

Aplicaciones de SIG y teledetección en la exploración de patrones arqueológicos en el ámbito geográfico del Gran Coclé

José Ramón CHANTADA ACOSTA

Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Xeografía
xeramon@usc.es

Mercedes CASCIANI SICARDI

Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Xeografía
marcasciani@hotmail.com

Recibido: 22 de agosto de 2006

Aceptado: 15 de septiembre de 2006

RESUMEN

La justificación del uso de las técnicas del SIG y la teledetección aplicada en el proyecto arqueológico es encontrar elementos en el espacio geográfico que expliquen las localizaciones de los asentamientos y justifiquen las diferentes actividades culturales relacionadas con el paisaje de llanuras y montañas coclesanas. La falta de cartografía de calidad, temática y actualizada, nos ha obligado al equipo del proyecto a mejorar la base cartográfica (información geográfica) mediante la adquisición de imágenes de alta resolución y la elaboración de modelos digitales del terreno. Con esto estamos elaborando mapas útiles para entender el pasado, manejar el presente y gestionar los recursos histórico-culturales de un patrimonio panameño que requiere un ámbito serio y comprometido de desarrollo sostenible en el futuro.

Palabras clave: Sistemas de información geográfica, Coclé.

GIS applications and teledetection in the exploration of archaeological patterns in the Gran Coclé geographical environment

ABSTRACT

The prime object for using the GIS and remote method detections, which we are applying in the archaeological project, is to find the links between archaeological items on the geographic space in relation to their location, and in this way justify the differential cultural activities as part of the landscape of the plains and mountains of Coclé. In Panamá there is not enough qualified cartographic and thematic maps. For this reason we need to improve all the geographical information using high resolution remote images and digital models of the landscape. This gives us a complete mapping of the area which helps us to understand the past, and try to arrange the present and manage the historical and cultural resources of the panamenian patrimony that requires a serious and commitment scope with projection.

Key words: Geographical Information Systems, Coclé.

SUMARIO: 1. Introducción. 2. Objetivos. 3. Materiales y métodos. 4. Localización del área de estudio. 5. Elaboración de cartografía de base digital. 6. Elaboración del modelo digital de terreno. 7. Conclusiones. 8. Referencias bibliográficas.

1. Introducción

La inexistencia de cartas topográficas actualizadas en regiones que requieren estudios científicos avanzados se debe sobre todo a la dificultad de obtener nueva información a gran escala. La evolución de los sistemas de información geográfica

