

Cartografía geofísica y caracterización geoquímica del Complejo Plutónico de Valencia del Ventoso

Geophysical cartography and Geochemical characterisation of the Valencia del Ventoso plutonic complex.

J.L. García-Lobón, C. Rey-Moral y F. Bellido-Mulas

Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas 23, E-28003, Madrid-mail: jl.garcia@igme.es;

ABSTRACT

The Valencia del Ventoso Massif is a plutonic complex that consists of different intrusive units whose compositions extend from gabbros to monzogranites. The main lithologic units display a zoned distribution whose geometry is distorted by reason of the mingling and dismemberment of the intrusive bodies. The geodynamic characterization based on the geochemical data shows that this plutonic complex corresponds to a high potassium calc-alkaline association, typical of an active continental margin or of a mature island arc environment. The Massif is covered by recent magnetic and radiometric flights, as well as by a regional gravimetric net (IGME 1997, 2001). The aeroradiometric, aeromagnetic and gravimetric maps show a high degree of agreement and they provide good view of the outcrop geometry and subsurface pattern of the main geological units of the complex. This paper shows that airborne geophysical cartography combined with surface geophysical data and field geological research is a very valuable mapping tool of complex plutonic bodies.

Key words: geophysical cartography, radiometric flight, aeromagnetic flight, plutonic complex, geochemistry, REE, K, Th, U, gravimetric data.

Geogaceta, 32 (2002), 155-158
ISSN:0213683X

Encuadre geológico.

El macizo de Valencia del Ventoso corresponde a un complejo plutónico compuesto por diversas intrusiones de diferente naturaleza litológica. Está situado en la zona de Ossa-Morena, en el núcleo de la Antiforma de Olivenza-Monesterio, y toma su nombre de la población de Valencia del Ventoso que se localiza en la zona central del mismo. Su afloramiento tiene una forma elíptica alargada, con el eje mayor en dirección NE-SO y con una extensión aproximada de unos 120 Km². Intruye en los metasedimentos esquistoso-grauváquicos precámbricos de la Serie Negra, en diversas unidades ígneas pre-hercénicas y en sedimentos carbonatados cámbricos, produciendo sobre todos estos materiales una aureola de metamorfismo de contacto que puede alcanzar una anchura de 1 Km.

Pons (1982) distingue en este complejo plutónico una unidad central, que constituye el cuerpo principal del mismo, que intruye sobre un pequeño cuerpo de gabros situado en el extremo septentrional (Macizo de Medina de las Torres) y sobre una masa monzodiorítica que se localiza en el extremo suroccidental (Maci-

zo del Cortijo del Pozuelo). Este autor define en el cuerpo central un zonado asimétrico constituido por la presencia de un núcleo básico de composición diorítica, que está rodeado parcialmente por una zona intermedia monzodiorítica y una externa granodiorítica. El núcleo básico de esta unidad central corresponde, a grandes rasgos, con el delimitado en la cartografía de las hojas MAGNA de Fuente de Cantos (Garrote *et al.*, 1983) y Jerez de los Caballeros (Fernández Carrasco *et al.*, 1981) y en la de Oleaga *et al.* (1999), pero en las distintas cartografías del resto de la unidad central existen apreciables diferencias. El origen de estas diferencias se encuentra, según los casos, en idealizaciones o simplificaciones excesivas de la complejidad existente, que es debida al desmembramiento de los materiales básicos e intermedios por las intrusiones monzo-granodioríticas, en las que los materiales citados constituyen megaenclaves y masas híbridas complejas.

Caracterización geoquímica.

Los materiales básicos-intermedios de la Unidad Central tienen un espectro composicional que fluctúa entre gabros y

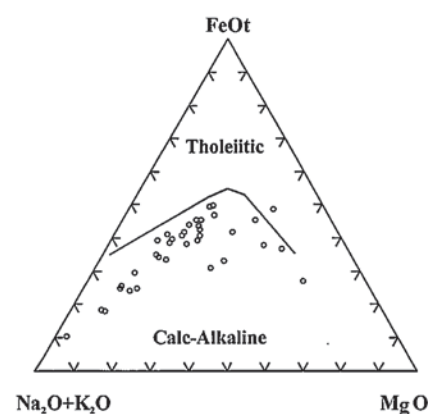


Fig. 1.- Diagrama AFM mostrando las pautas de variación de Valencia del Ventoso (datos de Pons, 1982 y de este trabajo).

