

(1986): *C. R. Acad. Sc. París*, II, 303, 1719-1724.  
 Boillot, G. *et al.*; Recq, M. *et al.* (1987): *Tectonophysics*, 132, 335-342.  
 De Graciansky, P. *et al.*; Poag, C. W. *et al.* (1985): *Init. Repts. D. S. D. P.*, 80.  
 Groupe Galice (1979): *Init. Repts. D. S. D. P.*, 47, 2, 633-662.  
 Lallemand, S.; Maze, J. P.; Monti, S., y Sibuet, J. C. (1985): *Comptes rendus*, 300, II, 145-149.  
 Montadert, L.; De Charpal, O.; Roberts, D. G.; Guennoc, P., y Sibuet, J. C. (1979): In: *M. Ewing series 3, Amer. Geophys. Union.*, 154-186.  
 Mougenot, D.; Capdevila, R.; Palain, C.; Dupeuble, P. A., y Mauffret, A. (1985): *Comptes rendus*, 301, II, 323-327.

Recibido el 10 de febrero de 1987  
 Aceptado el 17 de febrero de 1987

**Comentarios**

*Miguel Doblas.*—En relación al interesante trabajo de Boillot *et al.*, existen dos modelos para explicar el proceso de rifting y apertura oceánica, el clásico y el de Wernicke. En relación con ellos preguntamos:

A) En la zona próxima del Golfo de Vizcaya se ha detectado sísmicamente un reflector subhorizontal S similar al que se describe en este trabajo, que ha sido interpretado de acuerdo a los dos modelos existentes. ¿Cuál de las dos teorías les parece más adecuada para explicar la formación del margen de Galicia?

¿Piensan ustedes que este margen pudiera estar eventualmente relacionado con el modo de extensión del Golfo de Vizcaya?

B) Según los datos expuestos en este trabajo parece deducirse que estamos ante un tipo de «margen del bloque superior» (Lister *et al.*, 1986) con fallas lítricas antitéticas a favor de las cuales se depositan los sedimentos sin-rift, y un detachment basal con movimiento distensivo hacia el E, originalmente subhorizontal en la zona, y que habría sido posteriormente abovedado al W de la figura 2, por el proceso mencionado antes.

¿Están los autores de acuerdo con esta interpretación?

¿En cuanto a la franja de materiales ultramáficos intruidos por diques, que se describe en este trabajo, podría explicarse como esta zona de máximo levantamiento por abovedamiento del detachment basal, donde se favorecerían las intrusiones de materiales más profundos (similarmente a lo que describe Spencer, 1985)?

C) ¿A la vista de que no se ha localizado sísmicamente el «detachment» basal representado en la figura 2 por debajo del reflector S, sería posible que este reflector representara de hecho tal detachment basal (o zona de transición dúctil-frágil según el otro modelo), como sugieren diversos autores para el mismo tipo de reflector S en el Golfo de Vizcaya?

D) El modelo de apertura oceánica a favor de grandes detachements basales de escala litosférica está siendo aplicado con éxito a diferentes segmentos de los márgenes pasivos atlánticos.

¿Piensan ustedes que este modelo podría explicar en conjunto el tipo de márgenes pasivos que se encuentran a lo largo del

borde atlántico y cantábrico de la Península Ibérica?

*Respuesta.*—La problemática que abordan las preguntas de M. Doblas no es realmente el objeto de esta nota. Nuestro planteamiento y opinión respecto a esas cuestiones, en lo referente al Margen de Galicia, la hemos expresado ya en trabajos previos (Boillot, Recq *et al.*, 1987; *Tectonophysics*, 132 y Boillot, Recq. *et al.*, 1976: *Bull. Centre Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, 10-1) en los cuales puede encontrar respuesta adecuada a sus preguntas.

*L. Sequeros.*—Me ha resultado interesante el hecho de que han encontrado materiales atribuibles al Tithónico. ¿Qué argumentos paleontológicos han permitido esta determinación?

Tal atribución puede ser de importancia para datar la edad de la apertura del Atlántico norte.

