

Aplicación de imágenes satelitarias a la caracterización del macizo de Valencia del Ventoso

Characterizing Valencia del Ventoso Massif with Applied Remote Sensing

A. Oleaga(*), F. Sarrionandia(**), L. Eguíluz(*), L. M. Martínez-Torres(*) y M. Carracedo(**).

(*)Dpto. de Geodinámica. Universidad del País Vasco. Ap. Box 644. E-48080 Bilbao.

(**)Dpto. de Mineralogía y Petrología. Universidad del País Vasco. Ap. Box 644. E-48080 Bilbao.

ABSTRACT

Valencia del Ventoso Massif (MVV), (south Badajoz, Spain), is a late-hercynical inversely zoned pluton, composed by a wide range of lithologies, from ultramafic to granitic rocks. Landsat TM images has been digitally treated to verify satellitarian potential as a tool for cartographing plutons like MVV. The treatment, based on the analysis of 6 bands over the visible and near infrared electromagnetic spectrum, has yielded successful results, specially, on delimiting the contact, linear structures, and up to some extent, pluton inside and next lithological bodies.

Key words: remote sensing, Iberian Massif, Ossa Morena, electromagnetic spectrum, Landsat TM.

Geogaceta, 26 (1999), 63-66

ISSN: 0213683X

1. Situación geográfica

El Macizo de Valencia del Ventoso (MVV) está situado en el sector meridional de la provincia de Badajoz (España), entre las localidades de Medina de las Torres, al norte, y Bodonal de la Sierra, al sur. El Macizo toma el nombre de la localidad de Valencia del Ventoso, único núcleo de población asentado sobre los afloramientos del complejo ígneo, situado en la hoja a escala 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional de Fuente de Cantos (876/11-35). En esta hoja y en la de Jerez de los Caballeros (875/10-35), vecina por el oeste, están comprendidos la mayor parte de los afloramientos del MVV. Tan sólo algún pequeño afloramiento del borde norte del Macizo se encuentra situado en la hoja de Zafra (854/11-34).

2. Situación geológica

El MVV se encuentra enclavado en los materiales Precámbricos que ocupan el núcleo de la Antiforma de Monesterio, estructura hercínica mayor que constituye uno de los elementos geológicos más característicos de la Zona de Ossa Morena (Macizo Hespérico). Corta esta estructura en dirección NE-SW, de manera que sus extremos norte y sur están intruidos en los materiales del flanco norte y sur respectivamente. En el flanco norte, intruye en la sucesión de Malcocinado y en la detritica del Cámbrico Inferior, mientras

que en el sur se emplaza sobre los materiales vulcanosedimentarios del Complejo Bodonal-Cala. En la zona central, corta los materiales Precámbricos de la Serie Negra y distintos cuerpos graníticos del Paleozoico inferior.

Este cuerpo da lugar a la formación de una amplia aureola metamórfica, en cuya zona interna se desarrollan corneanas piroxénicas en las que desaparece todo rastro de la foliación de los materiales encajantes, que es esencialmente Cadomiense. Además, corta al cabalgamiento de Monesterio, que queda en parte asimilado, si bien queda una estrecha banda casi continua de rocas miloníticas corneanizadas que separan los cuerpos de Pozuelo y Valencia del Ventoso propiamente dicho. Es, en consecuencia, un cuerpo claramente posttectónico respecto a la primera fase hercínica y posiblemente tardío respecto a la segunda, puesto que no presenta ninguna evidencia de deformación significativa. Su intrusión parece estar parcialmente condicionada por los accidentes mayores, caso del cabalgamiento de Monesterio, que actuarían como zonas preferenciales de ascenso.