Fig. 1.- AFM diagram showing the variation trend of the Valencia del Ventoso Massif magmatic unit (data from Pons, 1982 and this work).

dioritas (49%<SiO₂<53%), mientras que la composición litológica de la unidad o unidades externas varía entre tipos cuar-zodioríticos y graníticos (56%<SiO₂<70%). Es destacable que a pesar de que el conte-

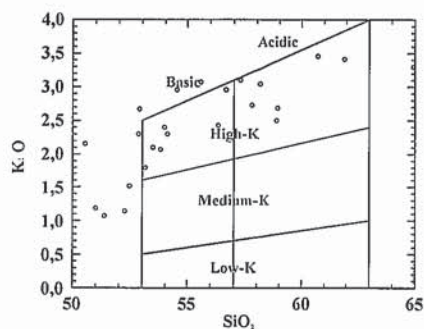


Fig. 2.- Caracterización de las rocas calcoalcalinas mediante el diagrama $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ de Peccerillo y Taylor, 1976 y Gill, 1981 (datos de Pons, 1982 y de este trabajo).

Fig. 2.- Characterisation of calc-alkaline series using the $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ diagram, after Peccerillo y Taylor, 1976 and Gill, 1981 (data from Pons, 1982 and this work).

nido en K_2O de los materiales más ácidos es superior, los materiales básicos tienen proporciones de K_2O relativamente elevadas (rocas básicas: $1.08 < \text{K}_2\text{O} < 2.78$ / rocas ácidas: $2.42 < \text{K}_2\text{O} < 4.10$). En la zona externa los materiales predominantes son monzogranodioritas y monzogranitos, mientras que los materiales más básicos corresponden en general a megaenclaves y masas híbridas, y los más ácidos a cuerpos filonianos de distinta naturaleza. En los diagramas de variación elaborados para el conjunto del complejo plutónico se observan diferentes líneas evolutivas que corresponden a asociaciones magmá-

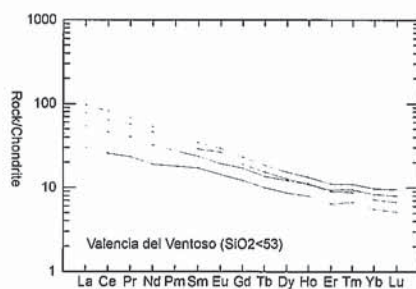


Fig. 3.- Abundancia de REE en las rocas básicas del macizo de Valencia del Ventoso normalizadas a los valores condriticos (datos de este trabajo).

Fig. 3.- REE abundance in the basic rocks of the Valencia del Ventoso massif normalised to chondritic values (data from this work).

ticas no cogenéticas.

En general se trata de rocas meta-alumínicas con cantidades variables de diópsido normativo. Respecto a las características geoquímicas mayoritarias, en el diagrama AFM (fig. 1) elaborado para el conjunto de las rocas analizadas (Pons, 1982 y datos de este estudio) se observa que la práctica totalidad de las muestras se proyectan en el campo calcoalcalino, y que los materiales intermedios y ácidos definen una directriz de variación calcoalcalina bastante típica y continua, mientras que en el extremo básico existe una fuerte dispersión. Globalmente, este

conjunto litológico corresponde a una asociación magmática calcoalcalina alta en potasio según los criterios de Gill (1981) y Peccerillo & Taylor (1976) (fig. 2).

En cuanto a la geoquímica de los elementos traza, algunas de las rocas más básicas tienen contenidos bastante elevados de Ba, Sr y V, aunque en general estas rocas presentan una caracterización heterogénea con respecto a bastantes de estos elementos. No obstante, se aprecia una tendencia del Rb, si bien irregular, al aumento en los términos más diferenciados, y un enriquecimiento de Zr en las rocas intermedias, aunque en las rocas más ácidas se encuentran contenidos bastante considerables de este elemento ($\text{Zr} > 200$ ppm). Los contenidos anómalos de Li y Rb (al igual que de K_2O) que ocurren en algunos términos básicos están posiblemente asociados a procesos de hibridación.

