

Teledetección y SIG en la planificación ambiental. El ejemplo de Espinoso del Rey

J. Martínez, J.L. Labrandero, J.J. Carlevaris, O. Lera y J.A. Cebrián

Instituto de Economía y Geografía (CSIC)

RESUMEN

Se presentan en este trabajo los primeros resultados del SIG que nuestro laboratorio está desarrollando, a escala 1:50.000, sobre el área de Espinoso del Rey, en los Montes de Toledo. A efectos prácticos, estamos trabajando sobre un territorio de unos 600 Km² que se corresponde con la hoja 683 (16-27) de la serie L del Mapa Topográfico Nacional. Se comentan algunos problemas metodológicos en la elaboración de la cartografía temática digital que compone esta base de datos espaciales. Asimismo, se apunta la potencialidad de los SIGs y de la Teledetección en la planificación de ambientes rurales.

ABSTRACT

This paper discusses some preliminary results at our GIS lab. Currently we are working in the "Montes de Toledo" region, in the area covered by "Espinoso del Rey" topographic sheet, No. 683 (16-27) in the 1:50,000 national series. The accent is on thematic cartography procedures, and on the merging of Remote Sensing and GIS technologies in rural planning tasks.

Introducción

Presentación del proyecto

Este trabajo se enmarca en el proyecto "*Nuevas tecnologías aplicadas al diagnóstico y planificación ambiental en España y Latinoamérica (SIG y Teledetección)*", financiado por la CICYT.

Como áreas piloto donde ensayar la aplicación de las herramientas SIG y percepción remota se eligieron espacios geográficos sensibles y con problemas ambientales. Entre otros se estudian los espacios españoles de Las Tablas de Daimiel y de Espinoso del Rey.

Este último, objeto del trabajo, es un territorio de la provincia de Toledo, representativo de las áreas desfavorecidas de montaña. Hay que tener en cuenta que se trata de un área piloto sobre la que ensayamos la metodología de trabajo.

Asimismo, conviene decir que si los resultados fueran satisfactorios, dichos procedimientos podrían ser aplicados, en función de la escala, a otras unidades espaciales de nivel local o subregional (mancomunidades, comarcas) de similares características.

En anterior trabajo (Martín et al., 1993) se presentaba la organización de un Sistema de Información Geográfica del conjunto comarcal. Algunos mapas contenidos en el sistema, a escala 1:200.000, nos permitían un reconocimiento general del territorio, de interés para percibir procesos globales. En el trabajo antes mencionado se describieron los atributos que caracterizan al conjunto comarcal. Dentro de él, la zona de Espinoso del Rey que ahora estudiamos, al ser representativa de su entorno, retiene las mismas notas características.

Hay que decir que en esta ocasión, trabajando a una escala más grande sobre un territorio menor, pretendemos percibir mayores detalles del funcionamiento de este espacio geográfico.

Porque éste es depositario de ricos recursos naturales es por lo que cobra mayor fuerza, si cabe, la necesidad de planificar adecuadamente los usos, potenciando los más idóneos, protegiendo, contra el cambio de uso, los que presentan actualmente un elevado valor ecológico y favoreciendo, en suma, la armonía entre la conservación del ambiente y los legítimos derechos de los habitantes a explotar racionalmente los recursos que se hallen a su alcance. Hacia ese objetivo apunta el establecimiento, para su uso posterior, del SIG que estamos desarrollando sobre Espinoso del Rey.

Un enfoque integrado en la planificación

En los estudios de planificación cada vez son más habituales aproximaciones integrales, en las que no sólo interesan los aspectos físicos sino que éstos se conjuguen con los factores humanos. En la preservación del ambiente comienza a ser tenida en cuenta la componente del desarrollo socioeconómico y viceversa. El modelo de desarrollo endógeno considera el ambiente como recurso susceptible de ser explotado racionalmente.

Pero no siempre ha sido así. En las últimas décadas, en toda España, se han producido cambios drásticos tanto en el medio urbano como en el rural, demasiado rápidos como para haber estado sometidos a una previsión planificadora.