3. Antecedentes

Bard y Fabries (1970), distinguen en el sector suroccidental de Sierra Morena dos grandes grupos de granitos hercínicos. El primer grupo, que deno-

minan G', es de origen anatóctico y se emplaza durante o inmediatamente después de la primera fase de deformación hercínica. El segundo grupo, G'', está integrado por varios plutones granodioríticos y graníticos tardiorogénicos emplazados con anterioridad al Stephaniense. Estos macizos, entre los que está incluido el MVV, están asociados con stocks gabroideos, generalmente más antiguos, y diques básicos, raramente más jóvenes. Dupont *et al.* (1981), obtienen una edad radiométrica (K-Ar) de 339-+50 Ma para la granodiorita de Valencia del Ventoso. Sánchez Carretero *et al.* (1990), incluyen al MVV en los plutones hercínicos precoces, prehercínicos a hercínicos tempranos. Estos plutones presentan zonación inversa y están formados mayoritariamente por dioritas biotítico-anfibólicas. Bard (1992), considera que el macizo de MVV es de origen mantélico o infracrustal, ligado a la activación o reactivación hercínica de las suturas de la zona de cizalla Badajoz-Córdoba.

4. Cartografía geológica

El tratamiento singularizado del MVV a nivel cartográfico no se aborda de forma rigurosa hasta los trabajos realizados por Pons, que culminan en 1982 con la publicación de su Tesis Doctoral. Considera que el complejo granitofídico de Valencia del Ventoso está constitui-