El comportamiento de los elementos traza radiactivos (Th y U) se traduce, de forma simplificada, en que en las rocas más básicas los contenidos en estos elementos son inferiores a los de las intermedias y ácidas (rocas básicas: $2.48 < \text{Th} < 6.44$; $0.45 < \text{U} < 2.72$ / rocas ácidas: $7.96 < \text{Th} < 19.88$; $2.27 < \text{U} < 5.63$), aunque la distribución del U es algo errática.

Los diagramas de normalización condritica (datos de Evensen *et al.*, 1978) de las REE de las rocas básicas (fig. 3) son bastante similares entre sí y presentan configuraciones continuas, sin cambios de pendiente entre los tramos correspondientes a las tierras raras ligeras con respecto a los de las pesadas, no apreciándose anomalías negativas destacables de Eu. Los fraccionamientos La_n/Yb_n que se observan son bastante homogéneos y su valor es del orden de 10.

En las rocas intermedias y ácidas los espectros de REE (fig 4) son también muy similares, si bien en estas rocas se aprecia que las pendientes de los tramos de las tierras raras ligeras son algo más elevadas que los de las pesadas, evidenciando un fraccionamiento más importante para las primeras. Además las anomalías negativas de Eu son netas, siendo más importantes a su vez en las rocas con mayores contenidos en REE. Estas anomalías de Eu son posiblemente debidas a la efectividad del fraccionamiento de plagioclasa en los procesos evolutivos que han operado en la génesis de la asociación magmática intermedia-ácida. También en este caso los fraccionamientos La_n/Yb_n son del orden de 10.

La comparación de las familias de espectros de REE de los dos grupos

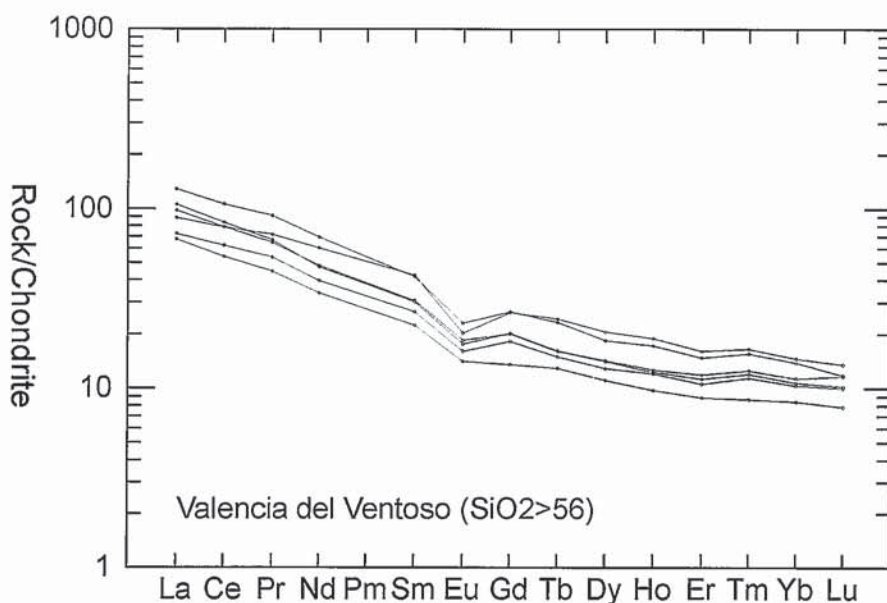


Fig. 4.- Abundancia de REE en las rocas intermedias y ácidas del macizo de Valencia del Ventoso normalizado a los valores condriticos (datos de este trabajo).

Fig. 4.- REE abundance in the intermediate and acid rocks of the Valencia del Ventoso massif normalised to chondritic values (data from this work).