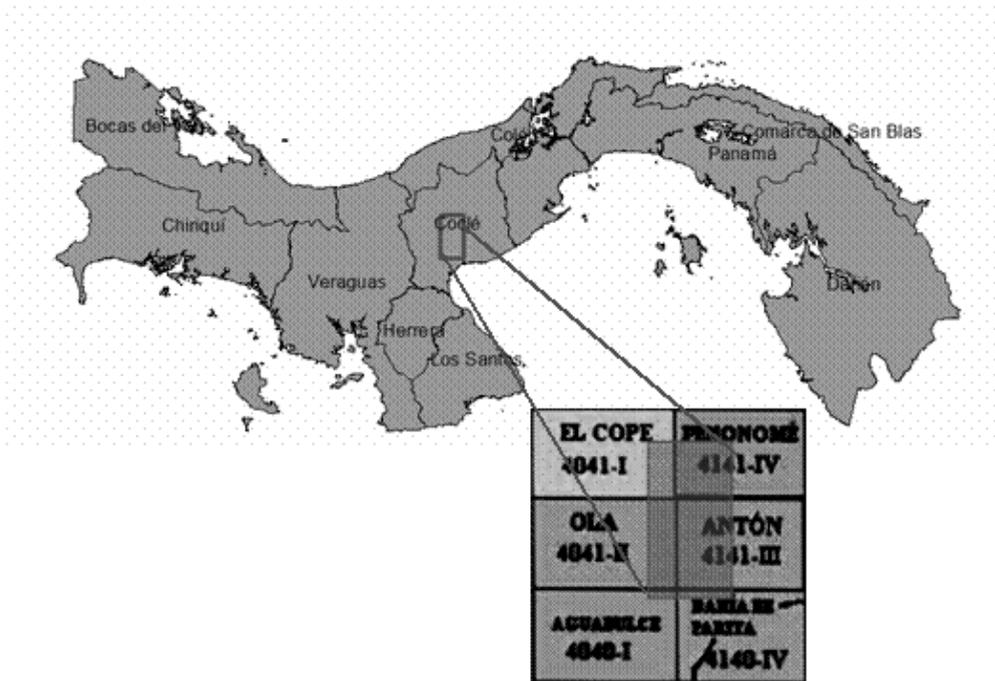


Figura 1: Localización del área de estudio

(SIG) y los distintos procesados de imágenes satelitales y aéreas hacen posible la integración de la teledetección en aquéllos, y todo este conjunto de datos permite la elaboración y el análisis cartográfico a fondo (Bosque 1992; Santos Preciado 2002). En este trabajo pretendemos evaluar diversos métodos basados en imágenes de satélite y análisis espaciales mediante los SIG.

2. Objetivos

El proyecto considera como objetivo principal la elaboración de un sistema de información geográfica que incluya la información espacial y arqueológica a escalas regional y local, referidas al ámbito del Gran Coclé. Dentro de esta etapa de trabajo los objetivos alcanzados han sido los indicados en los puntos 1 y 2 citados a continuación. El tercer punto se llevará a cabo en función de los materiales que se consigan en el futuro.

- a) Elaboración de la cartografía de base digital
- b) Construcción de un modelo digital de terreno
- c) Elaboración de cartografía actualizada a gran escala (imagen IKONOS)

3. Materiales y métodos

Los procedimientos aplicados en el proyecto incluyen las siguientes etapas:

a) *Georreferenciación de las cartas escaneadas*. La corrección geométrica de las cartas ha consistido en la identificación de puntos de control coincidentes en el espacio. En esta operación, una de las cartas (carta de referencia) es usada como modelo para corregir las otras (ajuste). Los mapas fueron incorporados al SIG en formato *raster*.

b) *Generación de una cartografía digital*. Después de su georreferenciación, las cartas fueron utilizadas como fuentes de información temática. Las capas temáticas fueron organizadas, supervisadas, corregidas y clasificadas para su incorporación al SIG. El *software* utilizado para la digitalización y edición fue el ArcView y el AutocadMAP. El modelo de datos obtenido es de tipo vectorial y los archivos finales son *shapefiles*. (de E.S.R.I.)

c) *Elaboración del modelo digital de terreno (MDT)*. El MDT consiste en la representación de las elevaciones y demás características espaciales relacionadas. Este modelo permite realizar visualizaciones en tres dimensiones del área y diversas operaciones de análisis (Robinson *et al.* 1995).

d) *Control de la calidad de los datos*. En la identificación, clasificación y diseño de la base de datos se consideró la fiabilidad, la actualización y el costo de los datos (Comas y Ruiz 1993; Gutiérrez y Gould 1994).

La información fue digitalizada a partir de los mapas topográficos y otras fuentes cartográficas existentes. La información de trabajo de campo fue incorporada por diferentes procedimientos al SIG.

4. Localización del área de estudio

La cartografía topográfica de Panamá utiliza el esferoide de Clarke de 1866 como referencia y la proyección UTM en el huso 17 en el hemisferio Norte. La Figura 1 muestra la ubicación del área de estudio en Panamá y de los mapas topográficos que cubren la zona.

5. Elaboración de cartografía de base digital

Los procesos de escaneado y georreferenciación permitieron la tarea de digitalización parcial de las seis cartas topográficas a escala 1:50.000 del instituto oficial de

Cuadro 1: Listado de las cartas topográficas a escala 1:50.000

4041-I El Cope	4141-IV Penonomé
4041-II Ola	4141-III Antón
4040-I Agua Dulce	4140-IV Bahía de Parita

Capas temáticas	Modelo Vectorial	Campos
Curvas de nivel	lineal	Cota
Puntos acotados	puntual	Cota
Cursos de agua	lineal	Tipo, Área, Nombre
Espejos de agua	poligonal	Tipo, Área
Vías de comunicación	lineal	Tipo, Nombre
Centros poblados	poligonal	Nombre
Caseríos	puntual	Nombre
Uso del suelo	poligonal	Tipo
Cuadrícula 1.000 m	poligonal	Identificador único

Cuadro 2: Listado de capas temáticas

Panamá «Tommy Guardia» que cubren los 530 kilómetros cuadrados del área seleccionada (Cuadro 1).

