

Pasillos de Enclaves Máficos en el Plutón Granítico de Sierra Bermeja (Zona Centro Ibérica)

/ JON ERRANDONEA-MARTIN (1*), FERNANDO SARRIONANDIA (2), MANUEL CARRACEDO SÁNCHEZ (1), JOSÉ IGNACIO GIL IBARGUCHI (1)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco UPV/EHU, 48940, Leioa (España)

(2) Departamento de Geodinámica, Facultad de Farmacia, Universidad del País Vasco UPV/EHU, 01006 Vitoria (España)

INTRODUCCIÓN

El plutón granítico tardi-hercínico de Sierra Bermeja (Área de Mérida, Badajoz) está integrado por varias facies graníticas con cordierita y se puede incluir, por tanto, dentro de los granitos de la denominada serie mixta (Capdevila et al., 1973). A pesar de las diferentes aproximaciones al problema, regionales, texturales, geoquímicas, experimentales, etc. (e.g., Ugidos et al., 2008; García Moreno et al., 2016; Rodríguez et al., 2016), el origen de los granitos de esta serie todavía no se conoce de forma precisa.

La investigación que se desarrolla en el plutón de Sierra Bermeja se ha planteado con el objetivo de conocer los elementos geológicos que pueden estar implicados en la génesis de estos enigmáticos granitos con cordierita, como pueden ser: la naturaleza de los magmas (mantélicos y/o corticales), el tipo de enclaves presentes, la naturaleza de los materiales encajantes, el contexto regional, etc. Los datos obtenidos en este tipo de estudios petrológicos deben contribuir a plantear ensayos experimentales realistas, capaces de replicar las características químicas y mineralógicas de los granitos de la serie mixta y establecer las condiciones (presión, temperatura, contenido en volátiles, etc.) en las que se forman.

En este trabajo se presenta una nueva cartografía geológica del plutón de Sierra Bermeja, haciendo especial mención al modo de yacimiento y a la petrografía de los numerosos enjambres de enclaves máficos aproximadamente rectilíneos (pasillos de enclaves), que aparecen en las diferentes facies graníticas, hasta ahora desconocidos o ignorados en las cartografías previas. Además, se discuten algunas de las implicaciones que puede tener la

existencia de estos pasillos de enclaves en la génesis de los granitos de la serie mixta.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

El plutón granítico de Sierra Bermeja aflora a unos 20 km al NE de Mérida, a caballo del límite entre las provincias de Cáceres y Badajoz, en una superficie de ≈ 60 km². La mayor parte de los afloramientos graníticos están situados inmediatamente al norte de la Sierra Bermeja, dentro del Parque Natural de Cornalvo (Badajoz), y se accede a ellos desde las localidades pacenses de Mirandilla, Trujillanos, El Carrascalejo y Aljucén.

El plutón está situado inmediatamente al norte del cabalgamiento Alegrete-San Pedro de Mérida-Montoro (Eguiluz et al., 2005; Palacios et al., 2013), y se emplaza por tanto en terrenos de la Zona Centro Ibérica meridional (Macizo Ibérico). Los magmas graníticos intruyeron en materiales metasedimentarios paleozoicos (Ordovícico-Carbonífero), de grado bajo, plegados durante la orogenia Hercínica, y en rocas plutónicas más antiguas relacionadas con el ciclo orogénico Cadomiense (≈ 555 Ma; Bandres et al., 2002; Palacios et al., 2013). En la actualidad, todos estos materiales se encuentran parcialmente cubiertos en discordancia por materiales Neógenos y Cuaternarios (Fig. 1).

Los granitos de Sierra Bermeja se encuentran localizados en la parte central de la alineación magmática Alburquerque-Pedroches (Aparicio et al., 1977), formada por una serie de plutones tardi-hercínicos (de oeste a este, batolito de Los Pedroches, Valdeterres-Gamita, Sierra Bermeja, Proserpina, Roca de la Sierra, Villar del Rey y Nisa-Alburquerque) que se extienden en dirección N120E y a lo

largo de 400 km desde las proximidades de la localidad de Arquillos, en la provincia de Jaén, hasta las proximidades de la ciudad de Nisa, ya en el Alentejo portugués.

