

CARACTERIZACION PETROLOGICA Y GEOQUIMICA DEL SECTOR CENTRAL DEL BATOLITO DE LOS PEDROCHES: DISCRIMINACION DE DOS SERIES DE GRANITOIDES.

T. Donaire (1) y E. Pascual (1)

(1) Departamento de Geología y Minería. Universidad de Sevilla. La Rábida, 21819 Palos de la Frontera. HUELVA.

RESUMEN

Se ha realizado un estudio petrográfico y geoquímico de rocas ígneas y enclaves del batolito de Los Pedroches (Zona Centro-Ibérica meridional, Macizo Ibérico, España) usando datos originales y publicados previamente.

Es claro el marcado contraste que existe entre dos series de granitoides en el batolito, tanto en caracteres petrográficos como químicos y especialmente si se consideran datos de enclaves. Aparte de los xenolitos, cada serie tiene su población de enclaves característica, con rasgos estructurales, petrográficos y químicos distintivos. Además, para cada una de ellas, los enclaves y sus rocas huéspedes están sistemáticamente relacionados, como muestran, entre otros rasgos químicos, las razones elementales $MgO/MgO+FeO^*$, MgO/TiO_2 , MgO/Li , K_2O/Rb , Ba/Rb , Sr/Ba y TiO_2/Zr . Cada serie tiene un patrón geoquímico enclave-roca huésped distintivo.

Concluimos que todo modelo petrogenético para el área de Los Pedroches debe tener en cuenta la existencia de estas dos series contrastadas antes de evaluar procesos como diferenciación o "magma-mixing".

Palabras clave: batolito de Los Pedroches, enclaves, geoquímica, series de granitoides.

ABSTRACT

A petrographic and geochemical study is presented on igneous rocks and enclaves from Los Pedroches Batholith (Southern Central Iberian Zone, Iberian Massif, Spain), making use of both original and previously published data.

A marked contrast between two granitoid series is clear in the batholith, both in petrographic and chemical features, especially when data from enclaves are considered. If (accidental) xenoliths are excluded, each series has its characteristic enclave population, with distinctive structural, petrographic and chemical features. Moreover, for each series, enclaves and hosts are systematically related, as shown by ratios $MgO/MgO+FeO^*$, MgO/TiO_2 , MgO/Li , K_2O/Rb , Ba/Rb , Sr/Ba , and TiO_2/Zr , among other chemical features. Each series has a distinctive enclave-host geochemical pattern.

We conclude that any petrogenetic model for the Los Pedroches area has to take in account the existence of these contrasted granitoid series, prior to evaluating processes such as differentiation or magma mixing.

Key words: Los Pedroches batholith, enclaves, geochemistry, granitoid series.

Donaire, T. y Pascual, E. (1992): Caracterización petrológica y geoquímica del sector central del batolito de Los Pedroches: discriminación de dos series de granitoides. *Rev. Soc. Geol. España*, 5: 000-000.

Donaire, T. and Pascual, E. (1992): Petrological and geochemical characterization of the central zone of the Los Pedroches Batholith: discrimination of two granitoid series. *Rev. Soc. Geol. España*, 5: 000-000.

1. INTRODUCCION

El batolito de Los Pedroches es una importante alineación magmática tardihercínica situada en la Zona Centro-Ibérica (ZCI) (Macizo Ibérico español) y próxima al límite meridional de ésta (Robardet, 1976; Garrote, 1976) (Fig. 1a).

Tanto por su interés geológico regional como por su importancia en cualquier modelo petrogenético y metalogénico del Macizo Ibérico ha sido objeto de estudio de

numerosos autores, especialmente en la última década (Hertrich, 1980; Prost-Dame, 1980; Eraso, 1980; Tijero, 1983; Eguiguren, 1983; Pascual, 1984; García-Casco, 1986; Sánchez-Pérez, 1986; Fernández, 1987; Larrea, 1987; Carracedo *et al.*, 1989; Castro, 1990; Donaire, 1990; etc.). No obstante, continúa siendo un área imperfectamente conocida, en la cual importantes aspectos geológicos son aún hoy tema de discusión.

