

# ACTUALIZACIÓN DE LOS MAPAS TOPOGRÁFICOS CON LOS CAMBIOS OCURRIDOS EN EL MEDIO GEOGRÁFICO MEDIANTE TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITARIAS

Dr. Cruz Díaz, Reyno, O; Ing. Martín Morales, Gustavo; Ing. Ponvert-Delisle Batista, Dámaso, R.

Geocuba-Investigación y Consultoría  
La Habana, Cuba.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las tareas que más preocupa y ocupa a los Geógrafos, Cartógrafos, Topógrafos y también a los usuarios de los mapas topográficos de distintas escalas, es lo relacionado con la actualización de los mismos. Los distintos elementos naturales y artificiales del medio geográfico van sufriendo mutaciones, cambios y adaptaciones con el decursar del tiempo, debido a la acción natural de los agentes del intemperismo, así como a las acciones antrópicas y de otros tipos.

Estos cambios ocasionan la pérdida de vigencia de los mapas topográficos, es decir, su "envejecimiento", surgiendo por tanto, la necesidad de actualizarlos incluyendo en ellos los nuevos objetos o formaciones que aparecen en la superficie terrestre que representan, y suprimiendo aquellos que han dejado de existir.

## 2. LA ACTUALIZACIÓN TRADICIONAL

Los métodos tradicionales empleados para actualizar los mapas topográficos son variados y muy conocidos por los especialistas en la materia. La esencia de todos ellos consiste en "registrar" o "captar" los cambios operados por diferentes vías y con posterioridad plasmarlos en los originales que dieron origen al mapa en cuestión. En dependencia de los múltiples factores que intervienen en el fenómeno de la actualización, tales como el carácter y dimensiones del elemento cambiante, la escala a que se quiera plasmar y la existencia de los medios materiales y tecnologías disponibles para adquirir el cambio, en la actualidad, este proceso se realiza por alguno de los métodos siguientes : levantamiento directo; levantamiento aerofotográfico o levantamiento fotográfico terrestre.

Lo más común y desventajoso de todos ellos, es que generan un gran consumo de recursos materiales y técnicos, humanos, financieros y tiempo para la ejecución de los trabajos en campo y en gabinete.

Por otro lado, la existencia y necesidad del trabajo con Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha provocado la búsqueda de un procedimiento operativo, ágil, altamente automatizado y económico, que permita la actualización de los voluminosos datos disponibles en formatos digitales.

Esto nos llevó a experimentar y buscar un procedimiento a la altura de las exigencias de la ciencia y tecnología contemporáneas.

### 3. MÉTODO PROPUESTO PARA LA ACTUALIZACIÓN

El objetivo que nos propusimos alcanzar se puede expresar en los siguientes términos: generar un método factible para actualizar los mapas topográficos elaborados por procedimientos tradicionales, con los cambios ocurridos en el medio geográfico, mediante el procesamiento digital de imágenes obtenidas a partir de sensores satelitarios. A partir de él, diseñamos y experimentamos un método que en esencia consistió en realizar la actualización de las bases cartográficas en formatos digitales orientados a los SIG, con la información proveniente de imágenes satelitarias.

El experimento fue concebido en dos zonas geográficas con características y escalas diferentes. La primera en un área llana de 41,3 Km<sup>2</sup>, ubicada en la hoja de mapa 4583-IV "Cayo Coco" a escala 1:50 000 que fue editada en 1980 y reimpresa en 1987 y la segunda, en un área de topografía irregular de 166,3 Km<sup>2</sup>, correspondientes a las hojas de mapa 3583 y 3483 a escala 1:100 000, editadas en 1982 y reimpresas en 1987. Esta concepción, nos permitiría valorar la exactitud del método aplicado en diferentes condiciones topográficas.

Como materiales iniciales se utilizaron las bases digitales de las zonas geográficas antes mencionadas y fragmentos de escenas del Landsat TM (Bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7) que las contenían, las cuales fueron adquiridas recientemente. En calidad de materiales auxiliares, utilizamos las hojas de mapas topográficos en formato analógico a escalas mayores de las utilizadas para la zona de estudio (1:25 000), así como fotografías aéreas a escala 1:40 000 y los catálogos de coordenadas correspondientes a las zonas mencionadas.

Con los antecedentes planteados, estaban creadas las condiciones mínimas para la experimentación, que comenzó justamente por el procesamiento de las imágenes. Este y el resto de los procesos, fueron realizados con el software "Telemap 2.1" (5) desde un PC-486.