La información obtenida es de formato vectorial y se organizó en varias capas temáticas (*shapefiles*) que resultaron de utilidad en la cartografía de base y en la elaboración del modelo digital del terreno. Las características de estas capas creadas se citan en el Cuadro 2.

5.1. Curvas de nivel

Es una capa formada por líneas digitalizadas teniendo en cuenta una equidistancia vertical de 20 metros. Algunas de las curvas de nivel en los mapas considerados



Figura 2: Problemas de solapamiento horizontal de cartas

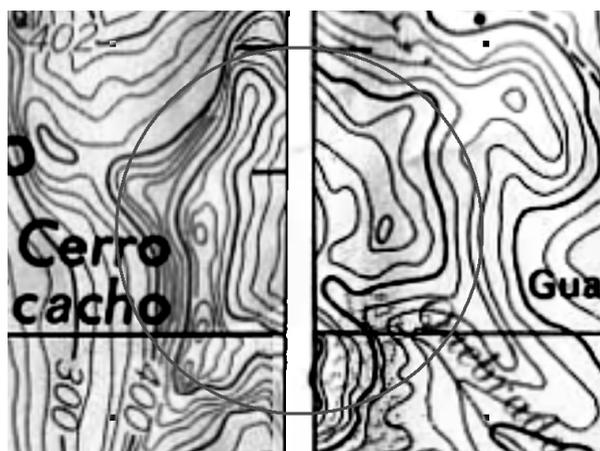


Figura 3: Problemas de solapamiento vertical de cartas

aparecían cada 10 metros, pero debido a su discontinuidad en el terreno no fueron consideradas en la elaboración del MDT final.

El proceso de digitalización de las curvas de nivel condujo a una laboriosa edición manual de las mismas, ya que un procesamiento automático de unión de líneas, utilizando un único valor de tolerancia para toda el área de estudio, generó numerosos problemas de superposición de curvas en las zonas de máxima pendiente, como en los casos del Cerro Guacamaya, Cerro Colorado o San Francisco.

En las zonas de solapamiento de las hojas consideradas se encontraron diferencias de ajuste de la información cartográfica, como se observa en las Figuras 2 y 3. Estas dificultades se solucionaron como casos particulares dependiendo de su entorno geográfico.

En la edición de esta capa temática se identificaron algunas curvas de nivel mal acotadas. Una vez corregidos los errores fueron asociados a su base de datos correctamente.

5.2. Puntos acotados

Los puntos acotados se digitalizaron como elementos puntuales y se les añadió el campo de cota correspondiente a su altitud en metros.

5.3. Cursos de agua

Los cursos de agua se digitalizaron como una capa lineal y la información en su base de datos incluye los nombres, las longitudes y los tipos de cursos de agua que existen en el área.

Los tipos de cursos se clasificaron en:

- a) Canales artificiales. Los situados en la zona de plantaciones de caña, arroz.
- b) Cursos intermitentes. Dependen de la época del año.
- c) Cursos permanentes. Son la mayor parte.

De estos últimos, algunos cursos forman figuras superficiales (polígonos) en las desembocaduras de los ríos o en tramos medios de los mismos.

5.4. Espejos de agua

Estos se digitalizaron como capas poligonales y a esta escala carecen de nombre. Se les clasificó con un código único. Se les calculó el área y se tipificaron como lagos permanentes, intermitentes y secos.

5.5. Vías de comunicación

Se digitalizó la red viaria como elemento lineal y su base de datos incluye tipos de vías, características y longitudes de las mismas. Un ejemplo de la información asociada a esta capa temática es el de: carretera pavimentada, transitable todo el año de dos o más vías.

5.6. Centros poblados

Se digitalizaron los seis centros poblados más importantes del área como figuras poligonales. Se añadieron a su base de datos sus nombres y la población total del último censo de población.

5.7. Caseríos

Fueron considerados como elementos puntuales por su carácter disperso, aunque a la escala de trabajo ocupan superficies de variadas dimensiones. Se les asoció a la base de datos el nombre de la localidad.