Entre los aspectos más debatidos destaca el de la relación geoquímica y petrogenética de las rocas que cons-

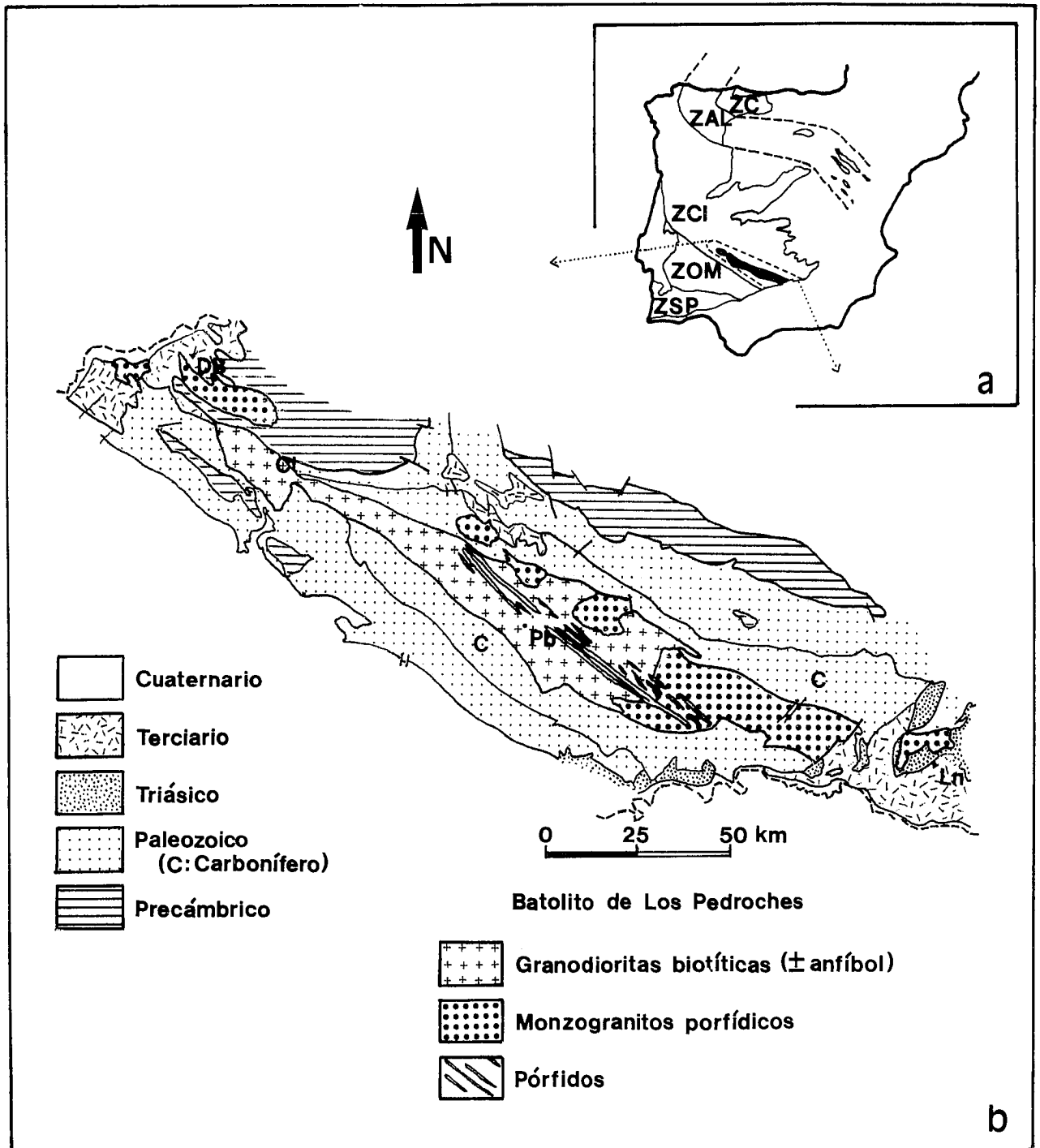


Fig. 1.-a) Localización geológica del batolito de Los Pedroches en el Macizo Hercínico Ibérico según Robardet (1976). ZC: Zona Cantábrica, ZAL: Zona Astur-Occidental Leonesa, ZCI: Zona Centro-Ibérica, ZOM: Zona de Ossa-Morena, ZSP: Zona Sur-Portuguesa. b) El batolito de Los Pedroches en el contexto geológico regional (Quesada *et al.*, 1980, Modificado por Carracedo *et al.*, 1990). Ln: Linares; Pb: Pozoblanco; Ct: Castuera; DB: Don Benito.