El orden de los procesos ejecutados fue el siguiente:

- a - Evaluación del grado de "envejecimiento" de la información contenida en las hojas cartográficas digitales;
- b - tratamiento de las imágenes satelitarias;
- c - actualización de la base digital.

La evaluación del grado de envejecimiento de la información fue precedida del descifrado de la imagen cósmica y del estudio pormenorizado de la base cartográfica digital (1980) correspondiente, lo que permitió constatar la existencia de grandes cambios en la fisonomía geográfica por la simple comparación visual entre ambas, corroborándose de esta forma la necesidad evidente de realizar la actualización.

El tratamiento de las imágenes contempló los procesos siguientes:

- procesamiento preliminar;
- representación visual y realce;

- extracción de la información.

Para el procesamiento preliminar se tomaron las imágenes de partida y se sometieron a un análisis estadístico cuyo fin era favorecer su mejor interpretación y tomar criterios que nos permitieran orientar los procesos ulteriores de realce visual o transformaciones. En consecuencia con lo anterior, en este caso no fue necesario aplicar correcciones radiométricas debido a que los productos disponibles ya habían sido tratados con este tipo de herramientas.

Por otra parte a pesar de que los productos Landsat TM se ofertan con las correcciones por el efecto de la curvatura y su rotación, así como por la posición del satélite, fue necesario aplicar una transformación matemática por mínimos cuadrados, seleccionando un número suficiente de puntos terrestres de referencia fácilmente identificables en la imagen y el mapa. De esta manera, el producto obtenido quedaría georeferenciado a la proyección cónica conforme de Lambert, en lugar de la proyección original UTM. Este conjunto de procesos fueron realizados con las herramientas que brindan los módulos *Ortho* e *Image* del software "Telemap 2.1" indistintamente.

La representación visual y realce de la imagen se hizo con la finalidad de extraer la mayor cantidad posible de la información contenida en las imágenes. Para este caso se aplicaron un conjunto de herramientas disponibles en el módulo "*Telemap.Image*", con las cuales se logró realzar el contraste y una mejor definición de los contornos de los objetos.

Para la extracción de la información se hicieron composiciones en falso color, resultando para este proceso las más útiles la combinación Banda 2-azul; Banda 3-Verde y Bandas 4 ó 5-Rojo y Banda1-Azul; Banda 4-Verde y Banda7-Rojo. Estas combinaciones fueron las elegidas definitivamente, ya que nos brindaron una apreciable discriminación de los principales objetos naturales y artificiales contenidos en las escenas tales como la red vial, las edificaciones y las formaciones de vegetación.

Como resultado de estos procesos se nos facilitó realizar el análisis de los elementos topográficos a actualizar en correspondencia a las categorías de: puntual, lineal y areal. La resolución espacial de 30 m. Correspondiente a un píxel en la imagen Landsat TM, ocasiona que aquellos elementos puntuales de dimensiones menores a dicha resolución, no puedan ser perfectamente definidos desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, siendo posible solamente su detección. Esto último, gracias a la alta resolución espectral de este sistema, lo que favorece la discriminación de algunos objetos en bandas preferenciales. Aún así, no es posible la actualización de estos elementos en los mapas digitales a escala de 1:50 000 y mayores a partir de su extracción de las imágenes cósmicas del Landsat TM.

Para resolver este inconveniente diseñaremos y emprenderemos un procedimiento que incluya la adquisición de los elementos puntuales a actualizar por medio de fotografías aéreas tomadas específicamente en la región objeto de actualización, a una escala tal que permita la identificación de los mismos y posteriormente someterlas a un procesamiento digital similar al que fueron

sometidas las imágenes cósmicas que sirvió de base al proceso, pero esto será desarrollado en una fase más avanzada del trabajo.

Por el momento, se ha podido demostrar con el uso de las imágenes cósmicas provenientes del Landsat TM, que es posible actualizar los elementos lineales y areales en los mapas a escalas 1:50 000, 1:100 000 y menores. En consecuencia, se pudo descifrar con gran exactitud las líneas de costa, los límites de los embalses y lagunas, así como la red hidrográfica por sus características propias relacionadas con su forma y dimensiones. De manera similar se pudo identificar sin dificultades las carreteras y caminos, y las vías férreas. Con la resolución espacial considerada, los puntos poblados carecen del nivel de detalle necesario en las imágenes cósmicas lo que no permite llevarlos a los mapas a escala 1:50 000 tal como se requiere para su actualización. Tampoco fue posible identificar y proceder a actualizar los puentes.

