

## **Cartografía digital en áreas sin cobertura de mapas en la cuenca del río Orinoco en Venezuela, mediante imágenes de satélite, fotos aéreas, infrarrojo y GPS**

*R. Arbiol<sup>1</sup>, A. Arozarena<sup>2</sup> y G. Villa<sup>2</sup>*

(1) Institut Cartographic de Catalunya  
Servicio de Teledetección

(2) Instituto Geográfico Nacional  
Área de Teledetección

### RESUMEN

En esta comunicación se describe el proyecto de colaboración internacional realizado en el Comité de Aplicaciones Cartográficas de la Teledetección del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, con la participación de los siguientes organismos: Cartografía Nacional de Venezuela, Institut Cartographic de Catalunya, Instituto Geográfico Nacional de España y United States Geological Survey.

### ABSTRACT

This paper describes the international collaboration project in the Cartographic Applications of Remote Sensing Committee of the American Institute of Geography and History, with the participation of the following centers: Cartografía Nacional de Venezuela, Institut Cartographic de Catalunya, Instituto Geográfico Nacional de España and United States Geological Survey.

### *Introducción*

El proyecto ha sido realizado bajo el auspicio del Comité de Aplicaciones de la Teledetección (CARS) de la Comisión Cartográfica del IPGH. El objetivo básico de colaboración entre los organismos antes citados consistía en intentar obtener cartografía a escalas medias (1/100.000) de zonas no cartografiadas hasta la fecha y por tanto de terrenos bastantes inaccesibles, mediante la ayuda de satélites de posicionamiento (GPS) para el apoyo de campo y la información topográfica proporcionada por el satélite Landsat-TM.

Colateralmente y dada la existencia de un vuelo infrarrojo blanco y negro a escala aproximada 1/70.000 el intentar, previa transformación a formato digital, la obtención de datos altimétricos y su integración con los datos de satélite.

### **Descripción geográfica de la zona**

La zona de estudio se incluía en el sureste del territorio de Amazonas en la frontera entre Brasil y Venezuela. Los rasgos más característicos de dicha zona, son los siguientes:

Las Coordenadas geográficas exactas son: longitud oeste entre 63°30' y 64°00', latitud norte entre 2°10' y 2°50'.

La topografía de la zona queda definida como de pendientes suaves (excepto en puntos de existencia de cerros-"tepuyes") entre 400 a 1.400 m. Red fluvial densa alrededor del río Orinoco (río Ejército, río E. Mayor, río Ugueto, etc.) y de pequeño cauce.

La climatología viene definida por TMA (temperatura media anual) = 24°C.

ETPA: (Evapotranspiración potencial media anual) = 1.130 mm.

PMA: (Precipitación media anual) = 1.800 mm.

IA: (Insolación anual) = 1.570 horas.

Respecto a la humedad es del tipo "UDICO" con gran exceso de agua entre los meses de febrero a octubre.

La geología de la mayor parte de esta zona está compuesta por "Gneiss anfí- biolíticos" y "granitos" en las zonas más altas, atravesados por fallas de dirección NE-N.

Los cultivos son muy escasos, realizados por los habitantes de la zona "Yanomamis" en las zonas específicas dedicadas a estos fines "conucos". En ellas se cultiva principalmente café, caucho, maíz, yuca, plátano y piña. Los pastos naturales son malos (poco suelo) y con gran riesgo de erosión.

En cuanto a los tipos de vegetación (fitocenosis) más característicos que se pueden encontrar de acuerdo con una clasificación del territorio en "Región" montañosa "Subregión" Macizo Guayanés "Sector" Sierra de Parima, dividiendo la hoja horizontalmente por la mitad (del cauce del río Orinoco hacia el norte y hacia el sur respectivamente), con los siguientes tipos:

(Norte) "Bosque ombrófilo submontano siempreverde": con bosque de 2 a 3 estratos arbóreos entre cotas de 600 a 1.200 m. y árboles mayores de 30 m., cuyas especies más características son: *eluegia*, *myrcia*, *licania* etc.

(Sur) "Bosque ombrófilo submontano siempreverde", con bosque de 1 a 2 estratos arbóreos entre cotas de 400 a 1.000 m. y árboles de menos altura. Existe gran número de endemismos (*Aldin petiolulata*, *Cicymbe neblinensis* etc.).