En Espinoso del Rey se ha producido una profunda emigración de población en las últimas décadas. Ello ha implicado, además de la desaparición de núcleos y cambios sociales en las costumbres, importantes mutaciones en los usos. Algunas actividades típicamente rurales se han extensificado, produciéndose un masivo abandono

de tierras. Otras se han intensificado; las extensas repoblaciones forestales de coníferas han invadido espacios que no siempre son los más idóneos. Actividades que consideran el medio rural como una simple prolongación del urbano se han desarrollado de forma espontánea: las residencias secundarias o las actividades cinegéticas.

Todo ello se ha producido sin mediar normas o programas de planificación. Por ello, se han creado situaciones de conflicto entre la vocación del territorio y su destino que no han podido ser solucionadas con enfoques sectoriales (Gómez Orea, 1992).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, es evidente la necesidad de afrontar la planificación ambiental de una forma integrada sobre espacios subregionales concretos que es donde mejor se adapta este enfoque global (Gómez Orea, 1992). Si las medidas planificadoras se anticipan a los cambios en vez de adaptarse a ellos las garantías de éxito son mayores.

Organización del SIG de Espinoso del Rey

Como en todo Sistema de Información Geográfica estamos integrando en una misma base de datos, información sobre el territorio de muy variado tipo: (i) mapas, diagramas y dibujos, (ii) tablas o matrices geográficas de datos, (iii) imágenes, ya sean de campo, aéreas o espaciales y (iv) textos.

Las imágenes espaciales y fotografías aéreas han sido útiles de excepción para generar cartografía temática. Algunos resultados obtenidos mediante Teledetección forman parte del conjunto gráfico de la información.

A efectos de organización lógica de la información geográfica diseñamos un modelo de datos. Este queda expresado gráficamente mediante un diagrama en el que se nombran las entidades geográficas de base, las compuestas y los temas. Entre ellas se establecen los grafos de relaciones así como sus atributos (Cebrián, 1992).

Los datos estadísticos recogidos de diversas fuentes han sido almacenados en distintas tablas alfanuméricas. Teniendo en cuenta el importante volumen de datos que se va a manejar y en previsión de evitar que la información sea inservible a causa de una inadecuada organización, tuvimos la precaución de diseñar un diccionario de datos (Cebrián, 1992). Elaboramos un catálogo en el que se especificaron todas y cada una de las tablas que forman parte de la base de datos así como los campos contenidos en aquéllas, sus nombres, el tipo de valores y las relaciones de unas tablas con otras.

Esperamos que la gestión de ambos conjuntos, gráfico y alfanumérico, nos facilite alcanzar dos etapas trascendentales de toda planificación: (i) diagnóstico y (ii) pronóstico.

Cartografía ambiental

El empleo de cartografía en la planificación del territorio es clave puesto que provee gran cantidad de información (primera etapa de toda planificación) y al mismo tiempo se utiliza como base para representar propuestas (López Vizoso, 1989; Núñez de las Cuevas y López Vizoso, 1989).

La información cartográfica queda compilada en los diversos niveles de un fichero gráfico, clasificados aquéllos en grupos temáticos según las entidades geográficas que los componen.

La mayor parte de los estratos se han obtenido por digitalización (Microstation), mediante tablero. El fichero contiene, hasta ahora, 28 niveles. Estos se engloban en 11 grupos temáticos: hidrografía, forestal, suelos, litología, usos, comunicación, población, divisiones (administrativas), servicios, rótulos y altimetría.

Teniendo en cuenta la escala de trabajo (1:50.000), hay que decir que, a nivel general, el tamaño de la unidad mínima cartografiada fijado es de 10 ha para las entidades de área y de 50 m para las lineales.

La información de base

Por una parte se ha registrado la información contenida en los mapas de base de la serie L del Servicio Geográfico del Ejército, convenientemente clasificada. Arroyos, ríos, fuentes, pozos, tuberías subterráneas, cortafuegos, carreteras comarcales, locales, caminos, núcleos de población, casas, límites provinciales, municipales y líneas eléctricas son las entidades geográficas extraídas de la hoja de Espinoso del Rey.