5.8. Uso del suelo

Esta capa temática elaborada a partir de la información de las cartas topográficas permite observar el estado y uso de la tierra en una fecha determinada. Se construyó una capa poligonal que revela las carencias y errores en la información original que poseen las cartas. Este dato no le quita valor, ya que una posterior interpretación de imágenes satelitales actuales permite corroborar junto a otras fuentes de información cambios en los usos y posibles incompatibilidades con los datos georreferen-

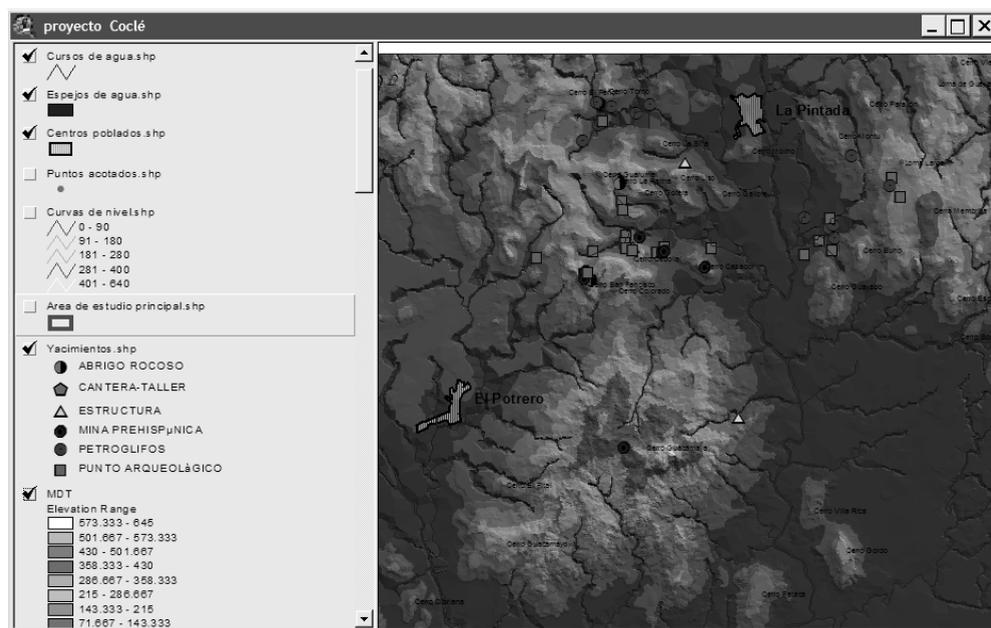


Figura 4: Modelo Digital de Terreno

ciados. Se identificaron varios tipos de uso y estado de la tierra; algunos de ellos son: arrozal, manglar, bosque nativo, caña, pantano, etc.

5.9. Cuadrícula

Elaborada a partir de determinados puntos de control obtenidos de las cartas topográficas se implementó como un elemento geométrico poligonal regular para todo Panamá. El tamaño de las celdas es de 1000 metros de lado. Las diversas aplicaciones que se derivan de su uso ayudan a los trabajos de edición, análisis e interpretación de los datos que forman el SIG.

6. Construcción del modelo digital de terreno

El modelo básico se ha diseñado a partir de la digitalización de las curvas de nivel de las cartas, a esto se han agregado los puntos acotados, los cursos y espejos de agua.

El software específico utilizado para la elaboración del modelo fue la extensión 3D Analyst de ArcView. Primeramente se creó un TIN (red de triángulos irregulares) con las capas temáticas anteriormente mencionadas y se le asignaron los valores de cota correspondientes.

En la Figura 4 se puede observar el primer resultado generado a partir de las curvas de nivel y los cursos de agua. Una primera interpretación referida a la localiza-