Fig. 1.-a) Geological setting of the Los Pedroches batholith in the Hercynian Iberian Massif from Robardet (1976). ZC: Cantabrian Zone, ZAL: Astur-Occidental Leonese Zone, ZCI: Central Iberian Zone, ZOM: Ossa-Morena Zone, ZSP: South-Portuguese Zone. b) Regional geological setting of the Los Pedroches Batholith (Quesada *et al.*, 1980, Modified by Carracedo *et al.*, 1990). Ln: Linares; Pb: Pozoblanco; Ct: Castuera; DB: Don Benito.

tituyen las facies plutónicas mayoritarias del batolito, fundamentalmente dos grandes grupos de granitoides: granodioritas biotíticas \pm anfíbol y monzogranitos biotítico-cordieríticos porfídicos. De hecho, y considerando sólo este problema en la literatura reciente, se han explicado todas las rocas del batolito como pertenecientes a una única se-

rie magmática (Carracedo *et al.*, 1989, 1990; Fernández *et al.*, 1990) o a dos o más series (García-Casco *et al.*, 1987).

De la misma forma, los procesos petrogenéticos invocados por diversos autores varían sustancialmente: para la granodiorita de Los Pedroches, por ejemplo, se ha aludido a mecanismos de cristalización fraccionada (Ca-

rracedo *et al.*, 1989, 1990), hibridación de magmas (Castro, 1990) o fusión fraccional de un protolito cortical (Donaire, 1990). Ha de señalarse, además, la gran homogeneidad a escala regional de las rocas del batolito (tanto granodioritas como monzogranitos) y la similitud general de las descripciones de los diversos autores citados (al menos en los aspectos básicos), lo cual hace aún más llamativa la disparidad de las conclusiones obtenidas.

El presente trabajo pretende realizar una discusión del primero de los problemas antes aludidos y poner de manifiesto, mediante criterios petrológicos y geoquímicos, la existencia de dos series de rocas ígneas en el batolito de Los Pedroches, lo que además sugiere una diferente génesis y evolución petrogenética para cada una. Para ello se han utilizado nuevos datos petrológicos y geoquímicos exclusivamente de la facies granodiorítica, junto con los publicados previamente.

2. LOCALIZACION GEOLOGICA

El batolito de Los Pedroches está constituido por un conjunto de intrusiones múltiples que forman una gran alineación de dirección N120-130E, con una longitud de más de 200 km y una anchura máxima aproximada de 30 km. Se extiende desde el área de La Carolina (Jaén) hasta la comarca de La Serena (Badajoz).

Las rocas ígneas intruyen principalmente en materiales del Carbonífero inferior (Tournaisiense superior a Namuriense basal; Quesada *et al.*, 1987), aunque en el tercio noroccidental afloran en contacto con la serie paleozoica infrayacente y con materiales del Precámbrico terminal (Fig. 1b).

El encajante se dispone en conjunto en una estructura sinclinal, ligeramente vergente al SW, originada durante la primera fase de deformación hercínica (F1) (Namuriense; Quesada *et al.*, 1987), a la que se asocia el metamorfismo regional de grado bajo a muy bajo que muestran estas rocas. La esquistosidad desarrollada durante esta fase de deformación aparece localmente crenulada por una foliación de una fase de deformación posterior (F2) asociada a zonas de cizalla en el zócalo (Castro, 1984) y de edad carbonífera superior.