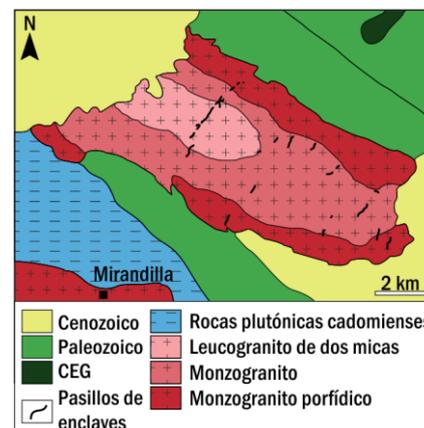


Fig. 1. Esquema cartográfico simplificado del plutón de Sierra Bermeja mostrando la situación de los diques sinplutónicos o pasillos de enclaves máficos principales. CEG (Complejo Esquisto Grauváquico).

ANTECEDENTES

Gonzalo (1987) realizó una caracterización del plutonismo hercínico en el área de Mérida, presentando una cartografía simplificada del plutón de Sierra Bermeja. En ella se diferenciaban dos facies plutónicas, las granodioritas-monzogranitos biotíticos porfídicos que ocupan la parte externa del plutón, y los monzogranitos de dos micas con cordierita situados en la parte central. Del Olmo Sanz et al. (1992) y López Sopena et al. (1990), en las hojas nº 752 (Mirandilla) y nº 753 (Miajadas) de la serie MAGNA, presentaron una cartografía notablemente diferente a la de Gonzalo (1987). Así, en la hoja nº 752 identificaron una única facies, formada por monzogranitos y granodioritas con cordierita. En la hoja nº 753 diferencian dos facies, una principal formada por monzogranitos-granodioritas porfídicas, y otra

palabras clave: Monzogranitos Peraluminicos con Cordierita, Pasillos de Enclaves Máficos, Plutón de Sierra Bermeja.

key words: Peraluminous Cordierite bearing Monzogranites, Mafic Enclave Corridors, Sierra Bermeja pluton.

minoritaria, restringida a un reducido sector de la parte centro-oriental del plutón, formada por monzogranitos y granodioritas porfídicas con cordierita. Sarrionandia et al. (2004), tomando como base la cartografía de Gonzalo (1987), diferenciaron además una tercera facies plutónica, ubicada en la parte occidental del macizo granítico.

NUEVOS DATOS CARTOGRÁFICOS

A partir de los datos de la literatura y de nuestros propios datos, se constata que la distribución de las facies graníticas en el plutón de Sierra Bermeja es claramente zonada, diferenciándose las siguientes facies plutónicas de núcleo a borde: 1) leucogranito de grano fino de dos micas con cordierita, 2) monzogranito de grano medio-grueso con cordierita y ocasionales megacristales de feldespato potásico, y 3) monzogranito de grano medio-grueso biotítico con cordierita y marcadamente porfídico (100-400 megacristales de feldespato potásico/m²).

El contacto entre la facies de borde, 3, y la facies intermedia, 2, es intrusivo (la 2 intruye a la 3), neto e irregular. El contacto entre la facies 2 y la del núcleo, 1, es difuso e irregular, con una banda de mezcla de unos 200-400 m de ancho. En ambos contactos se observan estructuras que denotan relaciones líquido-líquido.

Las facies graníticas y las rocas que forman el encajante próximo están atravesadas por diques de cuarzo y por

diques y venas aplopegmatíticos. Los diques de cuarzo, que rara vez superan los dos metros de potencia y 1 km de longitud, forman lomas alargadas en dirección esencialmente N020-040E, que destacan netamente sobre la dehesa granítica circundante.

Además se han reconocido, y en la medida de lo posible cartografiado, unos 20 pasillos de enclaves máficos de potencia variable entre 1 y 30 m y corrida \leq 1 km. Los pasillos de enclaves no dan ningún relieve significativo y afloran frecuentemente en terrenos prácticamente llanos o en suaves depresiones, estando siempre confinados a los límites del plutón y presentes en todas las facies graníticas. Aunque a escala cartográfica los pasillos de enclaves máficos de mayor tamaño se disponen según una traza groseramente rectilínea, orientada mayoritariamente en dirección N020-040E, a escala de afloramiento su traza es sinuosa, discontinua e irregular, a veces con marcadas bifurcaciones (Fig. 2A).