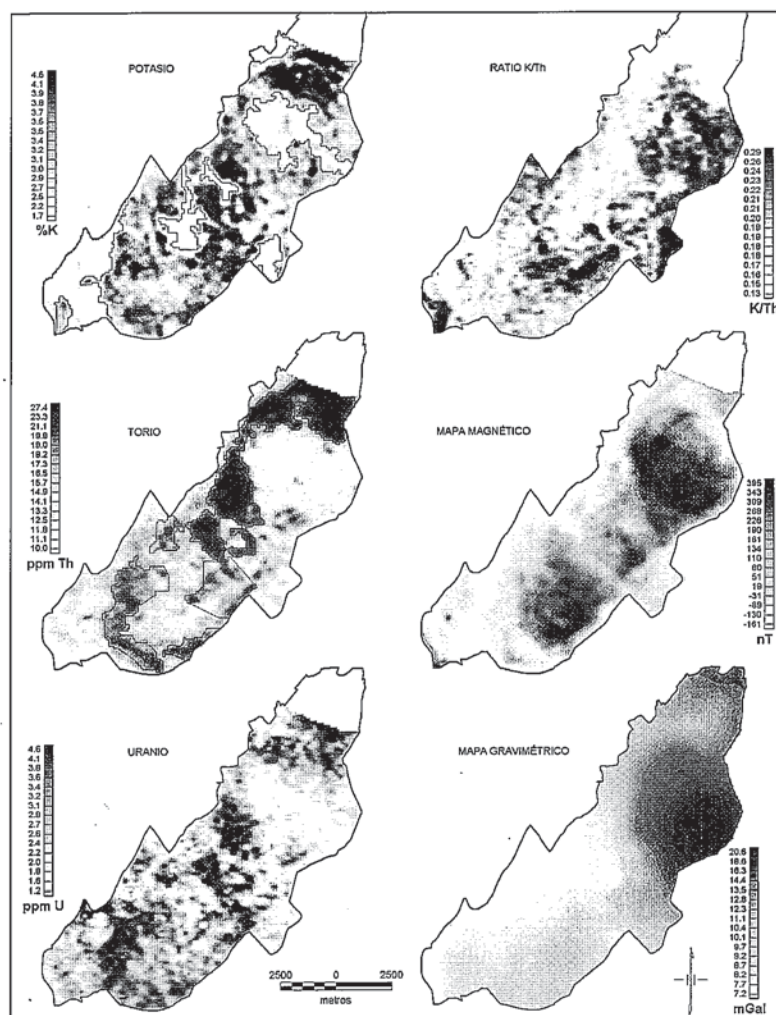


Fig. 5.- Radiometría gamma natural (imágenes de Potasio, Torio, Uranio y ratio K/Th), campo magnético reducido al polo y anomalía de Bouguer del complejo de Valencia del Ventoso.

Fig. 5.- Natural gamma-ray data (Potassium, Thorium, Uranium and ratio K/Th), magnetic field reduced to the pole and Bouguer anomaly map. Valencia del Ventoso massif.

litológicos y de sus contenidos en otros elementos traza evidencia que no se encuentran relacionados entre sí por procesos simples de cristalización fraccionada.

En cuanto a la tipificación geodinámica por sus características geoquímicas, los materiales básicos corresponden a asociaciones basálticas calcoalcalinas y de arco isla, y los materiales intermedios y ácidos a asociaciones de granitoides de margen continental activo o de arco de isla, de acuerdo con los criterios de Pearce & Cann (1973) y Pearce *et al.* (1984)

Cartografía geofísica

El complejo plutónico de Valencia del Ventoso está cubierto en su mayor parte por el vuelo magnético y radiométrico de alta resolución realizado por el IGME en 1997 para la prospección geológico-mi-

nera de La Faja Pirítica Ibérica (Zona Surportuguesa) y del borde SO de la zona de Ossa Morena con datos adquiridos a 100 m de altura, en líneas separadas 250 m. Asimismo, está cubierto por una gravimetría terrestre también realizada por el IGME (año 2001), con una densidad de un punto cada Km².