Las curvas de nivel, con equidistancia de 20 m., fueron adquiridas al SGE en formato R2, proveniente de restitución fotogramétrica. Fueron incluidas en dos estratos del fichero gráfico; en uno las intercalares y en otro las maestras.

Cartografía de usos del suelo

Ocupación y usos del suelo son considerados una variable estratégica en la planificación ambiental (Sancho, 1989). Frecuentemente, son considerados como la síntesis del diálogo sociedad-medio físico a lo largo del tiempo (Marlín et al, 1993).

Para plantear las directrices de futuro de una zona, es muy conveniente disponer de un catálogo de lugares en los que proteger los usos actuales de posibles cambios

por ser aquéllos idóneos o por su valor ecológico. Al mismo tiempo, deben conocerse los usos que deberían reorientarse en función de las circunstancias físicas o socio-económicas.

Bajo estos planteamientos consideramos que debíamos abordar una cartografía analítica de usos del suelo actualizada. Por ello desechamos la idea de digitalizar el mapa de cultivos y aprovechamientos. A pesar de las virtudes, conocidas son las limitaciones de esta fuente cartográfica entre las que destaca su desfase (López Vizoso, 1989) y su taxonomía exclusivamente agraria y no jerárquica.

a) Teledetección como fuente cartográfica. ¿Tratamiento digital o análisis visual?

Revisando otras fuentes decidimos realizar una aproximación basándonos en la percepción remota. Aún a pesar de las limitaciones de las imágenes espaciales en algunas etapas de la planificación del territorio (Núñez de las Cuevas y López Vizoso, 1989), son de sobra conocidas las aportaciones de aquéllas en la recopilación de la información y, de manera especialmente notoria, en la cartografía de ocupación y usos del suelo (Denègre, 1988; Núñez de las Cuevas y López Vizoso, 1989).

Adquirimos un cuarto de escena Thematic Mapper de Agosto de 1991 en soporte digital. Como nuestra área de estudio es una hoja del MTN, en definitiva un trapecio, optamos por cortar una ventana rectangular que contuviese a aquél (608 líneas x 1056 columnas).

Procesamos digitalmente las 6 bandas, exceptuando el canal del infrarrojo térmico. Después de las habituales operaciones de realce y de la definición de un conjunto de entrenamiento decidimos emplear una estrategia supervisada para aprovechar el elevado nivel de referencia del que disponen los analistas.

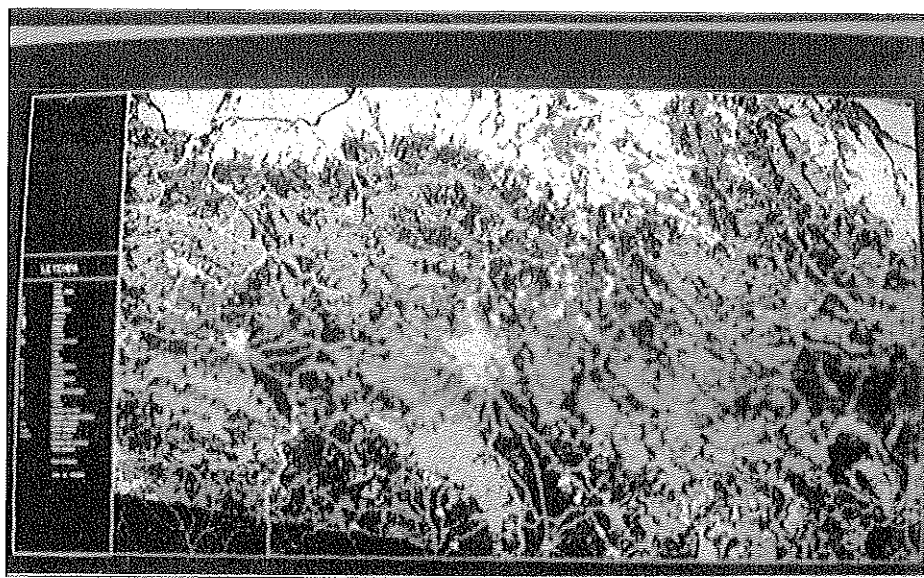
Después de obtener las estadísticas y de revisar reiteradamente los indicadores de centralidad y de dispersión así como las matrices de separabilidad estadística los operadores decidieron, en algunas ocasiones, agrupar dos clases muy próximas espectralmente y en otras, añadir algún campo de entrenamiento que recogiera la variabilidad de una categoría.

