

# Potencial ornamental del plutón de Sierra Bermeja (Badajoz): evaluación de su canterabilidad

*Ornamental potential of the Sierra Bermeja pluton (Badajoz): quarriability evaluation.*

F. Sarrionandia <sup>(1)</sup>, M. Carracedo <sup>(1)</sup>, L. Eguiluz <sup>(1)</sup> y O. Apalategui <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad del País Vasco, Apdo.644, 48080 Bilbao.

<sup>(2)</sup> Área de Paleontología de la Universidad de Extremadura, Avenida Elvas s/n, 06071 Badajoz.

## ABSTRACT

*The Sierra Bermeja pluton is mainly composed of three peraluminous granitic facies: Cornalvo, Moro and Raposeras. The three facies show four main joint systems, two of them developed at regional scale oriented N5/90° and N120/90°, and the other two, related to the cooling process of the pluton, oriented N55/90° and N145/90. The Moro granite shows the greater potential as dimension stone, with good quarriability and interesting aesthetic characteristics. The Raposeras granite has aesthetic interest but the closely spaced jointing may imply quarriability problems. The aesthetic characteristics of the Cornalvo facies are not fashionable in the ornamental industry and also this facies has specific difficulties to obtain homogeneous blocks.*

**Key words:** dimension stone, granite, quarriability, Sierra Bermeja pluton.

*Geogaceta*, 35 (2004), 103-106  
ISSN:0213683X

## Introducción

En el año 2001 se inicia un Proyecto de Investigación Geológico – Minero de la provincia de Badajoz en el que están implicados investigadores y técnicos de varias universidades (Extremadura, País Vasco, Complutense de Madrid), de organismos oficiales y entes públicos (Junta de Extremadura, Enresa,...) y de importantes empresas del sector de la roca ornamental y de la construcción (Pizarras de Villar del Rey, Canteras Reunidas de Quintana de la Serena,...). El proyecto tiene dos objetivos básicos: 1) elaborar un mapa geológico de síntesis a escala 1:100.000 de la provincia de Badajoz y 2) evaluar las posibilidades de explotación de materias primas minerales de interés industrial en esta provincia, prestando especial atención a los materiales que demandan las empresas del sector de la roca ornamental y de la construcción, fuertemente implantado en el área de estudio.

En la primera fase del Proyecto, los estudios efectuados sobre materiales ígneos se han realizado en aquellos plutones tardihercínicos susceptibles de ser utilizados como roca ornamental, y sobre los que la información geológica y

minera disponible era más escasa. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en los estudios de canterabilidad del plutón de Sierra Bermeja, encaminados esencialmente a evaluar la calidad del yacimiento en cada una de las facies que lo integran.

## Situación geográfica

El plutón de Sierra Bermeja (Gonzalo, 1987) está situado, en su mayor parte, en el norte de la provincia de Badajoz, unos 16 km al norte de Mérida (Fig. 1). Sólo algunos de sus afloramientos más septentrionales están enclavados en la provincia de Cáceres. Está comprendido en las Hojas del M.T.N. a escala 1:50.000 de Mirandilla (nº 752) y Miajadas (nº 753). No hay núcleos de población dentro del plutón y las localidades más próximas son Mirandilla y Aljucén (Fig. 1). Sólo la carretera N-630 (Ruta de la Plata) pasa por su extremo más occidental. Los accesos al resto del macizo se realizan por pistas rurales que parten de la N-630 o de las localidades de Mirandilla y Trujillanos. El plutón toma el nombre de la Sierra Bermeja, una elevación (546 m) de dirección N130E que lo limita por el sureste.

## Antecedentes

Gonzalo (1987) divide las rocas plutónicas del área de Mérida en dos grupos: 1) los granitoides precoces, afectados por las fases de deformación hercínicas F2 y F3 y 2) los granitoides tardíos, cuya intrusión es post-F3. En el magmatismo tardío incluye a los granitos de origen cortical, de tipo S, que forman los plutones de Proserpina, Sierra Bermeja y Valdetorres-Gamita. Este mismo autor señala que el plutón de Sierra Bermeja está constituido por dos facies graníticas peraluminosas tardihercínicas: un granito monzonítico de grano medio, de dos micas, con prismas de cordierita, y un granito biotítico porfídico. En las Hojas a escala 1: 50.000 de Mirandilla y Miajadas (IGME – Junta de Extremadura, 1991, 1992) se considera que el plutón está formado esencialmente por monzogranitos / granodioritas con cordierita y monzogranitos / granodioritas porfídicas.