El estudio de los datos de radiación gamma natural aeroportados pone de manifiesto que este complejo plutónico tiene unas pautas de zonación (fig. 5) en las que se pueden distinguir tres grupos de respuestas en función de su intensidad:

a)- Zonas de baja radiación ($K < 2.8 \%$, $U < 2.2 \text{ ppm}$, $Th < 12.5 \text{ ppm}$). Una de estas zonas corresponde al 'núcleo básico (diorítico)' de la intrusión, distinguiéndose en ella una serie de heterogeneidades definidas por áreas más ricas en elementos radiactivos; otra delinea el aflora-

miento monzodiorítico del Cortijo del Pozuelo (Pons, 1982) del extremo SO del complejo; y otra, de características más heterogéneas, aparece como un conjunto disperso entre el 'núcleo básico' y el afloramiento de la unidad del Cortijo del Pozuelo, afectado por la falla NO-SE que corta al complejo en su zona central.

En la imagen correspondiente al K se han contorneado las zonas de mínimos para su mejor visualización.

b)- Zonas de alta radiación con respuestas elevadas para el conjunto de los elementos radiactivos ($K > 3.7 \%$, $U > 3.6 \text{ ppm}$, $Th > 19 \text{ ppm}$). Estas áreas circundan irregularmente a los afloramientos más básicos y las litologías representadas en ellas corresponden a monzogranodioritas, granodioritas y monzogranitos (unidad granodiorítica de Pons, 1982). Se encuentran bastante bien definidas en las imágenes del K y sobre todo en la del Th (donde se representan en la figura 5), mientras que la respuesta del U en ellas es bastante más inconsistente por su nivel de ruido.

c)- Zonas con respuestas radiactivas intermedias. Su geometría es más irregular y su textura más heterogénea, encontrándose comprendidas entre las áreas de mínimos y las de máximos de forma muy dispersa. En ellas se produce una notable variabilidad litológica (existen desde dioritas hasta granodioritas).

Los datos de este vuelo radiométrico de alta resolución ponen de manifiesto una importante heterogeneidad y una complejidad en la distribución de las facies petrológicas que es debida a la interferencia, mezcla y disgregación de distintos pulsos intrusivos con marcadas diferencias composicionales. A pesar de que esta complejidad de afloramiento escapa a la resolución de la radiometría aeroportada, esta técnica proporciona una información muy valiosa sobre la geometría predominante en la distribución de las facies, e incluso permite distinguir claramente las discontinuidades y geometrías debidas a la acción de los accidentes tectónicos.

Con objeto de determinar la intensidad de la respuesta radiométrica a nivel de afloramiento de los distintos tipos rocosos del macizo y la heterogeneidad existente a pequeña escala, se ha realizado el reconocimiento de algunas zonas del complejo con un espectrómetro portátil, efectuándose múltiples mediciones puntuales para cada uno de los tres elementos considerados. Estas mediciones han permitido determinar que la variabilidad a escala de afloramiento es apreciable, no obstante lo cual, el grado de concordancia del promedio de las medicio-

nes al suelo con los datos del vuelo para los sitios estudiados es muy elevado, lo que valida la interpretación realizada.

Para facilitar el análisis de los datos de campo potencial se han realizado 111 medidas de la densidad y susceptibilidad magnética en muestras de diversos tipos litológicos (dioritas a granitos), que han puesto de manifiesto que existe una gran heterogeneidad petrofísica respecto a ambos parámetros, densidad y susceptibilidad magnética, en el Complejo de Valencia del Ventoso. Los histogramas de las mediciones son en general polimodales. En densidad las modas varían entre las próximas a 2.6 g/cm³, correspondientes a granitos, y las próximas a 2.9 g/cm³, típicas de las dioritas. En susceptibilidades se delinean diferentes tendencias paramagnéticas (integradas por datos correspondientes a la mayoría de los granitos, granodioritas y dioritas), y ferromagnéticas de intensidad variable, alcanzándose los máximos en las monzodioritas y en las tonalitas. El carácter petrofísico de la intrusión es enteramente concordante con el de un granitoide de petrología ferromagnética, estando definida la zonación del macizo (fig. 5) por las diferentes proporciones de magnetita existentes, sobre todo en monzodioritas y tonalitas, cuya aparición está muy controlada por la presencia de hornblenda. Los máximos magnéticos del complejo marcan muy bien las zonas de abundancia de litologías monzodiorítico-tonalíticas, apreciándose un alto grado de coincidencia entre estos máximos y los mínimos radiométricos, sobre todo en el caso del Th (fig 5).