Los litotipos dominantes en el batolito de Los Pedroches son, fundamentalmente, dos grandes grupos de granitoides:

- Granodioritas biotíticas (\pm anfíbol).
- Monzogranitos biotítico-cordieríticos porfídicos.

Los dos grupos de rocas granitoides son claramente posteriores a la primera fase de deformación hercínica, ya que cortan la estructura regional. En cambio, las relaciones con la segunda fase de deformación (F2) son más discutidas, debido a la desigual distribución espacial y temporal de esta fase. Así, mientras Pascual (1984), considera la granodiorita como pre-F2 y al monzogranito sin-F2, Castro (1990), considera ambos tipos sincinemáticos con respecto a la segunda fase de deformación.

En numerosos puntos se puede observar que los monzogranitos cortan a las granodioritas, o que éstas son cortadas por diques de porfido de composición monzograní-

tica, aunque localmente se han descrito contactos transicionales entre ambos grupos de rocas. Las rocas que afloran en esos contactos transicionales son descritas como **adamellitas porfídicas de grano grueso** en el contacto SW del plutón monzogranítico Cardeña-Virgen de la Cabeza con la granodiorita de Los Pedroches (Carracedo *et al.*, 1990).

Todos los datos expuestos indican que las rocas del batolito intruyen en un corto periodo de tiempo y que, en general, las granodioritas preceden a los monzogranitos. De las dataciones radiométricas, cabe destacar las recientemente efectuadas por Fernández *et al.* (1990) para la facies monzogranítica porfídica del plutón de El Guijo (300 ± 6 M.a., con relación inicial $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,7043 \pm 0,0011$) y por Cueto *et al.* (1991) para la granodiorita de Los Pedroches (307 ± 2 M.a., con relación inicial $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,7048 \pm 0,0002$). Estos datos coinciden con los establecidos a partir de criterios de campo y petrográficos.

Además de las rocas mayoritarias hay otras de naturaleza más básica (gabros, dioritas, granodioritas con ortopiroxeno; Eguiguren, 1983), pero son muy poco abundantes en el conjunto del batolito. Más abundantes son las rocas leucograníticas, interpretadas como diferenciados tardíos de los monzogranitos por la mayoría de los autores (leucogranitos cordieríticos de tendencia aplítica; García-Casco, 1986). Otras rocas ígneas del área (diabasas y lamprófidos) son posteriores a las estudiadas y genéticamente desligadas de ellas.

El metamorfismo de contacto producido por los granitoides alcanza la facies de corneanas piroxénicas (García-Casco, 1986). Esa facies metamórfica también se observa en los xenolitos englobados por la granodiorita, que muestran paragénesis con cordierita + corindón + hercinita \pm sillimanita (Donaire y Pascual, 1991).

3. DESCRIPCION PETROGRAFICA DE LAS FACIES IGNEAS MAYORITARIAS Y SUS ENCLAVES

3.1. Granodiorita biotítica \pm anfíbol y enclaves asociados.

La granodiorita biotítica \pm anfíbol o granodiorita de Los Pedroches es el tipo de roca mayoritario en el sector centro-occidental del batolito (Fig. 1b), donde es considerada por algunos autores como constituyente de un único plutón continuo que se extiende en dirección N120-130E (plutón granodiorítico de Los Pedroches; Carracedo *et al.*, 1990).

Esta granodiorita es una roca de textura hipidiomorfa, inequigranular, con un tamaño de grano fino a grueso. Está compuesta esencialmente por plagioclasa, biotita, cuarzo y feldespato potásico perfitico e intersticial; localmente puede aparecer hornblenda (en agregados), pero en escasa cantidad. Circón, apatito, esfena y opacos (no determinados) constituyen los minerales accesorios más comunes. Como componentes secundarios destacan clorita, epidota, esfena, turmalina, moscovita, calcita y opacos. Los análisis modales realizados se muestran en la Tabla 1, y la representación de estos datos en el diagrama de Streckeisen (1976) en la figura 2.