*Respuesta.*—Esas facies de plataforma carbonática, atribuidas al Tithónico, son similares a las perforadas durante el Leg 103 (ODP), en las cuales la datación se realizó mediante determinaciones de Tintínidos (cf. Boillot, E.; Wienterer, E. W. *et al.*, 1985, 1986). Por otra parte dichas facies pertenecen a la secuencia que precede a la fase principal de rift y testimonian exclusivamente que un ámbito marino somero ocupaba, en esa época, al menos parte de lo que posteriormente sería el Margen continental al W de Iberia. La edad de la apertura de este sector del Atlántico, si por apertura se extiende el inicio de la fase de acreción oceánica, es de sobra conocida y está bien documentada por la aparición de la Anomalía J (—110 m.a.).

## El plutón de Santa Eufemia (batolito de los Pedroches, Córdoba, España): un granitoide epizonal de tipo S

**A. García-Casco.** Universidad de Sevilla. Sección de Geología de La Rábida. Palos de la Frontera. 21819 Huelva.  
**E. Pascual** Universidad de Sevilla. Sección de Geología de La Rábida. Palos de la Frontera. 21819 Huelva.

ABSTRACT

*A petrogenetical approach is presented for a monzo-granite pluton (Santa Eufemia) in Los Pedroches Batholith (Central Iberian Zone, Iberian Massif, Spain).*

*From petrological and geochemical data, an S-type character is deduced, and P-T-X generation constraints, including magma source composition, are presented. Other previously suggested hypotheses, such as magma mixing, are to be rejected for the studied rocks.*

García-Casco, A. y Pascual, E. El plutón de Santa Eufemia (batolito de los Pedroches, Córdoba, España): un granitoide epizonal de tipo S. *Geogaceta*, 2, 56-59.

**Key words:** *Los Pedroches Batholith, Hercynian Belt, S-type granitoids, Petrogenesis, Metapelite crustal anatexis.*

## Introducción

El plutón monzogranítico de Santa Eufemia, cuya situación se indica en la figura 1, pertenece a la alineación batolítica de Los Pedroches, conjunto complejo de granitoides que se considera como un rasgo fundamental de los Hercínides ibéricos.

Aunque su conocimiento es fragmentario, las rocas de que consta pueden correlacionarse con otras rocas granitoides de la Zona Centro Ibérica (ZCI) del Macizo Hespérico. Concretamente, el plutón estudiado es equivalente a los englobados bajo la denominación de «Serie mixta» por algunos autores en otros puntos de la ZCI (Ugidos y Bea, 1976; Ugidos y Bea, 1979).

El presente trabajo, basado en un estudio petrográfico detallado, análisis modales y geoquímica de la roca total de elementos mayores, menores y trazas sobre el que se prepara actualmente otra publicación más extensa (García-Casco, 1986), pretende esbozar las condiciones P-T-X en que se generó el magma monzogranítico, incluidas la composición de la corteza en la zona de generación, su contenido en H<sub>2</sub>O y el porcentaje de fusión implicado.

Aunque todas las conclusiones tienen un grado mayor o menor de incertidumbre, derivada tanto de los datos de partida como de la informa-

ción experimental disponible, el resultado representa una aproximación distinta al problema de este y de otros granitoides de la ZCI, concretamente a los que se consideran de «caracteres mixtos» (Capdevila, Corretge y Floor, 1973), también referidos como «Serie mixta».

## Datos petrológicos

El monzogranito de Santa Eufemia, facies dominante en el área estudiada, está compuesto por cuarzo, feldespato potásico, biotita, accesorios como cordierita, apatito, circón, andalucita y sillimanita y minerales tardimagmáticos como turmalina y topacio. La mica blanca, muy abundante, es secundaria. El monzogranito contiene, entre varios otros tipos, enclaves biotíticos interpretados como posibles restitas (García-Casco, 1986; García-Casco y Pascual, en prep.).

Los datos petrológicos de que partimos son los siguientes:

— Temperatura de intrusión mínima de 700°C, de acuerdo con los datos de metamorfismo de contacto (localmente se alcanza facies de corneanas piroxénicas) (García-Casco, 1986).

— Saturación tardía en H<sub>2</sub>O, en todo caso postemplazamiento. Infraturación durante todo el ascenso. Intrusión en un nivel estructural super-

ficial, con presión estimada de 0,5-1 kb y profundidad entre 2 y 4 km (García-Casco, 1986).

— Escaso volumen relativo de enclaves «restíticos».