Los pasillos de enclaves están marcados por la alineación de bolos máficos redondeados (enclaves), dispersos (con espaciados generalmente menores de 1 m) en los suelos arenosos de alteración de las facies graníticas, sobre los que destacan netamente. En ningún caso constituyen cuerpos coherentes continuos (Fig. 2A). Los bolos presentan diámetros variables entre 20 cm y 2 m.

El espaciado entre los bolos máficos

aumenta progresivamente hacia los extremos de los pasillos de enclaves. Finalmente los bolos máficos desaparecen, "diluyéndose" entre los arenales graníticos.

PETROGRAFÍA

Las rocas que forman los pasillos de enclaves máficos tienen una mineralogía relativamente homogénea pero, a causa de las variaciones en su moda y en su textura, son petrográficamente heterogéneas.

Los minerales esenciales son plagioclasa, anfíbol y clinopiroxeno. Los minerales accesorios más frecuentes son biotita (a veces es una fase esencial), opacos y apatito (Fig. 2B, C).

En los pasillos de enclaves máficos más potentes (20-30 m), las rocas situadas hacia los bordes son afaníticas y afíricas, mientras que las situadas en el centro son faneríticas. Las rocas afaníticas de borde son holocristalinas y tienen una textura microcristalina máfica. Su mineralogía es plagioclasa, anfíbol, clinopiroxeno, biotita y opacos. Las rocas faneríticas centrales son holocristalinas y muestran una textura hipidiomórfica equigranular de grano medio (1-3 mm). Su mineralogía es similar a la de las rocas del borde, pero en ellas es probable que haya dos generaciones de piroxeno, de distinta composición, ya que con frecuencia presentan cristales casi totalmente alterados, sin ninguna relación aparente con venas o fisuras, junto con otros cristales completamente frescos.

Los demás pasillos de enclaves máficos, cuya potencia no suele exceder los 3-4 m, están formados por rocas afaníticas, holocristalinas, con textura porfídica y matriz microcristalina máfica, y rocas afíricas. La plagioclasa aparece tanto en fenocristales como en la matriz; los fenocristales están parcial o totalmente alterados a sericita \pm epidota. El anfíbol aparece generalmente como fenocristales y, en menor medida, en la matriz; aunque en general se mantiene fresco, en algunas muestras se encuentra alterado a clorita. El clinopiroxeno se presenta casi siempre en fenocristales y con frecuencia en glomeroporfídicos de minerales opacos. La variación modal de la biotita y de los

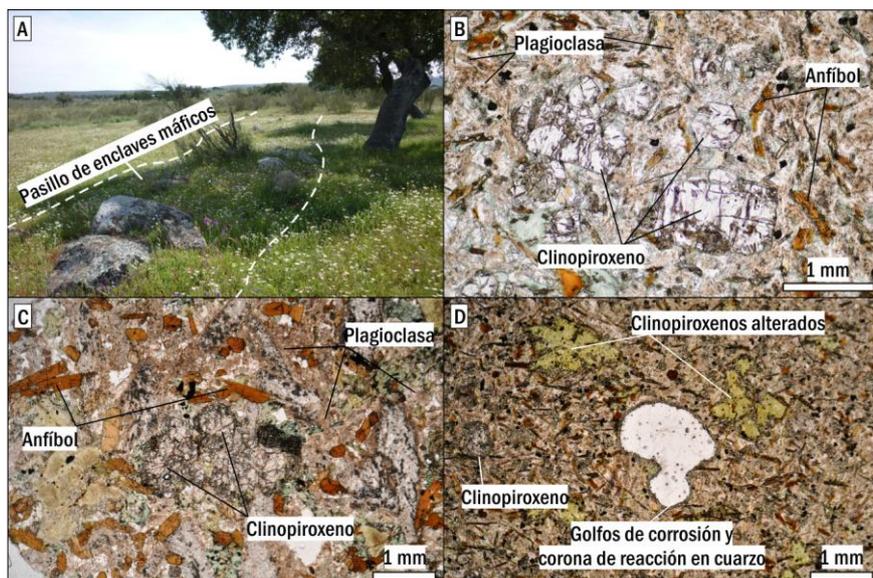


fig 2. A) Fotografía del afloramiento de uno de los pasillos de enclaves. B) Microfotografía de un enclave porfídico con matriz afanítica. C) Microfotografía de un enclave fanerítico. D) Microfotografía de una muestra que presenta texturas de mezcla.