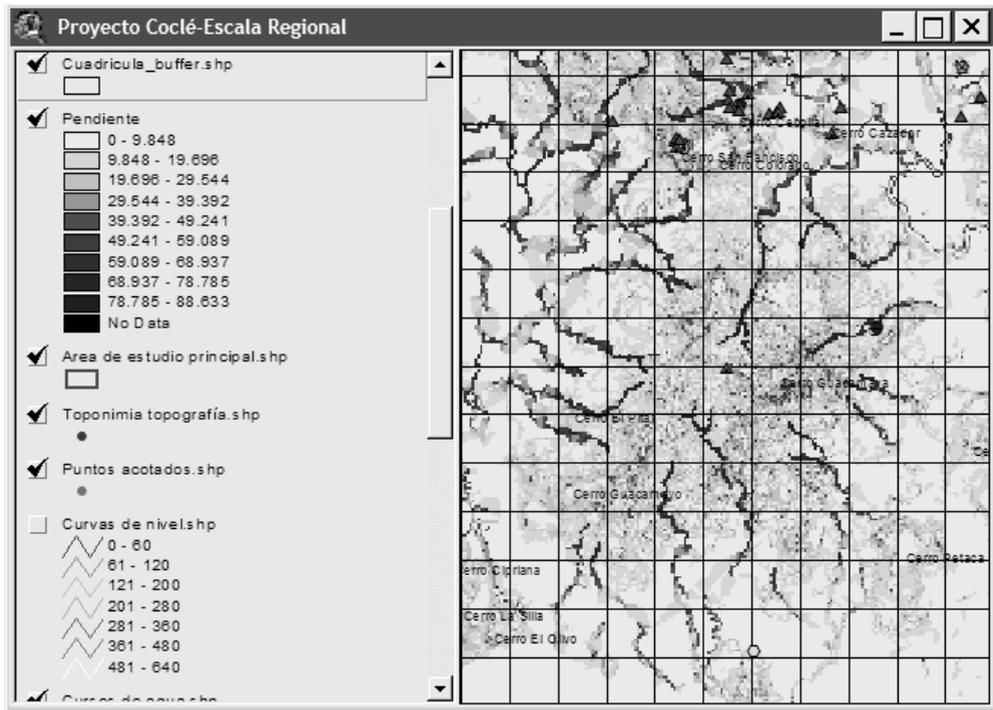


Figura 5: Mapa de pendientes del Cerro Guacamaya

ción de los yacimientos arqueológicos encontrados revela una mayor frecuencia en el patrón de distribución en valles y zonas de ladera.

Mediante el análisis del MDT se han obtenido mapas de superficies continuas de pendientes y sombreados como se observa en las Figuras 5 y 6.

Otros resultados del MDT han sido la elaboración de vistas críticas y sobrevuelos interactivos. Como ejemplo de estos últimos productos se puede ver en la Figura 7 el modelo tridimensional del terreno creado a partir de la información vectorial. En la Figura 8 se proyecta una imagen del satélite Landsat de 1979 en falso color. Tanto el modelado como el análisis espacial más sofisticado permitirán nuevos cálculos espaciales.

En la Figura 9 se pueden observar las estructuras de los muros localizados con GPS en el entorno del Cerro Cerrezuela. Esta información georreferenciada ha sido integrada como una capa temática en el SIG. El resto de los muros ya relevados en el campo serán incorporados al sistema permitiendo diferentes análisis de patrones de distribución y visibilidad en función del paisaje.