— Evidencia textural de cristalización magmática de todos los minerales del monzogranito, incluida la cordierita. La textura de las restitas es también de apariencia ígnea (García-Casco, 1986).

— Quimismo homogéneo, tanto en mayores como en trazas. Carácter débilmente peraluminico. Contenidos anómalos en algunos elementos en trazas, tanto en monzogranitos como en restitas (García-Casco, 1986; García-Casco y Pascual, en prep.).

## Discusión y conclusiones

Además de la infraturación de H<sub>2</sub>O en la zona de generación, condición probablemente común para magmas graníticos (Clemens, 1984), con los datos presentados, el contenido en H<sub>2</sub> está limitado entre un 3%, para que la biotita sea anterior al feldespato alcalino en sistemas monzograníticos (Maaloe y Wyllie, 1975), y un 4%, cifra de saturación en H<sub>2</sub>O al nivel de emplazamiento considerado (Wyllie *et al.*, 1976; Burham, 1979) (fig. 2, a y b).

De las posibles zonas de generación de un magma granítico, la falta de hornblenda y el conjunto de los caracteres geológicos descartan una corteza de composición básica (granito I). La alternativa sería una fuente mesocortical pelítica o cuarzofeldespática (granito S). No obstante, el débil carácter peraluminico de las rocas estudiadas es un obstáculo para esa interpretación, aunque los caracteres mineralógicos le son favorables (Chappell y White, 1974; Pitcher, 1982).

Aunque en otras zonas del Macizo Ibérico se ha argüido una mezcla de productos de fusión para explicar estas contradicciones, los enclaves biotíticos, los únicos que podrían indicar ese proceso, están directamente relacionados con el monzogranito, tanto química como mineralógicamente, y no existen otras evidencias a favor, ni texturales ni mineralógicas ni geoquímicas (García-Casco, 1986; García-Casco y Pascual, en prep.).

Proponemos alternativamente que una fuente de magma única puede explicar todos los hechos. Concreta-

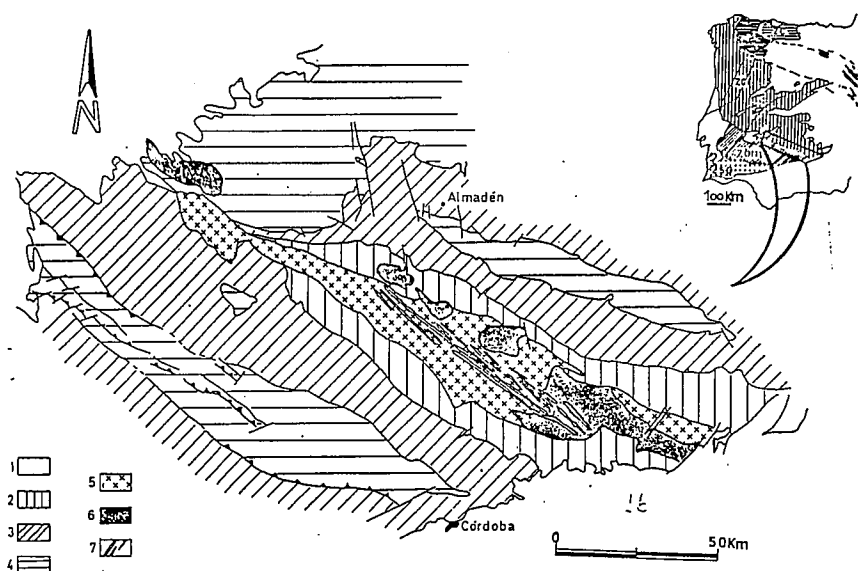


Fig. 1.—Situación geológica del batolito de los Pedroches en el contexto del Macizo Hespérico (a), modificado de Julivert *et al.*, 1974, y del plutón de Santa Eufemia en el contexto del batolito (b), modificado de IGME, 1980: 1: Cobertera Cenozoica. 2: Carbonífero Inferior (Culm. de los Pedroches). 3: Paleozoico Inferior y Medio. 4: Precámbrico. 5: Granodioritas biotíticas ± anfíbol. 6: Monzogranitos biotítico-cordieríticos porfídicos y leucogranitos. 7: Pórfidos.