opacos es muy amplia. Las rocas afíricas que forman los pasillos de enclaves máficos ($\leq 3-4$ m) son similares a la matriz de las rocas porfídicas.

Las rocas que forman los pasillos de enclaves máficos muestran con frecuencia texturas que pueden relacionarse con procesos de mezcla de magmas. La más frecuente es el cuarzo ocelar, con cristales redondeados de cuarzo manteado por coronas máficas (anfíbol y clinopiroxeno; Fig. 2D). También se observan texturas anti-rapakivi, con plagioclasas redondeadas manteadas por feldespato alcalino, piroxenos alterados con coronas de reacción de anfíbol, apatitos fuertemente aciculares y algunas biotitas tardías y anormalmente alargadas en una dirección (Hibbard, 1995).

DISCUSIÓN E IMPLICACIONES PETROGENÉTICAS

La nueva cartografía realizada en el plutón de Sierra Bermeja supone un avance significativo en el conocimiento de las características de las facies graníticas que integran los plutones de la serie mixta. Pero sin duda, el aspecto más novedoso de la misma es la identificación en estos granitos de pasillos de enclaves máficos (piroxeno, anfíbol, plagioclasa) relativamente abundantes. Hasta ahora, en los plutones de la serie mixta ibéricos se habían encontrado sólo unos pocos enclaves microgranulares máficos, biotíticos y de composición tonalítica, aislados y dispersos en los granitos huéspedes. Esto sucede, por ejemplo, en el plutón de Campanario-La Haba (e.g., Alonso Olazabal, 2001) o en el plutón de Cabeza de Araya (e.g., García Moreno, 2003). Los pasillos de enclaves de Sierra Bermeja representan posiblemente la intrusión de magmas, en este caso máficos, en un cuerpo granítico previo, todavía sin consolidar y con capacidad de movimiento. Es decir son diques sin-plutónicos fragmentados. Los enclaves máficos tienen composición diorítico-gabroica (andesítica-basáltica) y derivan de la cristalización de magmas generados por la fusión de rocas mantélicas. La naturaleza de los pasillos de enclaves y la existencia de texturas propias de mezcla de magmas indica que los magmas a partir de los cuales se forman los granitos y los enclaves máficos se emplazaron prácticamente de forma coetánea. Esto sugiere que, de

alguna manera, los magmas mantélicos, representados por los enclaves máficos pudieron participar en la génesis de los granitos de la serie mixta. Esta idea no es nueva. Muchos de los granitos de la serie mixta tienen relaciones isotópicas iniciales de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ bajas y contenidos en CaO relativamente altos, en relación con los granitos de origen puramente cortical. Este es el caso, por ejemplo de los granitos del plutón de Campanario-La Haba [$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$]₃₁₀ = 0.706; medias de CaO ≈ 1 % en peso), en cuya génesis se ha invocado la participación de magmas derivados del manto (Alonso Olazabal, 2001).

La presencia de abundantes enclaves máficos (piroxeno, anfíbol, plagioclasa) en el plutón de Sierra Bermeja implica que los modelos experimentales y teóricos para explicar el origen de los granitos de la serie mixta deben tener en cuenta la posible implicación de magmas mantélicos en su génesis.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos Grupo Consolidado GIU12/05 de la Universidad del País Vasco UPV/EHU y CGL2015-63530-P del Ministerio de Ciencia e Innovación de España. Asimismo JEM agradece la beca para la Formación de Personal Investigador en la UPV/EHU 2016.