INYPSA (1993) señala que en este plutón existen 2 facies graníticas biotítico-moscovíticas (una porfídica y otra equigranular) de escaso interés ornamental.

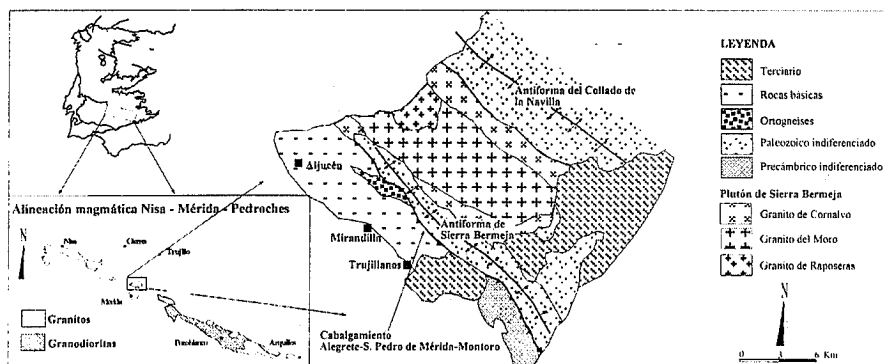


Fig. 1.- Esquema cartográfico del plutón de Sierra Bermeja, basado en Gonzalo (1987) e I.T.G.E. - Junta de Extremadura (1991 - 1992), modificado

Fig. 1.- Cartographic sketch of the Sierra Bermeja pluton. Modified after Gonzalo (1987), ITGE-Junta de Extremadura (1991-1992)

**Situación geológica**

Los plutones tardíos del área de Mérida: Proserpina, Sierra Bermeja y Valdetorres – Gamita, forman parte de la alineación magmática tardihercínica de Nisa – Mérida – Pedroches (Aparicio *et al.*, 1977). Esta alineación se extiende en dirección N130E desde la zona de Nisa, en la región portuguesa del Alto Alentejo, hasta las inmediaciones de Arquillos, en la provincia de Jaén (Fig. 1).

Si se admite como límite entre la Zona Centro Ibérica (ZCI) y la Zona de Ossa Morena (ZOM) el cabalgamiento de Alegrete – San Pedro de Merida – Montoro (Bandrés, 2001), el plutón de Sierra Bermeja está situado en el borde meridional de la Zona Centro Ibérica. Este importante accidente tectónico, con una componente principal de salto en dirección izquierdo, de dirección N130E y vergencia al NE, hace cabalgar a las formaciones precámbricas del Macizo de Merida (ZOM) sobre los materiales paleozoicos de la antifirma de Sierra Bermeja (ZCI), sobre cuyo flanco norte intruyen los granitos del plutón.

**Rasgos cartográficos del plutón**

El plutón de Sierra Bermeja está formado en su totalidad por granitos peraluminicos con cordierita y tiene un morfología a grandes rasgos elipsoidal: el eje largo, de dirección N120E, tiene unos 12 km de longitud mientras que el corto se aproxima a los 6 Km; ocupa una extensión aproximada de 80 km<sup>2</sup>. Los granitos están emplazados entre las antifirmas hercínicas de Sierra Bermeja, al suroeste, y del Collado de la Navilla, al noreste. Ambas estructuras tienen una dirección N120E y están formadas por pizarras y cuarcitas, en la primera de edad Ordovícico y en la segunda Silúrico –

Devónico Medio (Mirandilla, ITGE/Junta de Extremadura). Tanto al este como al oeste, los granitos están cubiertos en discordancia por depósitos detríticos (arcillas, limos, arenas y gravas) de edad Terciario y Cuaternario (Fig. 1).

Las diferentes intrusiones que integran el macizo se emplazan en niveles anqui - epizonales en el Westfaliense superior – Estefaniense inferior, durante un periodo distensivo que se desarrolla con posterioridad a las principales fases de deformación hercínica, F1 (pre-Visense), F2 y F3 (intra-Westfalienses) en la región. Con posterioridad se desarrolla una fase compresiva tardía, post-Estefaniense, que produce la reactivación de fallas anteriores (Gonzalo, 1987) pero afecta poco a los granitos, en los que prácticamente no hay evidencias de deformación. El plutón tiene contactos intrusivos rectilíneos y desarrolla una aureola de metamorfismo de contacto que tiene una anchura máxima de 700 m, en la que se alcanzan condiciones de corneanas horbléndicas.