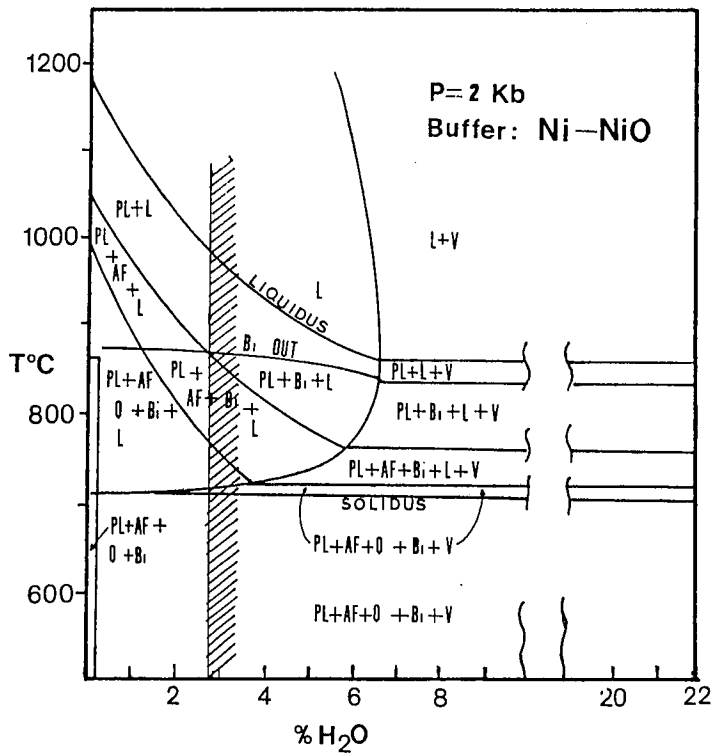
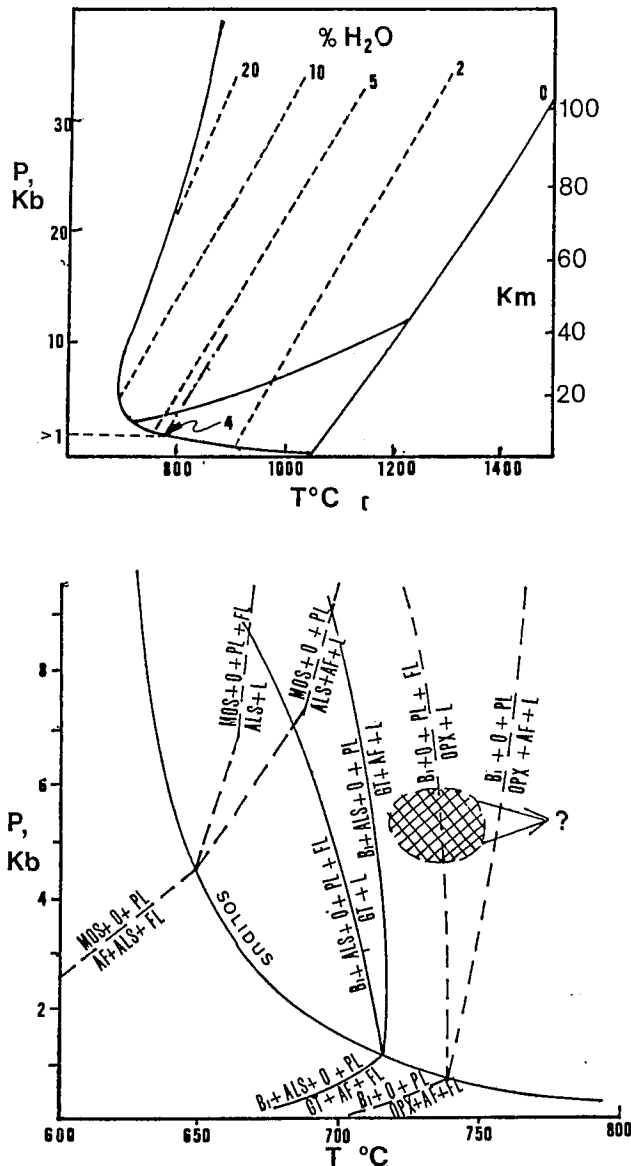