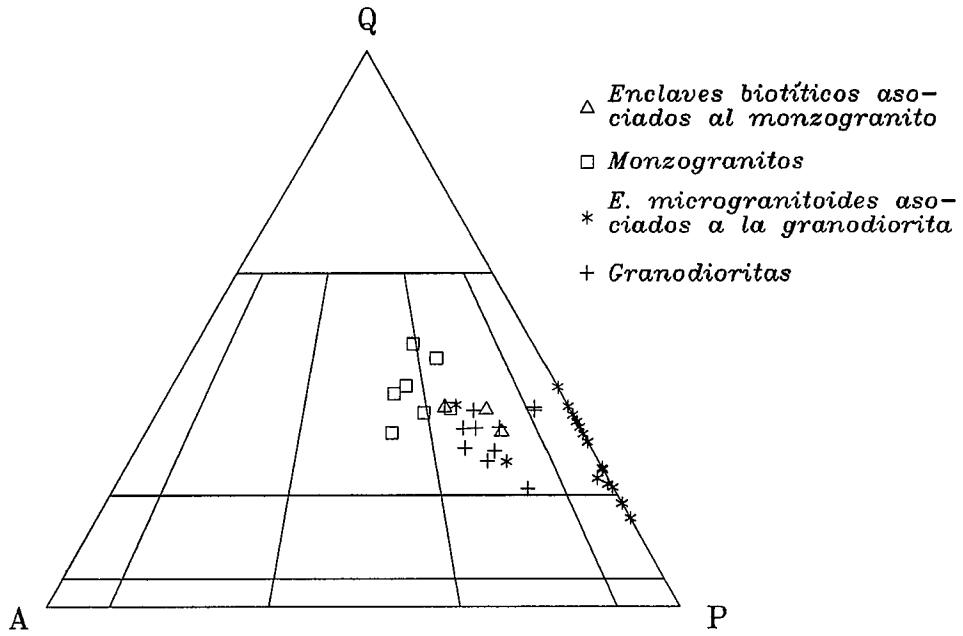


Fig. 2.-Diagrama Q-A-P (Streckeisen, 1976) para los dos grupos mayoritarios de rocas del sector central del batolito de Los Pedroches junto con los enclaves asociados a cada una de ellas. Los datos correspondientes a la facies monzogranítica y a sus enclaves biotíticos han sido tomados de García-Casco *et al.* (1989).

Fig. 2.-Q-A-P diagram (Streckeisen, 1976) for major rock groups from central area of Los Pedroches Batholith and enclaves related to each one of them. Data from monzogranites and associated biotitic enclaves taken from García-Casco *et al.*, 1989.