Durante la realización de los trabajos de campo desarrollados en este Proyecto se han diferenciado tres unidades plutónicas principales, que hemos denominado, a efectos de exposición, con los siguientes nombres locales: granito de Cornalvo (equivalentes a los granitos biotíticos porfídicos de Gonzalo, 1987), granito del Moro (equivalentes a los granitos de dos micas con cordierita de Gonzalo, 1987) y granito de Raposeras, en alusión a las fincas o parajes en las que se encuentran los afloramientos que hemos utilizado para definir cada una de ellas.

El granito del Moro ocupa la mayor parte del macizo. Le sigue en importancia el granito de Cornalvo, que está restringido a los bordes meridional, septentrional y oriental del plutón y dispuesto en tres bandas, de unos 2 km de potencia máxi-

ma, situadas entre los materiales encajantes y el granito del Moro, con el que contacta aparentemente de forma gradual. El granito de Raposeras intruye en el sector del río Aljucén, formando la mayor parte del extremo noroccidental del stock. Además de estas tres unidades principales afloran también pequeñas masas o diques de leucogranitos de dos micas, cordieríticos, localmente porfídicos, intrusivos en la facies interna. El complejo filoniano está formado por escasos y poco potentes diques de aplitas, pegmatitas y cuarzo, de direcciones N40 - 60E, y corridas excepcionalmente kilométricas.

El estudio de la fracturación del plutón de Sierra Bermeja pone de manifiesto la existencia de cuatro sistemas principales de diaclasas: N55E, N145E, N5E y N120E, todos ellos subverticales. Los dos primeros parecen tener una estrecha relación con el proceso de enfriamiento del macizo, mientras que los dos restantes están asociados con el régimen de fracturación regional que afecta también al encajante. Los sistemas de enfriamiento están más desarrollados, con dominio del sistema N55E sobre el N145E.

**Unidades litológicas**

A continuación se describen las características de las unidades plutónicas principales, incluyendo aquellos aspectos relacionados con su canterabilidad (litología, presencia de enclaves, existencia de venas, diaclasados, ...). En las descripciones se han incluido, entre paréntesis y en caracteres itálicos, algunos de los términos usados por los canteros, para facilitar su comprensión a los profesionales del sector de la roca ornamental.

**Granito de Cornalvo**

Es un granito porfídico, con abundantes megacristales idiomorfos de feldespato potásico (< 10 cm), cristales globulares de cuarzo (= 1.5 cm) y prismas de cordierita (= 1.5 cm), incluidos en una matriz granodiorítica, de grano medio-grueso, con biotita, cordierita y moscovita. La roca tiene una alta densidad de megacristales de feldespato potásico (> 15 megacristales/m<sup>2</sup>), y su estructura es masiva con fábrica aparentemente isótropa, aunque puntualmente aparecen algunos megacristales alineados magmáticamente, que definen fábricas planares y/o lineares (hebra, hilos o ley). Localmente, se encuentran afloramientos en los que alternan zonas con importantes acumulaciones de megacristales de