Se empleó un clasificador mixto (paralelepípedos y máxima verosimilitud) en la fase de asignación. En la clasificación final se agruparon algunas clases espectrales por su similaridad temática de tal forma que, como resultado final, se consideraron 8 categorías.

La imagen fue corregida mediante ajuste polinómico de segundo grado por el método de mínimos cuadrados. Para ello, se emplearon 10 puntos de control distribui-

dos por toda la hoja, calculando sus coordenadas UTM. Se desecharon los puntos que poseían errores cuadráticos medios superiores a 1,5 pixels, seleccionando en la fase final 7 puntos.

Posteriormente, se ajustó la imagen al marco de la hoja del MTN y se cortaron las porciones que estaban fuera de éste. Así pues, clasificación temática e imagen se hallan georreferenciadas a un sistema de coordenadas UTM, como puede verse en las fotos 1 y 3 respectivamente.



Clasificación supervisada de una imagen TM corregida geoméricamente (Agosto/91). (A. 76)

CLASE	SUPERFICIE (ha)	COLOR EN EL MAPA
Barbecho	4047,45	beige
Rastrojo	8487,23	amarillo
Pastizal	8971,10	marrón medio
Matorral subarb.	5472,90	verde azulado
Matorral arbust.	12927,00	verde oscuro
Perennifolias	16654,06	burdeos
Caducifolias	6832,93	verde claro
Roquedo	791,18	gris

Tabla I

Inventario de los usos del suelo (hoja 683) obtenido mediante tratamiento digital de una imagen TM

Los resultados no satisficieron, totalmente, nuestros propósitos, por las siguientes razones: (i) como ya es sabido ocupación y uso difieren (Jensen, 1983), siendo más deseable, en las tareas de planificación, conocer el uso que la ocupación (Williams, 1989). Mediante procesamiento digital es posible detectar, tan sólo, la ocupación del suelo mientras que una aproximación visual permite al intérprete, mediante el método deductivo (Campbell, 1987), inferir el uso (que no es visible directamente en la imagen) recurriendo a los variados criterios de identificación y a su base de datos de referencia (conocimiento del terreno, trabajos de campo, información auxiliar).

Por otra parte (ii), el nivel de desagregación de la leyenda proporciona información temática poco detallada. Las categorías son propias de un nivel intermedio de una leyenda jerárquica mientras que en las tareas de planificación, especialmente a escalas medias-grandes, habitualmente son necesarias las propias de los niveles más detallados que recogen gran número de categorías de uso. Para llegar a cartografiar estos usos del suelo mediante Teledetección son necesarias dos condiciones. En primer lugar, el empleo de documentos con escalas medias-grandes (Jensen, 1983) y en segundo, emplear procedimientos de interpretación visual (López Vizoso, 1989).

Por último (iii), estos resultados deben ser comparables con los que obtengamos del modelo pasado del territorio. Nos referimos, en concreto, a la cartografía de los usos del suelo de 1956 que pretendemos elaborar. Así se podría derivar una cartografía sintética en la que se representaran los usos estables y dinámicos, las tendencias, en suma.

Por todo ello, decidimos recurrir a otras fuentes y métodos. Pensamos, en un principio, analizar visualmente una imagen espacial captada por algún sensor de alta resolución espacial. Son conocidas las ventajas que ofrecen dichas imágenes en el análisis del territorio, especialmente si se combina la posibilidad de la multitemporalidad, las escalas de semidetalle y la inspección visual.

Sin embargo, no dedicándose nuestro laboratorio a la producción de ortoimágenes no ha sido posible su empleo para generar el producto cartográfico que deseamos.

Consultando el catálogo de ortoimágenes que ofrecen las distintas agencias cartográficas o distribuidoras no hemos conseguido disponer de alguna que cubra nuestro área de estudio, a escala 1:50.000. Ya sabemos, que bajo pedido es posible adquirirlas pero su coste se hace muy gravoso.