Fig. 2.—Condiciones P-T-x del magma monzogranítico. a) Contenido máximo de H<sub>2</sub>O aproximado del fundido en condiciones de emplazamiento, marcado por el 4% con el que se sutura una riolita a una presión algo superior a 1 kb. Según Wyllie et al., 1977. b) Región de un sistema monzogranítico (rona rayada) que indica contenido mínimo en H<sub>2</sub>O para que la biotita sea precoz respecto del feldespato potásico. Según Maaloe y Wyllie, 1975. c) Condiciones hipotéticas P-T en la zona de generación (área cuadriculada, posiblemente desviada en la dirección de la flecha). Según Clemens, 1984. Clave para b) y c): L=Líquido. PL=Plagioclasa. Af=Feldespato Potásico. Bi=Biotita. Als=Silicato de aluminio. Q=Cuarzo. Gt=Granate. Fl=Fluido. Mos=Moscovita. Opx=Ortopiroxeno.

mente favorecemos una fusión de pelitas en ausencia de moscovita, tal como ha sido propuesto por Clemens (Clemens, 1984). La fusión en tal caso no genera líquidos con altos contenidos en H<sub>2</sub>O, por lo que su ascenso es posible. Aunque es también posible una fusión de rocas cuarzofeldespáticas, su participación debió ser escasa o nula, ya que implicaría residuos granulíticos con piroxeno (Clemens, 1984), que no se observan.

Las condiciones P-T deducidas para la zona de fusión se esquematizan en la figura 2c. Se indica que la temperatura pudo alcanzar los 800°C, lo que explicaría además la destrucción del granate del residuo inicial (Abbott y Clarke, 1979). La alta temperatura de intrusión apunta la misma idea.

El porcentaje de fusión obtenido sería así superior al 16% que el modelo sugiere a 700°C, y ese alto porcentaje de fundido explicaría, de acuerdo con autores como White y Chapell (1977), los altos contenidos en H<sub>2</sub>O y MgO para valores altos de SiO<sub>2</sub> en las rocas estudiadas.

La consideración, finalmente, de la figura 2c sugiere un gradiente de bajas presiones en la zona de generación del magma, que implicaría la destrucción subsolidus de la moscovita antes del inicio de la fusión.

Referencias

1. Abbot, R. N. y Clake, D. B. (1979): *Can. Miner.*, 17, 549-560.
2. Burnham, C. W. (1979): *Magmas*

and Hydrothermal Fluids. In: Barnes, H. L., ed.: *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*. Wiley & Sons, N. Y., 71-136.

3. Capdevila, R.; Corretge, L. G., y Floor, P. (1973): *Bull. Soc. Geol. France*, 15 (3-4), 202-228.
4. Clemens, J. D. (1984): *Lithos*, 17, 273-287.
5. Chapell, B. W. y White, A. J. R. (1974): *Pacific Geol.*, 8, 173-174.
6. García-Casco, A. (1986): *Petrología, geoquímica y mineralizaciones de W asociadas del plutón de Santa Eufemia (Batolito de Los Pedroches, Córdoba)*. Tesis Lic. Univ. Granada. 303 pp.
7. Maaloe, S. y Wyllie, P. J. (1975): *Contr. Miner. Petr.*, 52, 175-191.
8. Pitcher, W. S. (1982): Granite type and Tectonic Environment. In Hsu

- K. J., ed.: *Mountain Building Processes*. Wiley Interscience, N. Y., 19-40.
9. Ugidos, J. M. y Bea, F. (1976): *Studia Geol.*, 14, 45-59.
10. Ugidos, J. M. y Bea, F. (1979): *Studia Geol.*, 14, 35-77.
11. White, A. J. R. y Chapell, B. W. (1977): *Tectonophysics*, 43, 7-22.
12. Wyllie, P. J.; Huang, W. L.; Stern, C. R., y Maaloe, S. (1976): *Can. J. Sci.*, 13, 1007-1019.

Recibido el 10 de febrero de 1987  
Aceptado el 17 de febrero de 1987

## La asociación magmática del batolito de los Pedroches: ensayo de caracterización

**A. García-Casco.** Universidad de Sevilla. Sección de Geología de La Rábida. Palos de la Frontera. 21819 Huelva.

**E. Pascual.** Universidad de Sevilla. Sección de Geología de La Rábida. Palos de la Frontera. 21819 Huelva.

**A. Castro.** Universidad de Sevilla. Sección de Geología de La Rábida. Palos de la Frontera. 21819 Huelva.

### ABSTRACT

A typical granitoid association of the Hercyno-type suite occurs in the los Pedroches batholith, composed mainly of biotite  $\pm$  amphibole granodiorites, biotite-cordierite porphyritic monzogranites and cordierite leucogranites, with minor basic rocks.