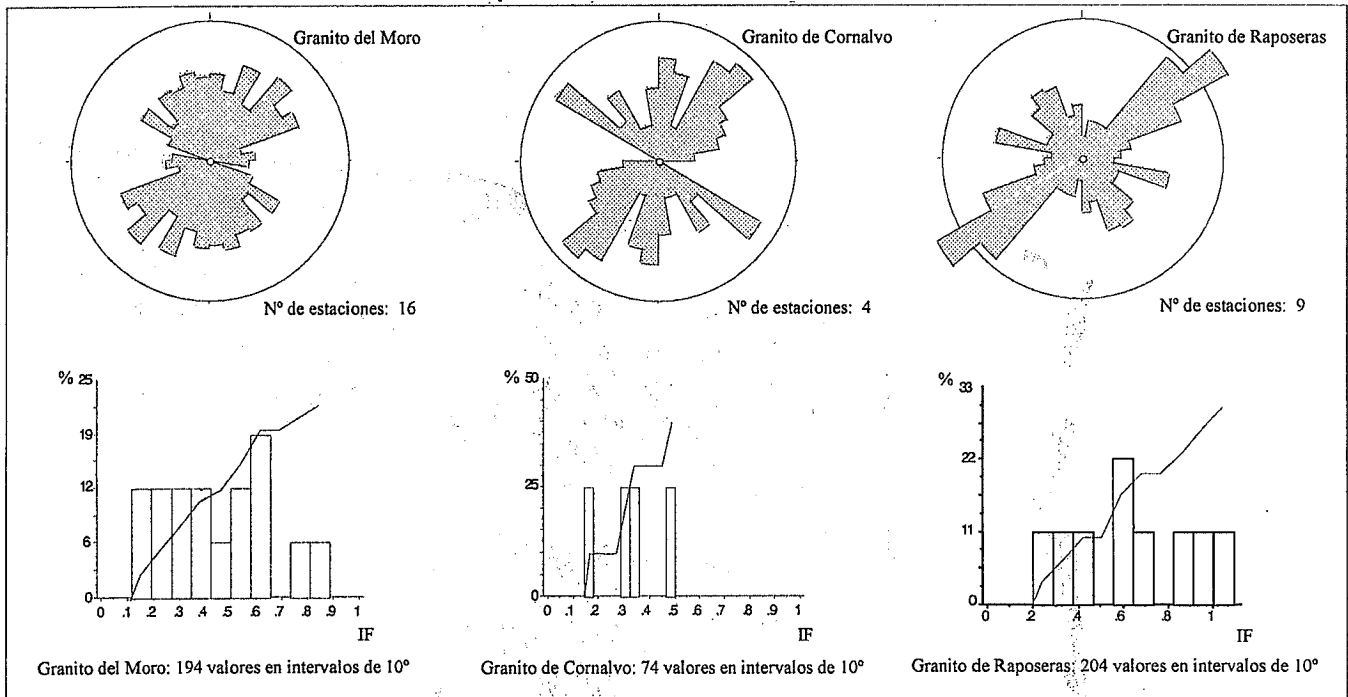


Fig. 2.- Diagrama de rosas del plutón de Sierra Bermeja y diagrama de frecuencias del Índice de Fracturación (IF). La curva acumulativa (0-100%) no se corresponde con la escala del eje vertical

Fig. 2.- Rose diagram for the Sierra Bermeja pluton and frequency diagram of the fracturation index (IF). The accumulative curve (0-100%) does not correspond to the scale in the vertical axis

feldespato (100 megacrystales/m<sup>2</sup>) junto a otras prácticamente desprovistas de ellos. Los minerales opacos, de origen magmático, son muy escasos (<0.1%). Los minerales accesorios son apatito, circón y monacita.

Es una roca blanca, sin variaciones de color, poco alterada (prácticamente sin blandón) y sin deformación, con escasa microfracturación microgranular o transgranular. Es bastante heterogénea, con cambios en la moda, en su estructura y en su textura. Estos cambios de facies están condicionados en gran medida por las frecuentes variaciones en el tamaño, el número, la orientación y la distribución de los megacrystales de feldespato potásico (dientes de caballo). No presentan nódulos, ni de cordierita ni de turmalina (ojos de sapo), ni oxidaciones (no lloira), ni enclaves microgranulares (gabarros), ni schlierens (ráfagas), ni venas-masas pegmatoides. Sólo de forma puntual están atravesados por algún dique de tendencia aplítica (listones blancos), con direcciones variables entre N140/90°, N40/90° y N120/60°NE.

Los sistemas principales de diaclasado (pelos maestros o pelos madre) son N120E/90°, N55E/90° y N5E/90° (Fig. 2), dominando el de enfriamiento. Los diaclasados (pelos) son en general bastante espaciados aunque los Índices de Fracturación (IF = número de fracturas/m<sup>2</sup>) son muy variables: 0.15 a 0.5 (Fig. 2).

La facies aflora en bolos y lisos de grandes dimensiones (varios metros cúbicos). Los afloramientos ocupan mayoritariamente zonas llanas, que no proporcionan frentes naturales. En el sector del arroyo de la Fresneda, en el borde oriental del macizo, se alcanzan desniveles de 200 m, con suaves pendientes, que ofrecen buenos frentes potenciales.