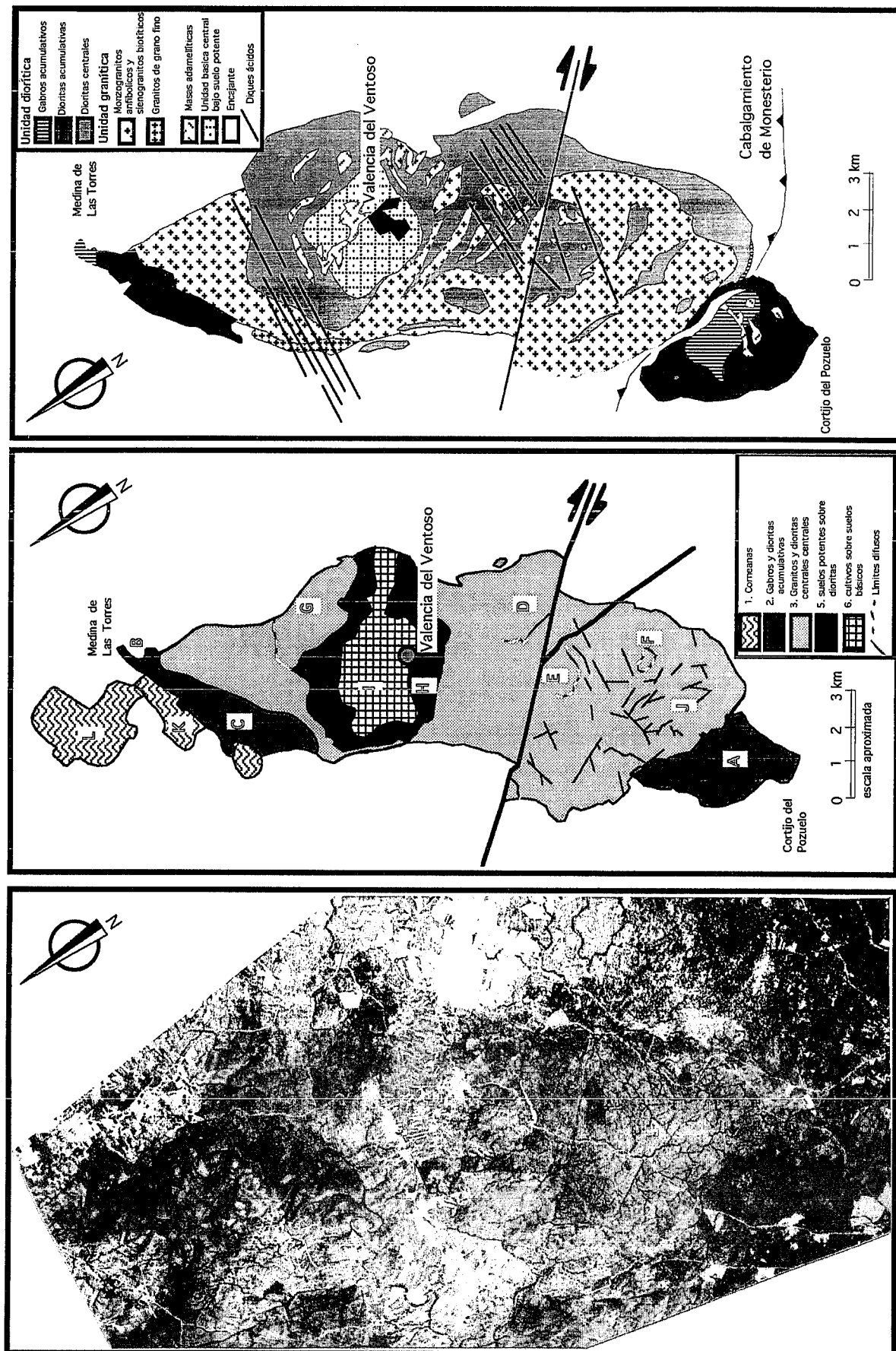


Fig. a, b y c. a) Foto composición con los componentes principales 2, 3 y 4 sobre 6 bandas del espectro visible e infrarrojo cercano de imágenes LANDSAT TM de 1984 y 1985, en RGB y equalizada. b) Croquis geológico realizado a partir de la interpretación realizada sobre la figura a. c) Mapa geológico del Macizo de Valencia del Ventoso.

Fig. a, b and c. a) Photograph composition with the principal components 2, 3 and 4 using 6 bands of the visible and the near infrared of 1984 and 1985 LANDSAT TM images, in RGB and equalized. b) Geological scheme performed by an interpretation of fig. a. c) Geological map of Valencia del Ventoso Massif.

do por tres macizos o intrusiones independientes yuxtápuestas, que denominamos, de norte a sur: i) Macizo de Medina de las Torres, ii) Macizo de Valencia del Ventoso y iii) Macizo del cortijo del Pozuelo.

Trabajos de campo recientes han llevado a revisar el esquema anterior, de forma que: el MVV se considera integrado por dos unidades principales denominadas unidad diorítica y unidad granítica, más dos conjuntos subvolcánicos, representados por granitos de tendencia aplítica y diques de dirección E-W que se emplazan de forma tardía.

4.1 Unidad diorítica: la unidad diorítica ocupa los bordes meridional y septentrional del plutón, la mayor parte del borde oriental y la parte central del macizo. Incluye los afloramientos de Medina de las Torres y del cortijo del Pozuelo, así como las unidades central e intermedia y una buena parte del borde oeste de la unidad periférica del esquema de subdivisión propuesto por Poñs (1982) para el MVV. Está constituida esencialmente por dos tipos de litología:

4.1.1 Gabros: se sitúan en ambos extremos del macizo, e incluyen los gabros olivínicos y los gabro-dioritas de Medina de las Torres, que afloran en el límite septentrional del plutón, y los gabros del sector meridional del macizo (sector Cortijo del Pozuelo).

4.1.2 Dioritas y monzodioritas: se sitúan en los bordes suroriental y noroccidental del macizo, en la localidad de Valencia del Ventoso y sus alrededores, con una forma cartográfica a «grosso modo» circular, ocupando una superficie de aproximadamente unos 5 km² (buena parte de los afloramientos están cubiertos por materiales cuaternarios). Las monzodioritas acumulativas afloran también en la zona central del MVV.

4.2. Unidad granítica: ocupa la mayor parte de los afloramientos del plutón, intruyendo sobre las distintas facies de la unidad diorítica, salvo en los sectores nororiental y suroccidental del macizo, donde intruye directamente sobre los materiales encajantes.

4.3. Conjunto subvolcánico granítico de tendencia aplítica: los diques graníticos de tendencia aplítica afloran fundamentalmente en la mitad central del MVV, cortando preferentemente a las facies monzodioríticas, monzodioríticas acumulativas, dioríticas y graníticas, presentando diversas direcciones. Los diques de carácter regional presen-

tan una dirección E-W y potencias variables de entre unos pocos decímetros y 30 metros, con corridas que no superan los 2 kilómetros, aunque algunos de ellos se disponen en relevo atravesando todo el Macizo en dirección E-W.