Por ello, finalmente recurrimos a efectuar una ampliación fotográfica del fragmento de Espinoso, incluido en la ortoimagen Thematic Mapper (8-9, Talavera de la Reina) de la serie 1:100.000 que publica el Instituto Geográfico Nacional.

Este documento nos sirvió, tan sólo, de guía complementaria al análisis riguroso de los pares estereoscópicos del vuelo nacional de 1984, de escala vertical aproximada 1:30.000.

En el proceso de foto-clasificación se tuvo en cuenta la leyenda jerárquica, de 5 niveles, del proyecto Land Cover-CORINE (López Vizoso, 1989; Sancho, 1989). Los recintos delineados y sus códigos fueron transferidos a un mapa de base de escala 1:50.000.

Este mapa fue incluido en nuestro conjunto gráfico mediante digitalización. Después del proceso de limpieza de líneas, de la creación de entidades geográficas y de la colocación de los centroides en cada recinto, se rellenaron los 365 registros en la tabla de usos, utilizando el software MGE. El resultado gráfico puede observarse en la foto 2.

b) Comparación de resultados cartográficos

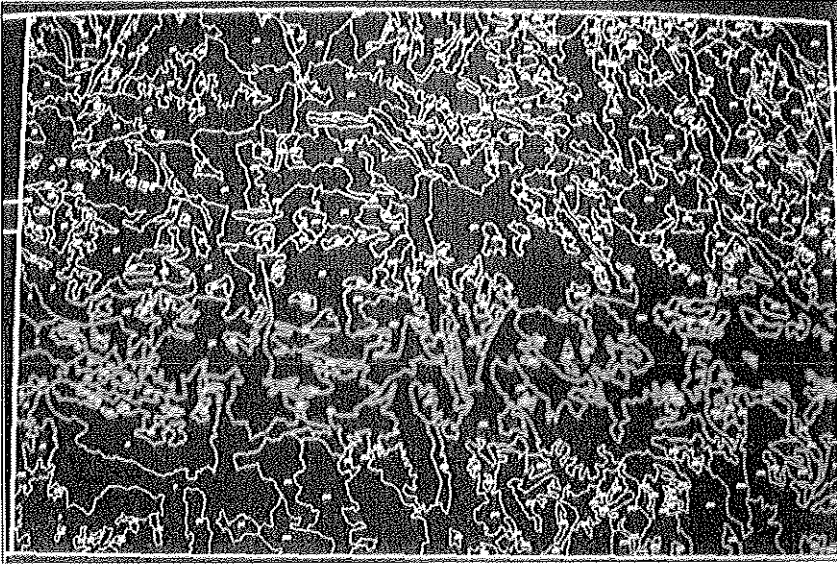
De un examen comparativo entre los mapas obtenidos mediante tratamiento digital y visual se desprenden las siguientes consideraciones.

En primer lugar, es evidente la mayor inversión en horas de trabajo (61,5 horas) que debe hacer el fotointérprete para conseguir la cartografía de usos del suelo. Es significativa la coincidencia numérica con otros trabajos (Haack, 1983). En este proceso pesan, de forma singular, las etapas de interpretación y restitución, delineación y digitalización así como la edición de la tabla de atributos. Frente a ello, el tratamiento digital le llevó al conjunto operador-máquina un total de 8,5 horas de proceso, unas 7,2 veces menos.

Sin embargo, para poder comparar adecuadamente los resultados procedimos a verificar los mismos. Para ello, efectuamos un muestreo aleatorio simple sobre los dos mapas, con un nivel de confianza del 95% y un tamaño de población de 2000 cuadrículas de 1/2 Km² de lado del que se seleccionó un tamaño muestral de 47,8 cuadrículas (192 puntos), lo que supone un 2,4% del total.

Analizando las matrices de confusión resultantes se observa la mayor fiabilidad global del mapa fotointerpretado (90,1%) respecto al mapa obtenido mediante tratamiento digital (86,4%). Esta circunstancia, demostrada en otros trabajos (Philipson y Hafker, 1981; Haack, 1983; Trolier y Philipson, 1986; Hernández Filho, 1990), revela el interés de la fotointerpretación en la cartografía ambiental.