#### Granito del Moro

Es un granito escasamente porfídico, con esporádicos megacrystales idiomorfos de feldespato potásico (= 8 cm; < 1 megacrystal/m<sup>2</sup>), prismas de cordierita (< 1.5 cm) y cristales globulares de cuarzo (< 1.5 cm), incluidos en una matriz granítica de grano medio-grueso, con biotita, cordierita y moscovita. Su estructura es masiva y la fábrica aparentemente isótropa, aunque en algunos lugares se observan, a escala de afloramiento, alineaciones de los megacrystales de feldespato potásico. Los minerales opacos son escasos, aunque algo más abundantes que en el granito de Cornalvo, y proceden de la transformación de biotita. Los minerales accesorios son circón, apatito y monacita. La roca es de color blanco crema a rosa, texturalmente homogénea, si exceptuamos ligeras variaciones en el tamaño y número de los megacrystales. Presenta en ocasiones (19% de los casos estudiados) una

microfracturación microgranular o transgranular horizontal asociada a la descompresión. No presenta enclaves microgranulares ni son frecuentes los xenolitos del encajante. Tampoco se han observado schlierens. Sin embargo, en el 32% de los afloramientos estudiados hay bolsadas pegmatoides (cuarzo ± feldespato ± moscovita ± biotita ± turmalina), nódulos (de tamaño centimétrico) y disseminaciones de turmalina.

La facies aflora mayoritariamente en bolos y lisos de grandes dimensiones (varios metros cúbicos). Sólo en un 6% de las ocasiones ofrece frentes naturales. Las direcciones de los sistemas de diaclasas varían de unos afloramientos a otros, sin que existan direcciones claramente dominantes a nivel de toda la facies; no obstante el sistema N55E/90°, principal en las otras dos facies, también domina en el granito del Moro (Fig. 2). Las diaclasas están en general bastante espaciadas aunque los Índices de Fracturación son muy variables: 0.1 a 0.9 (Fig. 2).

#### Granito de Raposeras

Es un leucogranito de dos micas, con textura granítica o granular, de grano fino-medio, en el que en ocasiones destaca la presencia de cristales globulares de cuarzo y prismas de cordierita, ambos con tamaños inferiores al centímetro, y esporádicos fenocrystales idiomorfos de

feldespato potásico (1 fenocristal/m<sup>2</sup>), de hasta 2 cm de longitud, lo que le confiere una textura porfídica. Su estructura es masiva y la fábrica aparentemente isótropa. Los minerales opacos son muy escasos (<0.1%) y son primarios o proceden de la transformación de biotita. Los minerales accesorios son apatito, circón y monacita.

La roca es de color blanco y a escala de afloramiento texturalmente homogénea. No obstante, la facies muestra algunas variaciones en cuanto al tamaño y número de los fenocristales de feldespato potásico, cuarzo y cordierita. Aunque es poco importante, en algunas ocasiones presenta una microfracturación microgranular o transgranular horizontal asociada a la descompresión. Los enclaves microgranulares son anecdóticos, igual que los xenolitos. Son igualmente escasas las bolsadas pegmatóidicas, los nódulos y las diseminaciones de turmalina. Por el contrario, son relativamente abundantes (34% de los afloramientos estudiados) las fracturas de dirección N50E, escasamente espaciadas, de corrida decamétrica y potencia centimétrica, rellenas de cuarzo ± turmalina. También son frecuentes las venas aplíticas

Los sistemas principales de diaclasado son N55E/90°, N145E/90° y N120E/90°, con mayor desarrollo del primero de ellos (Fig. 2). Las diaclasas están en general poco espaciadas aunque los Índices de Fracturación son muy variables: 0.2 a 1.1 (Fig. 2). Los frentes naturales son muy escasos, aunque en ocasiones superan los 30 m de altura en el corte del río Aljucén.

### Canterabilidad de las unidades plutónicas

La actividad minera en la zona ha sido escasa y no hay prácticamente indicios de la existencia de explotaciones de carácter ornamental. Las únicas labores de cantería encontradas se reducen a pequeñas "explotaciones" que datan posiblemente de la época romana.

En líneas generales cada una de las tres facies estudiadas tiene un potencial de canterabilidad diferente, aunque este potencial varía de unos puntos a otros dentro de cada facies.