La detección e identificación de algunos de los elementos topográficos y su caracterización se describen a continuación.

### Elementos Puntuales

Menores de 30 m: Se detectan con dificultad, no se logran identificar. Poca definición de sus características cualitativas y cuantitativas. Se puede ubicar su centro geométrico e importar hasta él el símbolo convencional correspondiente a la escala en cuestión.

### Elementos Lineales

Carreteras Principales y secundarias: Se detectan e identifican con facilidad debido a su relación de forma y pronunciado contraste visual. Presentan tonos oscuros.

Caminos y Terraplenes: Se detectan e identifican con facilidad. Difieren de las carreteras por su trazado más irregular y su variabilidad en el ancho. Presenta tonos más claros además.

Vías Férreas: Se detectan e identifican con facilidad, debido a su forma típica muy alargada y estrecha en tonos oscuros.

Puentes: No se detectan por lo general, aunque puede deducirse su ubicación por sus índices indirectos de interpretación en relación al medio geográfico.

### Elementos Areales

Vegetación: Se pueden identificar a partir de la interpretación visual o digital de sus patrones, realizando clasificaciones no supervisadas y supervisadas, que permitan determinar su tipo.

Canteras y Excavaciones: Se localizan con cierta dificultad a partir del reconocimiento de patrones y utilizando herramientas del procesamiento digital de imágenes.

Edificaciones:

Puntos Poblados: Se detectan con dificultad, no se identifican sus elementos cualitativos y cuantitativos.

Ciudades con menos de 30 000 habitantes: Se detectan, no se identifican. Se aprecia con dificultad los límites geográficos y el trazado de su red de calles.

Ciudades con más de 30 000 habitantes: Se detectan con facilidad, pueden identificarse algunos elementos cualitativos y cuantitativos tales como su extensión trazado de su red de calles, sus parques y áreas verdes, y otros.

### 3. ACTUALIZACIÓN DE LA BASE DIGITAL

Para realizar la actualización procedimos a cargar en el módulo "Telemap. CAD", la base cartográfica digital desactualizada, a la cual se le superpuso la imagen convolucionada y realizada para lograr el efecto de una copia por transparencia, permitiéndonos digitalizar aquellos elementos que no aparecían en la base cartográfica original, asignándoles atributos que permitieran su diferenciación de los elementos presentes con anterioridad.

En todos los procesos descritos anteriormente, se realizaron los controles de calidad, destacándose y subrayándose los errores contenidos en los mismos.

### 4. CONCLUSIONES

Se demostró la posibilidad que tienen las imágenes satelitarias tomadas del Landsat TM para la actualización de los elementos areales y lineales en los mapas topográficos a escala 1:50 000 y 1:100 000 y menores, no así para los elementos puntuales de dimensiones menores a la resolución espacial del sensor (en el caso de la escala 1:50 000), en cuyo caso habrá que acudir a la toma de fotografías aéreas a escalas tales que permita la identificación de los mismos y posteriormente someterlas a un procesamiento digital similar al de la imagen cósmica;

Como resultado del trabajo, se plantea una variante tecnológica para la actualización de mapas en formato digital;

Queda demostrado la factibilidad económica, tecnológica y práctica de la actualización por este método, el cual fue desarrollado en condiciones de experimentación de manera satisfactoria y cumple con las exigencias y criterios mas actualizados en la materia;

Aunque el método no resuelve completamente todos los detalles de la actualización para todas las escalas, si es posible obtener por él una gran parte de la información topográfica a ubicar en el mapa, los cuales pudieron ser identificados aplicando las herramientas idóneas de procesamiento digital de imágenes.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Chuvieco, Emilio. "Fundamentos de Teledetección Espacial". Ediciones Rialp. S.A, Madrid, España. 1990.
2. Reyno O. Cruz, Díaz y Amanda Lorite Ratón. "Empleo de la fotografía aerocósmica". Editorial pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1988
3. Reyno O. Cruz Díaz. "Descifrado de la fotografía aérea". Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1985
4. Eloy Pérez García; Pedro Romero S.; y Maristaidis Prieto. "Utilización de la información aerocósmica en la creación de mapa topográfico a escala 1:250 000". Geodesia y Cartografía No.2/87. ICGC. La Habana, Cuba. 55-60.
5. Autores varios. "Manual del Telemap 2.0: Un software para las Geociencias". Geocuba-Investigaciones y Consultoría. La Habana, Cuba. 1994.