Conviene destacar la imposibilidad de discriminar, mediante análisis digital, algunas categorías informacionales, de interés ambiental, que si bien, espectralmente son muy próximas, temáticamente son muy distintas.



Mapa de usos interpretado visualmente a partir de estereogramas. (A. 77)

En estos casos, el único criterio tenido en cuenta por los equipos de procesamiento digital (tono) es un tanto limitado frente a los más de diez que, simultáneamente, maneja un fotointérprete experto junto al proceso interactivo de consulta continua a su base de datos de referencia.

Como consecuencia, la información temática derivada mediante fotointerpretación es mucho más detallada y rica. Comparando los dos mapas se observa la diferencia. El procesador de imágenes pudo discriminar 8 categorías mientras que el fotointérprete diferenció, con mayor precisión, 23 (casi tres veces más).

La pregunta que se puede hacer es la siguiente: ¿compensa la mayor lentitud del análisis visual teniendo en cuenta los resultados? Nosotros opinamos que sí. Considerando los objetivos del proyecto conviene sacrificar la rapidez a cambio de mayor riqueza informacional. Además, a la vista de las perspectivas, cada vez será más frecuente que el intérprete disponga de ortomágenes espaciales de alta resolución o de ortofotoplanos de tal forma que la restitución no sea necesaria. Se ahorrará un tiempo importante en el proceso de elaboración de cartografía temática y se salvará uno de los escollos apuntados por Chuvieco y Martínez (1990), el de la mínima unidad visible.

c) Cartografía litogeológica

Teniendo en cuenta el objetivo de asociar y establecer relaciones entre este mapa y los de suelos y usos, optamos por no digitalizar el mapa geológico de la serie

MAGNA. Este es excesivamente detallado para reproducir en formato digital. Pensamos que sería más conveniente, partiendo de ese documento cartográfico, proceder a una simplificación y homogeneización lógica de los pisos y materiales contemplados en la leyenda.

El documento final fue obtenido mediante interpretación de fotogramas del vuelo nacional de 1984. Es indudable el interés de la fotointerpretación y los trabajos de campo para capturar información litogeológica y geomorfológica (Meijerink, 1988). Esta fue transferida al mapa de base de referencia y digitalizada. El flujo de trabajo es similar al descrito en el mapa de usos.

d) Cartografía de suelos

Igual que otras variables relacionadas con el medio físico y teniendo en cuenta la escala de trabajo, se ha efectuado un análisis visual de los pares estereoscópicos (Meijerink, 1988) del vuelo nacional de 1984. En la tipología de suelos se empleó la taxonomía propuesta por la FAO (1989) para la elaboración del mapa mundial de suelos. El flujo de trabajo es el mismo que el descrito más arriba.

e) Los modelos digitales del terreno y la cartografía topográfica

Nuestra fuente de información fue un fichero informático tridimensional "dgn", adquirido al SGE, que contenía las curvas de nivel provenientes de restitución fotogramétrica. Este documento debió someterse a una severa edición y corrección de errores.

Después de definir las entidades topográficas, el software Modeler nos ayudó a generar el modelo de elevaciones, dibujando los triángulos de Delauney y se efectuó una interpolación plana a partir de los valores de las curvas de nivel, infiriendo las líneas de ruptura de pendiente (Bosque, 1992).

Con objeto de derivar la cartografía del terreno se realizó una conversión del modelo anterior a uno de malla. Se fijó el tamaño de las celdillas en 100 m. de lado y se obtuvieron sus valores mediante una interpolación bicúbica.

Los resultados son, a nuestro juicio, suficientemente satisfactorios. Para evaluarlos y compararlos con otras experiencias (Chuvieco, Bosque y Salas, 1991) se diseñó un muestreo aleatorio estratificado no alineado, con un nivel de confianza del 95%. Se dividió la hoja en cuadrículas de 2 Km de lado, eligiendo un punto en su interior. Comprobados los 150 puntos con el MTN se obtuvo un 96% de precisión. El error medio es de 12,5 m, inferior a la equidistancia de las curvas de partida. Tan sólo un punto fue ligeramente superior (21 m).