El granito porfídico de Cornalvo no es una roca interesante para uso ornamental. Aunque los elementos condicionantes de la explotación ajenos a la roca (gabarros, diques, nódulos, bolsadas pegmatóidicas,..) no son frecuentes, y en

algunos puntos la densidad de diaclasado es adecuada para extraer bloques primarios de dimensiones canterables, la inhomogeneidad textural y estructural de esta facies es lo suficientemente importante como para desaconsejar su utilización. Esta inhomogeneidad no sólo impediría la obtención de bloques comerciales uniformes estéticamente sino que causaría también problemas en las labores de extracción, corte y elaboración. Por otro lado, la calidad ornamental de la roca (color blanco, muy porfídica y de grano grueso) es, basándonos en los precios que tienen actualmente los bloques comerciales de este tipo de granitos en cantera, baja.

El granito del Moro es una roca de calidad ornamental media: color blanco a rosa y de grano fino-medio. La escasez de frentes potenciales dificulta su canterabilidad pero en varios puntos la densidad del diaclasado permite la extracción de bloques primarios de grandes dimensiones. Sin embargo, hay una serie de características, repetidas en distintos afloramientos, que indican que la homogeneidad del yacimiento puede ser localmente baja, repercutiendo en su calidad. La exploración de detalle debe controlar sobre todo, además del espaciado de las diaclasas, la alteración, ya que la cordierita suele aparecer oxidada, y la posible presencia de bolsadas pegmatóidicas y nódulos de turmalina.

El granito de Raposeras, de color blanco y grano fino, es el más interesante desde el punto de vista de la calidad ornamental. La roca es relativamente homogénea (no hay gabarros, ni schlierens, es isótropa, no hay cambios texturales, ni de color, ...) y además es la facies que proporciona los mejores frentes potenciales, ya que en el 30 % de los puntos estudiados tienen hasta 20 metros de altura. Pero, a diferencia de las otras dos facies, su apretado diaclasado y la presencia de venas de cuarzo y turmalina imposibilitan su canterabilidad en la mayor parte de su extensión. Además, son frecuentes las venas aplíticas. Por tanto, las investigaciones de detalle deben centrarse en las zonas menos fracturadas.

### Conclusiones

El plutón de Sierra Bermeja esta formado esencialmente por tres unidades graníticas peraluminosas, con cordierita omnipresente, que han sido denominadas granito de Cornalvo, granito del Moro y granito de Raposeras.

El granito de Cornalvo, porfídico, de color blanco y grano grueso, presenta una calidad ornamental baja, y plantea además enormes problemas de canterabilidad y elaboración debido a la inhomogeneidad del yacimiento. El granito de Raposeras tiene una calidad ornamental más elevada que el anterior, pero su canterabilidad está condicionada por el mayor o menor desarrollo del sistema de fracturas/diaclasas N55E/90°, con frecuencia tan apretado que impide la extracción de bloques de dimensiones comerciales. El granito del Moro tiene quizás menos valor comercial que el de Raposeras, pero la calidad del yacimiento y sus enormes reservas hacen de él la facies potencialmente más canterable. Sin embargo, en varios afloramientos de esta facies se han encontrado elementos que inciden negativamente en la calidad del yacimiento: minerales oxidados (esencialmente cordierita), bolsadas pegmatóidicas y nódulos turmalina.

La extracción de bloques de tamaño adecuado para su comercialización está fundamentalmente condicionada por el desarrollo de las diaclasas regionales, N120/90°E y N5/90°, ya que los sistemas de enfriamiento, N55/90° y N145/90°, están poco desarrollados y sólo dominan en el granito de Raposeras.

La Junta de Extremadura estudia declarar Parque Natural gran parte del plutón de Sierra Bermeja: Parque Natural de Cornalvo. Esta figura de protección medioambiental impedirá posiblemente la apertura de canteras en el área afectada.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto GEOEX

### Referencias

- Aparicio, A., Barrera, J.L., Casquet, C., Peinado, M. y Tíno, J.M. (1977). *Studia Geologica*, Universidad de Salamanca, 12, 9-39.
- Bandrés, A. (2001). Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco, 327 pp.
- Gonzalo, J.C. (1987). Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, 340 pp.
- YNYPSA (1993). La Minería en Extremadura. Junta de Extremadura, 516 pp.
- ITGE-Junta de Extremadura (1992). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 de Mirandilla, nº 752/11-30.
- ITGE-Junta de Extremadura (1991). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 de Míajadas, nº 753/12-30.