Plotting of major-element chemical data of these types of rocks on multicationic diagrams (Debon & Le Fort, 1982; Batchelor & Bowden, 1985) indicates a clear distinction of at least two different series throughout the batholith.

García-Casco, A.; Pascual, E., y Castro, A. La asociación magmática del batolito de los Pedroches: ensayo de caracterización. *Geogaceta*, 2, 59-61.

**Key words:** Los Pedroches batholith, Magmatic association, Hercynian belt, S-type granitoids, I-type granitoids, Enclaves, Multicationic diagrams, Magmatic series.

### Introducción

El batolito de los Pedroches (fig. 1), considerado como límite entre las zonas Centro-Ibérica y Ossa-Morena de la Cadena Hercínica Ibérica (Lotze, 1945; Julivert *et al.*, 1974), constituye una alineación magmática tardiorogénica de primera magnitud. En él afloran gran cantidad de rocas magmáticas, cuyas relaciones están en gran parte mal conocidas. Además, tampoco han sido claramente establecidas las relaciones entre el magmatismo de los Pedroches y el resto del magmatismo hercínico, aunque se ha considerado intermedio entre el magmatismo tardío típicamente centro-ibérico y el de Ossa-Morena (Aparicio *et al.*, 1977).

Los cuerpos graníticos (s. l.) que integran el batolito muestran entre sí contactos netos y gradacionales, dándose variaciones texturales y/o mineralógicas dentro de los mismos. Los tipos mayoritarios presentes son:

— *Granodioritas biotíticas  $\pm$  anfíbol de grano medio (gd).*

— *Monzogranitos biotíticos-cordieríticos porfídicos de grano medio a grueso (mg).*

— *Leucogranitos cordieríticos de tendencia aplítica (lg).*

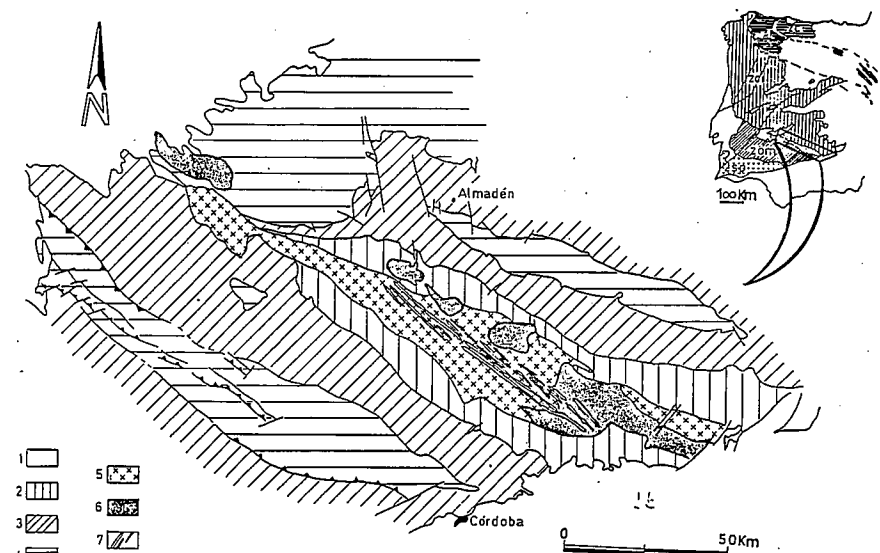


Fig. 1.—Situación geológica del batolito de los Pedroches. a) Esquema geotectónico global del Macizo Hespérico Ibérico (modificado de Julivert *et al.*, 1974). b) El batolito de los Pedroches (modificado de I.G.M.E., 1980). 1: Cobertera Cenozoica. 2: Carbonífero Inferior (Culm) de los Pedroches. 3: Paleozoico Inferior y Medio. 4: Precámbrico. 5: Granodioritas biotíticas  $\pm$  anfíbol. 6: Monzogranitos biotítico-cordieríticos porfídicos y leucogranitos. 7: Pórfidos.