A partir del modelo de elevaciones se obtuvieron los modelos de malla de pen-

dientes y orientaciones. Para la presentación gráfica del primero se agruparon los valores de pendiente en 6 intervalos, asignando una gama de colores que oscila desde los amarillos a los verdes (de menor a mayor pendiente). Después de una consulta de las variadísimas taxonomías, establecimos la que indica el USDA (Soil Survey Staff, 1951).

En la representación gráfica del modelo de orientaciones asignamos un color, desde los de mayor luminosidad para aspectos orientales y meridionales a los más oscuros (orientaciones norte y oeste) subdividiendo la circunferencia en 8 porciones iguales.

A partir de los tres modelos del terreno se han dibujado los polígonos hipsométricos, de pendientes y orientaciones con objeto de construir la cartografía topográfica. Conviene comentar que, con motivo de la complejidad orográfica del área de estudio, los mapas de pendientes y aspectos eran ilegibles cartográficamente.

Para solventar esta deficiencia, el proceso de generalización cartográfica ideado incidió en dos cuestiones: (i) se varió el tamaño de la unidad mínima cartografiable, aumentándolo a 15 ha y (ii) se agruparon los intervalos de las tablas correspondientes. Finalmente, los mapas expresan tres niveles de pendientes (<8%; 8-30% y >30%) y cuatro orientaciones (N, S, E y W). La solución ha mejorado los resultados iniciales.

La información alfanumérica

Hasta el momento, han sido creadas una serie de tablas alfanuméricas que contienen datos físicos del territorio. Las tablas de litología, suelos, hipsometría, pendientes, orientaciones y usos ya forman parte del SIG de Espinoso.

Por otra parte, la información socioeconómica, referida a los municipios del conjunto comarcal, ya existe de anteriores trabajos (Martín et al., 1993). En éste, es nuestro objetivo completar la recogida de información, en nuestro área piloto, a nivel inframunicipal: las entidades de población.

Conclusiones

Como se puede apreciar, todavía nos encontramos en la primera etapa de la planificación: la recogida o almacenamiento de la información. Llevamos muchas horas de trabajo invertidas en ello. No nos importa.

Como ya se sabe, la recogida de la información territorial es una tarea ardua y compleja, como reconoce el ITUR, consecuencia de su dispersión, incompatibilidad de formatos o escalas o, simplemente, de su inexistencia. Muy frecuentemen-

te es necesario recurrir a las fuentes primarias con objeto de extraer los datos espaciales.

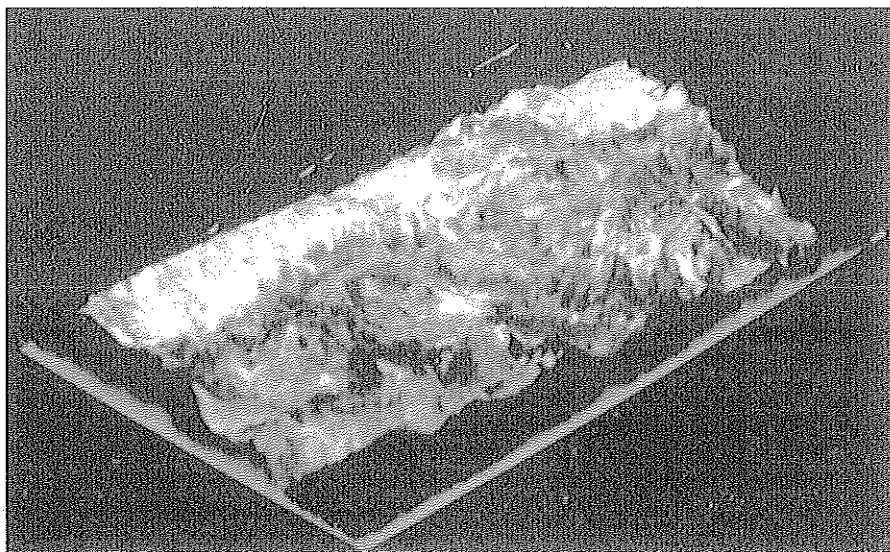


Imagen TM en falso color (453) sobre el modelo digital de elevaciones. (A. 78)

No obstante, estimamos que, si la organización de la información ha sido óptima, las posibilidades analíticas que nos brindan los SIGs en la planificación ambiental son indiscutibles.