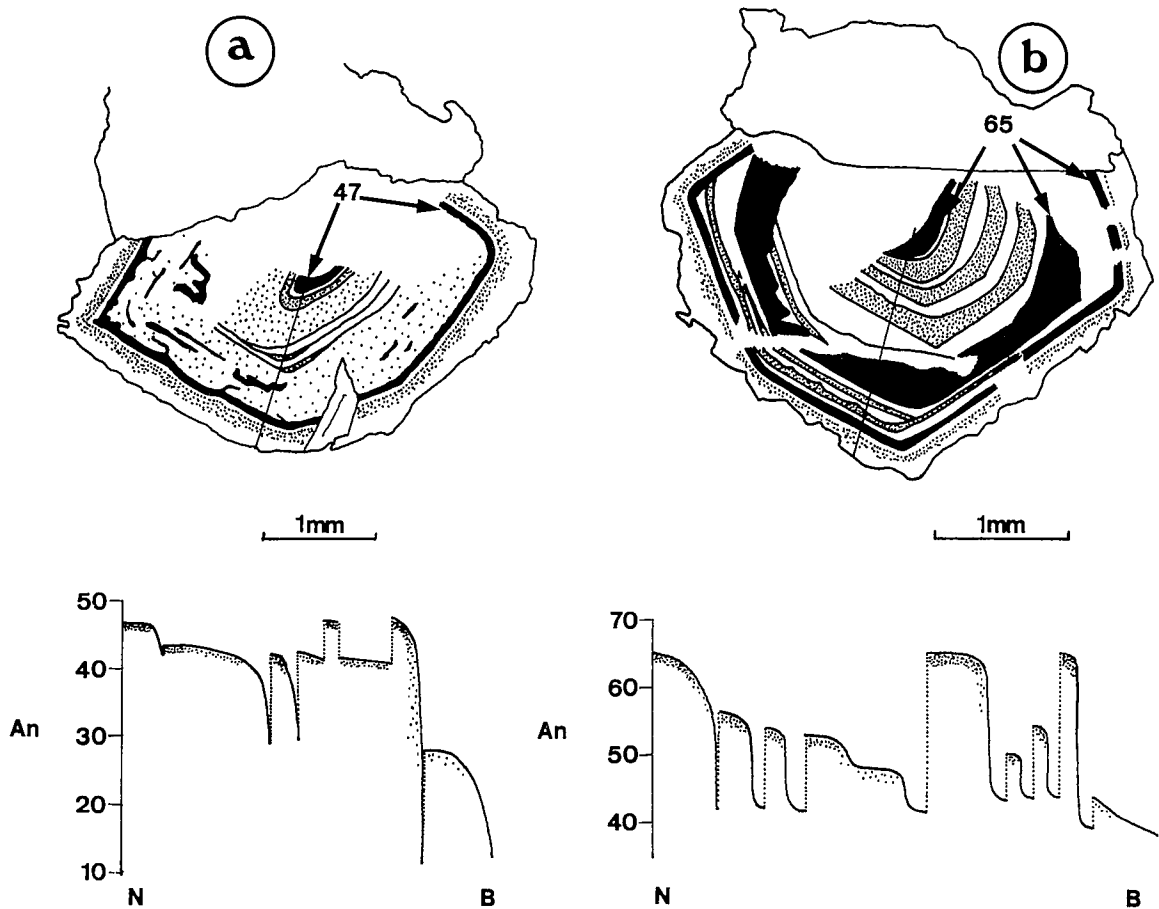


Fig. 3.-a) Modelo de zonación y contenidos en anortita en los megacristales de plagioclase de la granodiorita. b) Modelo de zonación y contenidos en anortita en los megacristales de plagioclase de los enclaves microgranitoides. Los contenidos en An de las plagioclases han sido determinados ópticamente y confirmados por microsonda electrónica.

Fig. 3.-a) Model of zoning and anorthite content in plagioclase megacrysts from granodiorite. b) Model of zoning and anorthite content in plagioclase megacrysts from microgranitoid enclaves. An-contents in plagioclases have been determined optically and confirmed by electron-microprobe analysis.

TABLA 1

Muestra:	TD-50	TD-13	CL-38	TD-21	CL-37	VA-4	CL-40	TD-56
Plagioclasa	52,5	48,0	47,6	46,3	44,6	43,8	42,4	43,9
Biotita	10,8	14,9	15,2	15,8	13,4	14,5	13,3	11,2
Cuarzo	31,4	23,8	22,2	27,1	24,6	27,4	30,2	28,4
F. Potásico	5,0	13,2	14,9	10,6	17,3	14,1	13,0	16,4
Hornblenda	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Enclaves microgranitoides

Muestra:	CL-26	CL-21	VA-9	VA-6	TD-45	TD-54	TD-62	VA-8
Plagioclasa	50,3	44,7	48,7	47,7	43,8	37,4	41,3	57,3
Biotita	15,1	33,1	18,7	21,4	40,5	37,2	50,3	16,5
Cuarzo	22,1	21,3	20,5	26,8	14,3	24,4	7,8	25,8
F. Potásico	12,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hornblenda	n.d.	n.d.	12,0	3,9	1,1	0,7	n.d.	0,4

n.d.: no determinado en el análisis modal.

Tabla 1.—Análisis modales de la granodiorita de Los Pedroches y de sus enclaves microgranitoides.
Table 1—Modal analyses from the Los Pedroches granodiorite and associated microgranitoid enclaves.