5. Introducción a la técnica empleada

La Teledetección es una técnica basada en las propiedades discriminatorias del espectro electromagnético de los materiales (rocas, suelos, vegetación,...) (Gutiérrez, 1993; Sabins, 1987), y que permite obtener información de objetos situados sobre la superficie terrestre. Actualmente está convirtiéndose en un instrumento auxiliar imprescindible en la cartografía geológica debido a su potencialidad para cartografiar propiedades sutiles no detectables por otras técnicas convencionales (Riaza, 1991), y a su excelente relación área / costo.

El objetivo de este trabajo es, por tanto, la comparación de imágenes Landsat TM tratadas digitalmente con cartografías generales del MVV a escalas pequeñas y su evaluación como herramienta cartográfica con miras a posibles prospecciones de interés económico en la zona.

6. Procesado digital de imágenes

Para el presente estudio se han empleado imágenes LANDSAT THEMATIC MAPPER del 8 de sep. de 1984 y 8 de dic. de 1985, cuyo tratamiento digital ha sido realizado con la aplicación ENVI 2.0. Las imágenes no han sido ni georeferenciadas ni rectificadas para una mayor fiabilidad espectral. La resolución espacial es de 30 x 30 metros.

La variedad espectral máxima ha sido evaluada a través del análisis de los componentes principales sobre 6 y 3 bandas del visible e infrarrojo cercano, con las que se ha laborado una primera caracterización de unidades con objeto de emplearla a modo de referencia para la selección de áreas espectralmente homogéneas (Riaza, 1998; Spanner *et al.* 1984). A su vez, esta caracterización ha servido de entrenamiento para la posterior elaboración de una clasificación supervisada, apoyada en composiciones en blanco y negro para cada banda, composiciones en falso color (RGB) para tres bandas y de ratios entre bandas; para ello ha sido necesaria una amplia experiencia sobre la zona del grupo investigador e información adquirida en trabajos precedentes de Riaza (1991), Gumiel *et al.* (1991) y Sanderson y Chinn (1989).

7. Comportamiento espectral de las litologías

Cada objeto (roca, suelo, vegetación,...) se comporta espectralmente de manera diferente frente a según qué banda o selección de longitudes de onda con comportamientos electro-magnéticos similares (Chuvieco, 1990; Scanvic, 1989). Esta diferencia de comportamiento incide en sus valores de reflectancia, reflejados en la imagen por una variabilidad en los tonos, cuya gama determina el poder de discriminación de cada imagen.

De todas las imágenes elaboradas para este estudio, se ha elegido una imagen realizada sobre los componentes principales, o técnica de tratamiento estadístico que permite condensar una serie de variables en un menor número sobre la base de sus correlaciones mutuas (Chuvieco, 1990, Gutierrez Claverol, 1993), de orden 2, 3 y 4 en falso color (RGB) y ecualizada. La comparación de la cartografía geológica (Fig.c) con la imagen y el esquema elaborados (Fig.a y b), permite constatar la potencialidad de la técnica, puesto que sin necesidad de una gran experiencia es posible reconocer en la imagen digital, los rasgos y unidades cartográficas principales, como son:

7.1 El contacto entre plutón y encajante: se distingue casi con toda perfección a lo largo de éste. Se deduce del cambio de coloración, generalmente más oscura en el plutón. Así, el borde suroeste y especialmente casi todo el borde oriental vienen marcados por una línea neta coincidente con el límite cartográfico.

7.2 Unidad diorítica: las dioritas acumulativas se reconocen por colores azules oscuros y rojos muy vivos, dando texturas «granuladas»; bien delimitados en el sector de Pozuelo (A), (ver figs.1, 2 y 3), pero mostrando un paso aparentemente gradual a las unidades meridionales en el sector de Medina de las Torres (C). Se pueden distinguir, a su vez, los gabros acumulativos cerca de Medina de las Torres por sus colores rosáceos (B). Las dioritas centrales tienden a ofrecer colores violetas, añiles y rojizos muy vivos, aunque más claros que las precedentes, y aunque presentan límites difusos con la unidad granítica, se pueden caracterizar varios afloramientos (D, E, F, G). En el cuerpo central, se sitúan suelos potentes de composiciones básicas, dando colores verdosos a blancos y tonos muy claros en la localidad de Valencia del Ventoso (H), apreciándose transiciones hacia las zonas de cultivo, que ocupan el área central y que se diferencian por sus formas geométricas a modo de rectángulos rosáceos (I).