### **Metodología empleada**

La metodología utilizada se basa principalmente en datos facilitados por satélite (GPS-Landsat) y el posterior tratamiento de imágenes.

Las fases más representativas han sido las siguientes:

- Elección de escala y zona de trabajo.
- Elección de satélite/sensor.
- Obtención de puntos de apoyo en campo, mediante sistemas de posicionamiento global (GPS), llevado a cabo por el SAGCN de Venezuela.
- Tratamiento digital de imágenes realizado por el IGN e ICC de España.
- Edición Cartográfica y de resultados (USGS, IGN e ICC).

### **Tratamiento digital de imágenes**

Los trabajos se han centrado sobre dos tipos de fuentes de información: datos Landsat-TM y un vuelo aerofotogramétrico infrarrojo B/N a escala 1/70.000.

A partir de la imagen Landsat-TM (I-58) del sudeste de Venezuela del 28-02-1989 y de los puntos de apoyo en campo, obtenidos previamente seleccionados y distribuidos en la imagen, se ha procedido a todos los trabajos digitales que a continuación se resumen:

- Sistema Cartográfico de representación "proyección UTM", huso 20, Datum La Canoa y Elipsoide Internacional de 1924.
- Selección de bandas: 3 (0,63 - 0,69  $\mu\text{m}$ .)  
4 (0,76 - 0,90  $\mu\text{m}$ .)  
5 (1,55 - 1,75  $\mu\text{m}$ .)
- Corrección geométrica polinómica con 33 puntos de control (medidos con GPS y exactitud de 10 mm.) e.m.c. 50 m.
- Realce de bordes mediante filtro Laplaciano y factor de filtrado  $K = 0,7$ .
- Transformación de las bandas (3, 4, 5) a cuatricromía (Azul, Verde y Rojo respectivamente) más el negro, mediante registrador de películas laser a 200 líneas por pulgada.
- Edición de 1.000 ejemplares en offset por cuatricromía.

Respecto al vuelo infrarrojo B/N a escala aproximada 1/70.000 que cubre la totalidad de la ortoimagen 1/100.000 antes mencionada, hay que destacar, hasta la fecha, lo siguiente:

#### **Características del vuelo 1/70.000 B/N**

- La superficie total de la hoja 1/100.000 se cubre con 4 pasadas este/oeste de dicho vuelo, con un total de 52 fotogramas.
- El recubrimiento longitudinal es aproximadamente de 60% variando en el transversal entre un 10% a un 30%.
- La focal de la cámara es una gran angular de 152,370 mm., no disponiéndose en estos momentos del certificado de calibración de dicha cámara.
- Se tomaron 16 puntos de apoyo en campo, mediante GPS con exactitud de 10 mm.

#### **Objetivos que se pretenden**

- Probar la fiabilidad de la estereocorrelación automática de imágenes digitales de un vuelo infrarrojo B/N en una zona cubierta totalmente de vegetación, como es la zona de estudio.
- Producción de MDT de una zona en la que es muy difícil obtener datos altimétricos.
- Integración con otros datos digitales (imagen LANDSAT) con vistas a generar otros productos cartográficos de utilidad para el estudio de estas zonas (pendientes, sombras, perspectivas, etc.).

#### **Metodología empleada**

- Digitalización vuelo B/N infrarrojo a 50 micras.
- Aerotriangulación completa del vuelo para dar coordenadas a 6 puntos por modelo estereoscópico. De esta forma se han dado coordenadas a unos 300 puntos.
- Obtención de la posición y orientación espacial de cada fotograma (x, y, z, omega, phi, kappa). Dicha orientación se empleará posteriormente en la producción de MDT.
- Producción de MDT por correlación automática de imágenes, con paso de malla de 75 m. El error medio cuadrático obtenido es de 12 m. aproximadamente.
- Se ha utilizado el equipo HAI 500 + DCCS (HELAVA) para las fases anteriormente descritas. El programa de aerotriangulación es el ALBANY de Erio Technologies.

#### **Resultados obtenidos**

- La capacidad de estereocorrelación automática ha resultado ser muy satisfactoria, dadas las condiciones físicas y técnicas existentes.
- La fase de integración de datos y producción de información alternativa se encuentra en ejecución, pendiente de analizar los resultados finales.