Uno de los principales rasgos texturales de esta granodiorita es la presencia de dos tipos de plagioclasa: una consistente en cristales de mayor tamaño, con modelos de zonación complejos (An₅₀-An₁₉) (Figs. 3a y 4a), ocasionalmente con núcleos de hasta An₅₅; otra, en cristales de menor tamaño, con zonaciones oscilatorias o zonado directo (An₄₈-An₁₈). Ambos tipos muestran parches de An₂₀₋₂₅ que cortan todos los patrones de zonación descritos. Las plagioclasas del segundo tipo son composicionalmente equivalentes a las zonas exteriores de los cristales de mayor tamaño con zonado más complejo.

Los enclaves son prácticamente omnipresentes en la granodiorita a escala del afloramiento. De ellos, los más abundantes son los de naturaleza ígnea (enclaves microgranitoides). También hay xenolitos, más abundantes hacia las zonas de borde.

Los enclaves microgranitoides (*sensu* Vernon, 1983), de morfología redondeada, poseen una composición esencialmente tonalítica, con algunas variedades cuarzodioríticas y granodioríticas (Fig. 2). Muestran en la mayoría de los casos una textura hipidiomorfa inequigranular porfí-

dica y están compuestos por cristales de tamaño de grano medio a grueso de plagioclasa y, en menor proporción, de biotita y cuarzo incluidos en una matriz de grano fino de plagioclasa (An₅₅-An₂₀), biotita y cuarzo intersticial (Tabla 1).

Además de estas fases que aparecen en la matriz de todos los enclaves, las variedades granodioríticas poseen FdK intersticial y las tonalíticas y cuarzodioríticas muestran en muchos casos altos contenidos en hornblenda. Aún con algunos caracteres peculiares (Donaire, 1990), corresponden bien con la descripción general de enclaves microgranitoides referida en la literatura (Didier, 1973, 1987; Vernon, 1983, 1984; Eberz y Nicholls, 1988, 1990), y con un origen ígneo de esos enclaves.

Los megacristales de plagioclasa poseen zonaciones oscilatorias complejas parecidas a las que se observan en la granodiorita. Muestran una importante superficie de reabsorción hacia el borde (Figs. 3b y 4b), a partir de la cual se produce un aumento del contenido en anortita hasta valores muy altos (An₆₅ en algunos casos). Los núcleos de los cristales alcanzan iguales contenidos en anortita en mu-