7.3 Unidad granítica: se distingue claramente respecto a la unidad diorítica acumulativa del SO, aunque no tanto respecto a las dioritas acumulativas del N y centrales. Es destacable su tendencia a ofrecer colores claros homogéneos, entre azules y verdes, menos oscuros que los de las dioritas (J). A su vez, aparece muy fracturado en comparación con las unidades restantes (véase zona SO), dando lugar a una característica textura.

7.4 Unidad metamórfica de contacto: el metamorfismo de contacto repercute seriamente en las propiedades espectrales del encajante, como ejemplo, la parte norte del plutón, donde se pasa de colores rojos cerca del contacto (corneanas) (K), hacia colores verdosos que van haciéndose cada vez más claros a medida que nos alejamos del plutón en consonancia con la disminución del grado metamórfico. A destacar el cuerpo circular sito al norte del plutón, a la altura de Medina de las Torres (L), de igual coloración que las precedentes y que se ha interpretado como una aureola producida por un posible apófisis del plutón.

Cabe señalar asimismo, que en esta imagen se han podido reconocer numerosos rasgos lineales correspondientes a posibles fracturas, algunas de ellas no observadas hasta ahora, desde tamaños kilométricos hasta de tan solo algunas decenas de metros; como ejemplo obsérve-

se el gran accidente que secciona al plutón en dirección noroeste-sureste.

8. Conclusiones

La utilización de imágenes Landsat TM en el Macizo de Valencia del Ventoso ha permitido verificar su utilidad para la delimitación de los límites cartográficos de este macizo. Asimismo, se ha conseguido individualizar de forma grosera las principales unidades litológicas y estructuras frágiles mayores reconocidas por medios convencionales, siendo las caracterizaciones en algunos casos bastante fiables. A la espera de la posibilidad de contar en un futuro con un mayor número de bandas con resoluciones espectrales y espaciales mayores, estas caracterizaciones se complementan con el mayor número de composiciones de imágenes posible, puesto que una única imagen aporta solo parte de la caracterización final del plutón.

Finalmente, indicar que los primeros resultados obtenidos al realizar tratamientos de detalle sobre sectores seleccionados avalan la posibilidad de usar esta técnica en la cartografía de facies litológicas específicas o en la detección de variaciones geoquímicas o anomalías relacionadas con la presencia de yacimientos de interés económico en este tipo de macizos ígneos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con

los proyectos PB97-o648 de la DGICYT y 130/310-EB207/96 de la UPV-EHU.

Referencias

- Bard, J. P. y Fabries, J. (1970). *Bol. Geol. Min.* T. LXXXI.-II-III: 112-127.
- Bard, J. P. (1992). *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 314, Série II: 711-716.
- Chuvieco, E. (1990). J. Chozas (ed.) 449p. Rialp, s.a.
- Dupont, R.; Linares, E. y Pons, J. (1981). *Bol. Geol. Min. España*, CXII: 370-374.
- Gumiel, P. *et al.* (1991). 109p. I.T.G.E., Madrid.
- Gutiérrez Claverol, M. (1993). Universidad de Oviedo (eds.) 427p.
- Pons, J. (1982). *Tesis Doctoral*. L'Universite Paul Savatier. 451p.
- Riaza, A. (1991). *Tesis Doctoral* Univ. Complutense de Madrid. 255p.
- Riaza, A. *et al.* (1998). *Int. J. Remote Sensing*. Vol 19, nº 1: 43-54.
- Sabins, F. F. (1987). 449p. W. H. Freeman and Co., 2ª ed., New York.
- Sánchez Carretero (1990). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, 292-313. Springer-Verlag.
- Sanderson, D. J. y Chinn, C. (1989). p133-150, I.T.G.E., Madrid.
- Scanvic, J. Y. (1989). 200p. Ed. Paraninfo s. a., Madrid.