REFERENCIAS

- Alonso Olazabal, A. (2001): *El Plutón de Campanario-La Haba: caracterización petrológica y fábrica magnética*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco (UPV/EHU), 323 p.
- Aparicio, A., Barrera, J.L., Casquet, C., Peinado, M., Tinao, J.M. (1977): *Caracterización geoquímica del plutonismo postmetamórfico del SO del Mazico Hespérico*. *Studia Geologica*, **12**, 9-39.
- Bandres, A., Eguiluz, L., Gil Iburguchi, J.I., Palacios, T. (2002): *Geodynamic evolution of a Cadomian arc región: the northern Ossa-Morena zone, Iberian massif*. *Tectonophysics*, **352**, 105-120. [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1951\(02\)00191-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1951(02)00191-9)
- Capdevila, R., Corretgé, L.G., Floor, P. (1973): *Les granitoides varisques de la Meseta Ibérique*. *Bull. Soc. Géol. France*, **15**, 209-228. <http://dx.doi.org/10.2113/gssgfbull.S7-XV.3-4.209>
- Del Olmo Sanz, A., Matia Villarino, G., Olivé Davó, A., Huerta Carmona, J. (1992): *Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 de Mirandilla*, nº 752, 11-30. IGME. <http://info.igme.es/cartografia/magna50.a>

- [sp?hoja=752&bis=](http://info.igme.es/cartografia/magna50.a)
- Eguiluz, L., Apalategui, O., Carracedo, M., Sarrionandia, F. (2005). *La zona de cizalla de Campillo: accidente tectónico a escala continental en el suroeste del Macizo Ibérico*. *Geogaceta*, **37**, 23-26. <http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/Geo37/Geo37-6.pdf>
- García Moreno, O., (2003): *Estudio experimental de las relaciones texturales y de fases en granitos peraluminicos de la "serie mixta" del Macizo Ibérico: El caso de Cabeza de Araya (Cáceres)*. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo, 248 p.
- , Castro, A., Corretgé, L.G., Holtz, F., García-Arias, M. (2016): *La cordierita en los monzogranitos de Cabeza de Araya, Cáceres (Macizo Ibérico): modelización experimental y termodinámica*. *Geo-Temas*, **16** (2), 51-54.
- Gonzalo, J.C. (1987): *El plutonismo hercínico en el área de Mérida (Extremadura Central. España)*. En "Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico. Libro Homenaje a L. C. García de Figuerola", F., Bea, A., Carnicero, J.C., Gonzalo, M., López Plaza, M.D., Rodríguez Alonso, eds. Rueda, Madrid, 345-355.
- Hibbard, M.J. (1995): *Petrography to Petrogenesis*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, New Jersey, 587 p.
- López Sopena, F., Matia Villarino, G., del Olmo, A., Ortega Ruiz, I., (1990): *Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 de Miajadas*, nº 753, 12-30. IGME. <http://info.igme.es/cartografia/magna50.a> [sp?hoja=753&bis=](http://info.igme.es/cartografia/magna50.a)
- Palacios, T., Eguiluz, L., Apalategui, O., Jensen, S., Martínez-Torres, L.M., Carracedo, M., Gil-Iburguchi, J.I., Sarrionandia, F., Martí, M., (2013): *Mapa Geológico de Extremadura 1/350.000 y su memoria*. Servicio Editorial de la UPV-EHU, Bilbao, 68 x 98 cm, 222p.
- Sarrionandia, F., Carracedo, M., Eguiluz, L., Apalategui, O., (2004): *Potencial ornamental del plutón de Sierra Bermeja (Badajoz): evaluación de su canterabilidad*. *Geogaceta*, **35**, 103-106. <http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/Geo35/Art26.pdf>
- Ugidos, J.M. Stephens, W.E., Carnicero, A., Ellam, R.M. (2008). *A reactive assimilation model for regional-scale cordierite-bearing granitoids: geochemical evidence from the Late Variscan granites of the Central Iberian Zone, Spain*. *Earth Environ. Sci. Trans. R. Soc. Edinb.*, **99** (3-4), 225-250. <https://doi.org/10.1017/S1755691009008159>
- Rodríguez, C., Castro, A., García Moreno, O. (2016): *Cordierite in the Cabeza de Araya granite: An exo-peritectic phase from wallrock local assimilation?* *Geo-Temas*, **16** (2), 59-62.