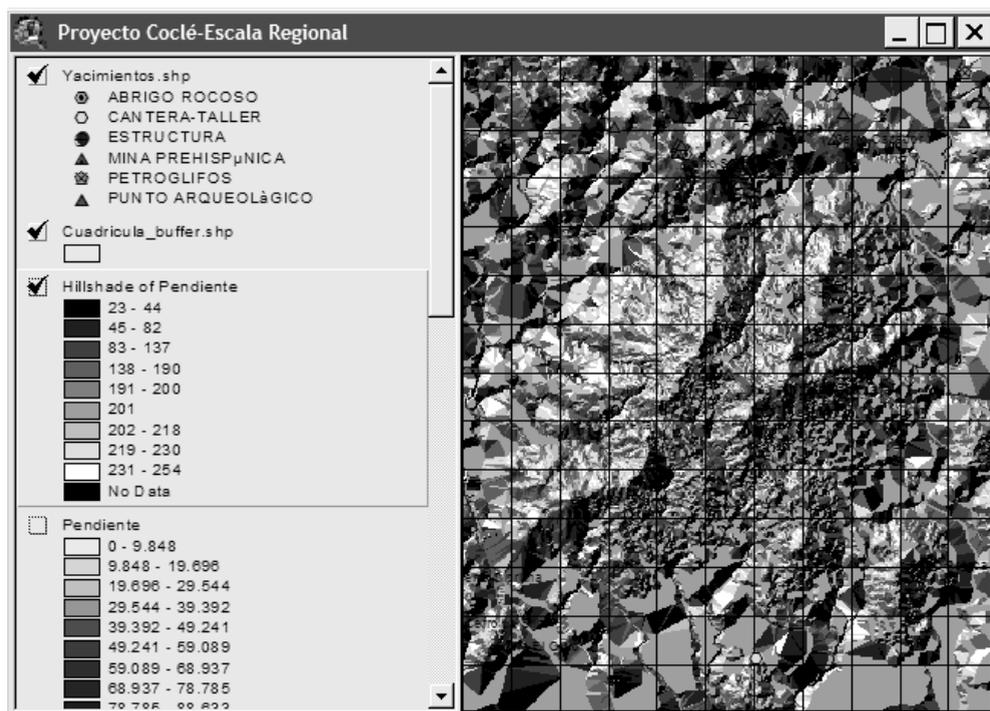


Figura 6: Mapa de sombreados del Cerro Guacamaya

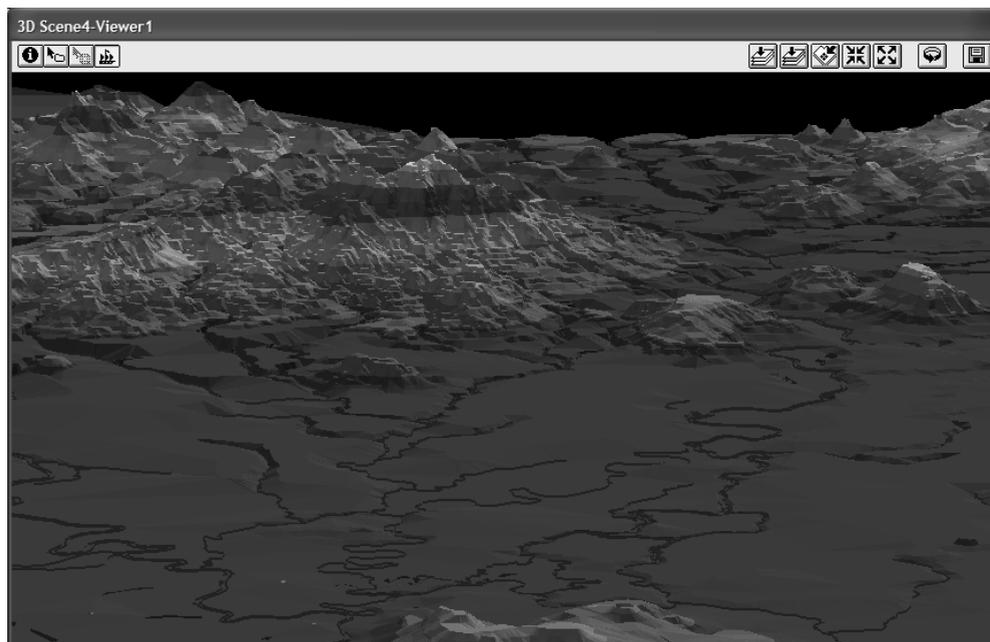


Figura 7: Escena en tres dimensiones, desde Cerro Cerrezuela (primer término) a Cerro Guacamaya (al fondo)