En cuanto a la también interesante zonación gravimétrica, las monzodioritas y tonalitas pueden dar lugar a anomalías gravíficas moderadas, como las que se localizan en varias zonas de la mitad S-SO del complejo (fig 5), que coinciden con anomalías positivas magnéticas salvo en la zona de afloramiento de la unidad del Cortijo del Pozuelo. Las anomalías mag-

néticas más intensas sobre el núcleo intermedio-básico de la zona septentrional del complejo deben ser causadas por materiales monzodioríticos, pero las anomalías gravimétricas en este área son demasiado fuertes para ser debidas a estos materiales y el mapa de anomalías de Bouguer sugiere la existencia en profundidad de una masa considerable de rocas más densas, posiblemente gabroideas. En el extremo SO, en la zona de afloramiento de la unidad del Cortijo del Pozuelo, el volumen de los cuerpos gabroideos, si existen, debe ser poco importante en función de la anomalía gravimétrica observada. En cambio, en el extremo NO del complejo (Unidad de Medina de las Torres), la anomalía de gravedad indica la presencia en profundidad de rocas más básicas que las del macizo central del complejo en este área NO.

Conclusiones.

Los datos geoquímicos existentes sobre el complejo plutónico de Valencia del Ventoso ponen de manifiesto que se trata de un complejo calcoalcalino alto en potasio en el que se encuentran representadas litologías ácidas, intermedias y básicas que no se encuentran ligadas entre sí a través de procesos de cristalización fraccionada. En distintas zonas de la unidad central se observan procesos de mezcla entre las diversas litologías que la constituyen y una complicada geometría de los afloramientos de las mismas, que es debida al desmembramiento de los cuerpos magmáticos precoces por las intrusiones más tardías.

La cartografía radiométrica, magnética y gravimétrica del complejo de Valencia del Ventoso pone de manifiesto una distribución zonada de facies, asociada a la existencia de un proceso de intrusión múltiple, con un "ruido de fondo" que corresponde a la disgregación de las primeras intrusiones básicas por las más tardías de composición monzogranodiorítica-granodiorítica.

La interpretación simultánea de la cartografía geofísica del Complejo de Valencia del Ventoso constituye un magnífico ejemplo de las posibilidades que ofrecen las técnicas de radiometría y magnetismo aeroportados para el estudio y la cartografía de unidades geológicas complejas o con malas condiciones de afloramiento. La potencia de estas técnicas se ve considerablemente optimizada por el apoyo de medidas petrofísicas realizadas sobre el terreno y en muestras de campo en laboratorio.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con cargo al proyecto CICYT-FEDER, 1FD97-1177

Referencias

- Evensen, N.M., Hamilton, P.J. & O'Nions R.K. (1978): *Geochim. Cosmochim. Acta*, 42, 1199-1212
- Fernández Carrasco, J, Coullaut Saenz, J.L. y Aguilar Tomás, M.J. (1981): *MAGNA, escala 1:50.000 N° 875, Jerez de los Caballeros*. IGME.
- Garrote Ruiz, A., Arriola Garrido, A., Eguiluz Alarcón, L. y Sánchez Carretero, R. (1983): *MAGNA, escala 1:50.000 N° 876, Fuente de Cantos*. IGME
- Gill, J.B. (1981). *Orogenic andesites and plate tectonics*. Springer, Berlin.
- Oleaga, A., Sarrionaindía, F., Eguiluz, L., Martínez-Torres, L.M., Carracedo, M. (1999): *Geogaceta*, 26, 63-66.
- Pearce, J.A. & Cann, J.R. (1973): *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19, 290-300
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. & Tindle, A.G. (1984): *Jour. Petrol.*, 25, 956-983
- Peccerillo, R. & Taylor, S.R. (1976): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 58, 63-81.
- Pons, J. (1982): *Tesis doctoral. Univ. Paul Savatier*, 451pp.