Por otra parte, sin negar la potencialidad de la percepción remota como fuente cartográfica, aún debemos seguir considerando la interpretación de fotos aéreas; la inexistencia o excesivo coste de imágenes de alta resolución son algunos factores explicativos. Además, los procedimientos de análisis visual demuestran mayor precisión, y otras ventajas, que las aproximaciones digitales.

Bibliografía

- Bosque, J. 1992.** *Sistemas de Información Geográfica*. Rialp. Madrid. 451 p.
- Campbell, J.B. 1987.** *Introduction to Remote Sensing*. The Guilford Press. New York. 551 p.
- Cebrián, J.A. 1992.** *Información geográfica y Sistemas de Información Geográfica (SIGs)*, Universidad de Cantabria. Santander. 85 p.
- Chuvieco, E. y Martínez, J. 1990.** Visual versus Digital analysis for vegetation mapping: some examples on Central Spain. *Geocarto International*. 3. 21-30.
- Chuvieco, E. Bosque, J. y Salas, J. 1991.** An evaluation of interpolation methods to generation elevation data. En *EGIS'91 Proceedings*. Utrecht. pp. 1309. EGIS Foundation. Utrecht.
- Denègre, J. 1988.** *Thematic Mapping from Satellite Imagery. An International Report*. Elsevier-ICA, London, 214 p.
- Fao. 1989.** *Mapa mundial de suelos*. Fao-Unesco. Roma. 202 p.

- Haack, B.N. 1983.** A Comparison of visual and numerical analyses of Landsat data for grassland and forest inventories in Swaziland. *ITC Journal*. 1: 6-12.
- Hernández Filho, P. 1990.** Uso de datos de satélite para levantamiento de reforestamento. *Revista SELPER*. 6. 3: 15-29.
- Gómez Orea, D. 1992.** *Planificación rural*. Ed. Agrícola Española-MAPA. Madrid. 396 p.
- Jensen, J.R. 1983.** Urban/Suburban Land Use Analysis. En *Manual of Remote Sensing*. Colwell (Ed) 2:1571-1666. ASPRS. Falls-Church.
- López Vizoso, J.M. 1989.** La observación de la Tierra desde el espacio; el mapa de ocupación del suelo de la Comunidad Económica Europea. *Estudios Geográficos*. 196: 409-434.
- Martín, M.A. et al. 1993.** Estudio ecológico y socio-económico de Los Montes de Toledo: un modelo de desarrollo integral. En *Teledetección y Medio Ambiente*. Sevilla. 403-410. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Meijerink, A.M.J. 1988.** Data acquisition and data capture through terrain mapping units. *ITC Journal*. 1: 23-44.
- Núñez de las Cuevas, R. y López Vizoso, J.M. 1989.** El papel de la cartografía temática elaborada a partir de imágenes espaciales en la planificación del territorio. En *Teledetección y planificación integrada del territorio*. Madrid, pp. 227-250. MOPU. Madrid.
- Philipson, W.R. y Hafker, W.R. 1981.** Manual versus Digital Landsat Analysis for Delineating River Flooding. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 47. 9: 1351-1356.
- Sancho, J. 1989.** El proyecto CORINE LAND COVER, *Bol. Real Sdad. Geográfica*. 124-125: 261-267.
- Soil Survey Staff. 1951.** *Soil Survey Manual*. USDA. Washington DC.
- Trotter, L.J. y Philipson, W.R. 1986.** Visual analysis of Landsat Thematic Mapper images for hydrologic, land use and cover. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 52. 9: 1531-1538.
- Williams, T.H.L. 1989.** Reflections on Remote Sensing. En *Current Trends in Remote Sensing Education*. M.D. Nellis, R. Lougeay y K. Lulla (Eds.) 43-46. Geocarto International, Hong Kong.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

)

10