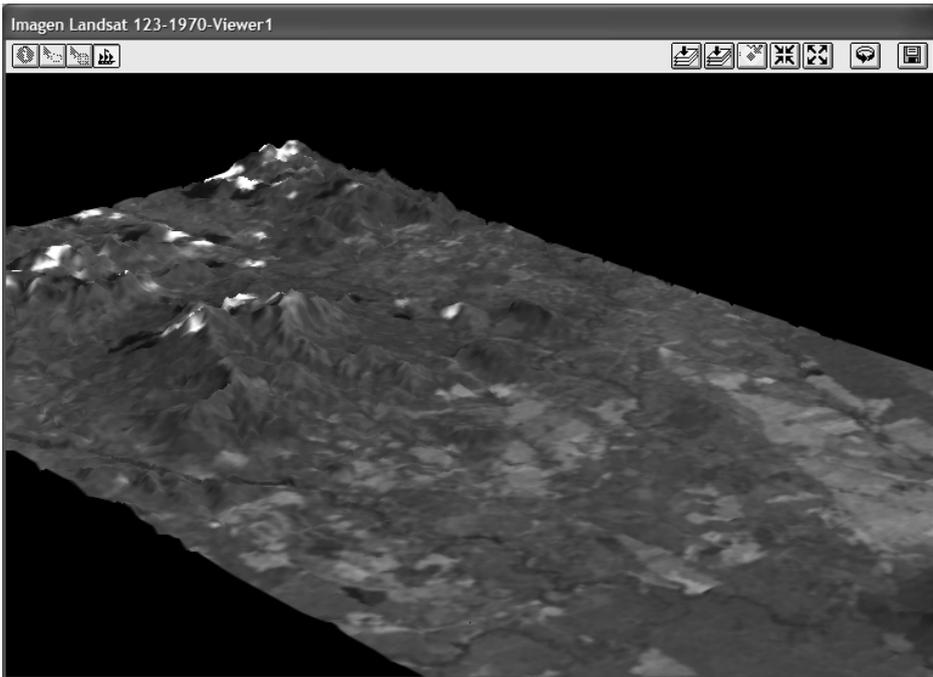


Figura 8: Escena en tres dimensiones. Imagen de satélite Landsat en falso color de 1979

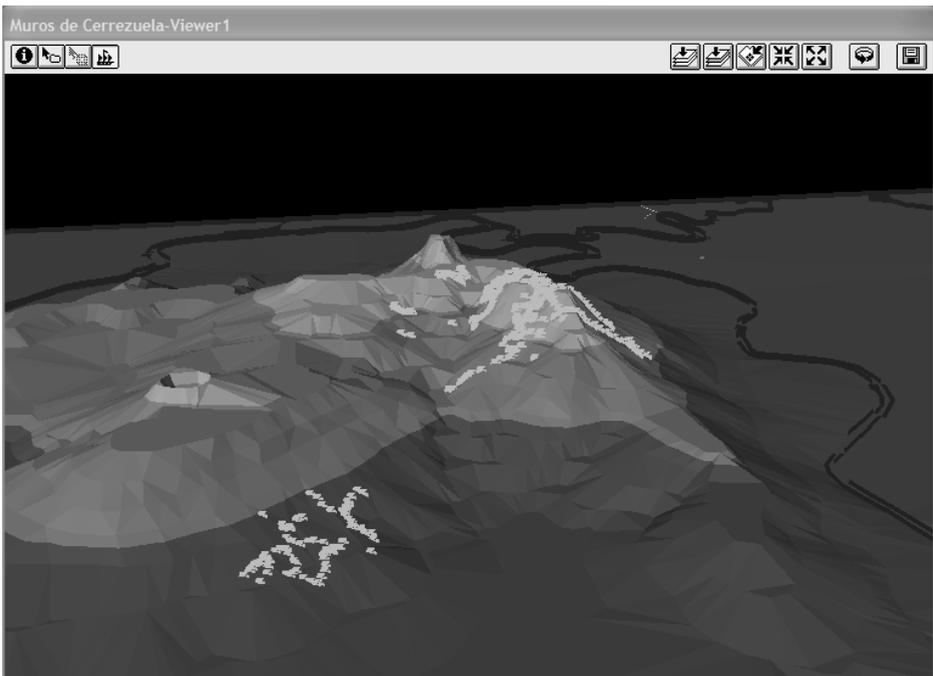


Figura 9: Escena en tres dimensiones. En tono más claro pueden apreciarse los «cercados» de Cerro Cerrezuela (PN6)

7. Conclusiones

En esta etapa del proyecto nos encontramos analizando e interpretando la información digitalizada y la obtenida en el campo. Estas capas temáticas se están procesando junto al MDT y visualizando los primeros resultados.

Una vez finalizada esta etapa de análisis, se buscará alcanzar el último objetivo. A partir de la interpretación de imágenes de satélite de media y alta resolución se identificarán y contrastarán incompatibilidades cartográficas. Además se actualizarán datos y esperamos aumentar la resolución espacial de la información existente en todas las subáreas en las que trabajemos, con el objetivo de obtener productos cartográficos temáticos inéditos y útiles para el desarrollo del proyecto.

8. Referencias bibliográficas

BOSQUE SENDRA, J.

1992 *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: RIALP.

COMAS, D. y E. RUIZ

1993 *Fundamentos de los sistemas de información geográfica*. Barcelona: Ariel.

GUTIÉRREZ PUEBLA, J. y M. GOULD

1994 *SIG. Los Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Síntesis.

ROBINSON, A.H., J.L. MORRISON, P.C. MUEHRCKE, A.J. KIMERLING y S.C. GUPTILL

1995 *Elements of Cartography*, 6ª edición. Nueva York: John Wiley & Sons.

SANTOS PRECIADO, J.M.

2002 *El tratamiento de la información geográfica*. Madrid: UNED.