Photos And Satellite Imagery.

3. Monitoreo de flujos de lodo volcánico (lahars) en el oeste de Luzon, Filipinas.

En Junio de 1991 erupcionó el Volcan Pinatubo en la Isla de Luzon, Filipinas, a unos 100 km de Manila.

La erupción misma, aún que fue la mayor erupción del siglo XX, no ha causado tantas víctimas gracias a una previsión precisa y la evacuación oportuna de la población amenazada. Los efectos secundarios han sido mucho mas molestando: la formación de flujos de lodo volcánico (lahars) bajo las intensas lluvias monzonales. Estos se forman fácilmente en el material non-coherente de los flujos piroclásticos y las cenizas, y tienen un poder masivo de destrucción. Se trata de unos 7 kilómetros cúbicos de material movilizable a través de todas las cuencas de drenaje del volcán. En cada estación lluviosa los lahars han causado la destrucción de viviendas y infraestructura, y la pérdida de vida humana.

Hay decenas de proyectos y programas en esta zona para la rehabilitación de las víctimas del evento, y de contención de los flujos de lahar.

Esta ponencia se concentra a los cambios geomorfológicos en la cuenca del Río Santo Tomas, al suroeste del volcán, monitoreado en imágenes secuenciales de SPOT. El desarrollo de lahares y la deposición en la cuenca del Río Santo Tomas han sido seguidos, y el espesor de los depósitos ha sido establecido. Esta zona de escasa población ha sufrido relativamente menos que otras cuencas que son ubicadas hacia el este del volcán.

**Referencia:**

Jan J. Nossin :

Monitoring Of Geomorphological Consequences Of Lahar Deposition 1991-1996 In The Santo Tomas Basin, West Luzon, Philippines.