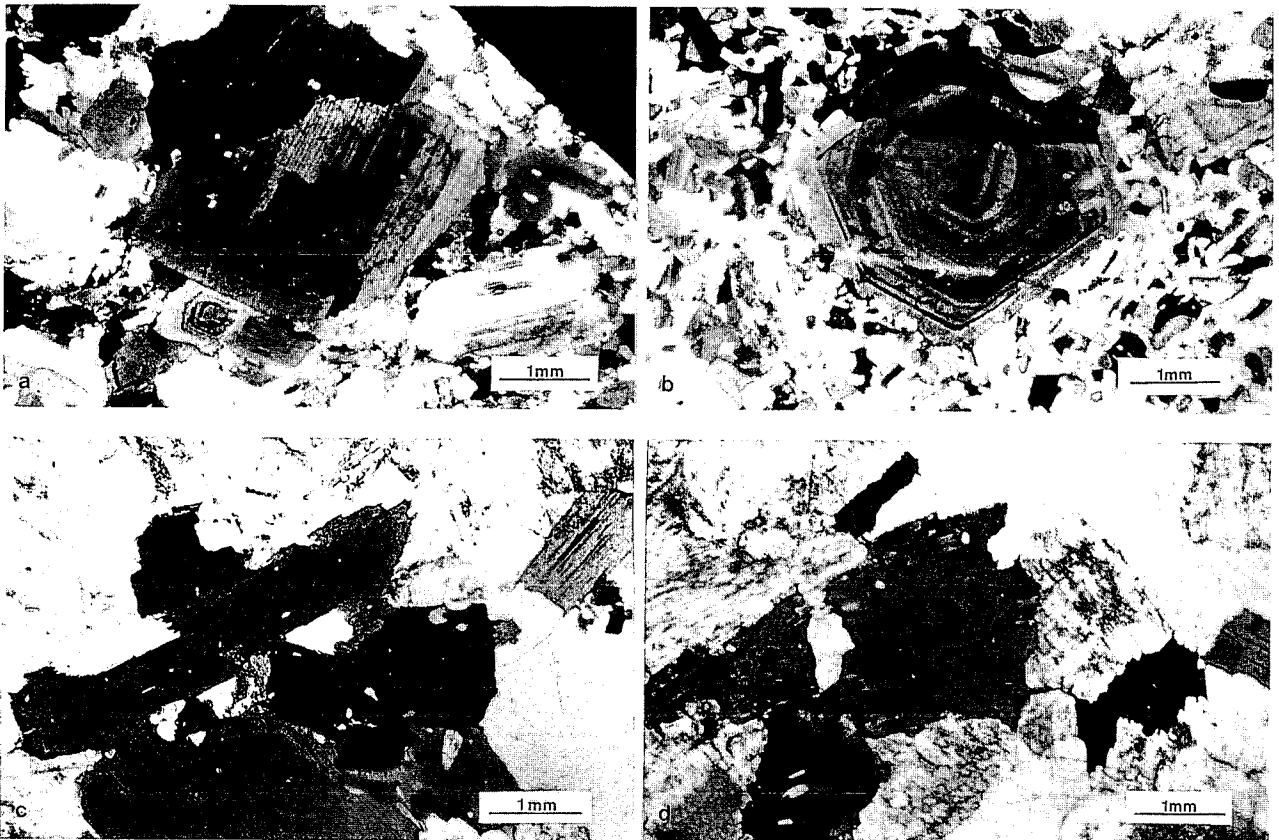


Fig. 4.—a) Cristal de plagioclasa de la granodiorita de los Pedroches con modelos de zonación complejos (nícoles cruzados). b) Cristal de plagioclasa de un enclave microgranitoide de la granodiorita (nícoles cruzados). c) Cristales de biotita en la granodiorita (luz polarizada plana). d) Cristales de biotita del monzogranito (luz polarizada plana).

Fig. 4.—a) Plagioclase crystal from the Los Pedroches granodiorite, showing complex zoning patterns (crossed polars). b) Plagioclase crystal from a microgranitoid enclave in the granodiorite (crossed polars). c) Biotite crystals in the granodiorite (ppl). d) Biotite crystals in the monzogranite (ppl).

chas ocasiones (Fig. 4b). A dicha banda anortítica le sigue una zonación oscilatoria normal o directa (An_{55-20}), donde es frecuente hallar abundante apatito acicular y pequeños cristales de biotita y anfíbol. Los cristales de apatito acicular son también abundantes en la matriz.

Un rasgo muy común en estos enclaves es la presencia de agregados policristalinos de morfología redondeada a subangulosa constituidos por biotita y/o anfíbol con una textura decusada, que sugiere recristalización subsolidus posterior a una cristalización magmática. Tanto anfíbol como biotita, en agregados y en la matriz, de los enclaves microgranitoides aparecen con las mismas propiedades ópticas que los observados en la granodiorita huésped, y sugieren igual composición.

Los minerales accesorios más comunes, además del apatito, son, como en la granodiorita huésped, circón, esfena y opacos (no determinados), mientras que clorita, calcita epidota y mica blanca son productos frecuentes de alteración.

3.2. Monzogranitos biotíticos porfídicos y enclaves asociados.

Los monzogranitos aparecen en diversos plutones con orientación cartográfica ligeramente oblicua a la que muestran los afloramientos de las facies granodioríticas. En las zonas donde ambos grupos de rocas están en con-

tacto, cortan a la granodiorita con contactos netos, a excepción de ciertas áreas en las que se han descrito contactos transicionales (Carracedo *et al.*, 1990). Localmente, la existencia de xenolitos granodioríticos en los monzogranitos (García-Casco, 1986) apoya también la idea de que éstos intruyen en la granodiorita.

Los contactos transicionales monzogranito-granodiorita vienen marcados por la aparición de una adamellita porfídica de grano grueso (contacto suroeste del plutón monzogranítico Cardeña-Virgen de la Cabeza con la granodiorita de Los Pedroches; Carracedo *et al.*, 1990).

Los monzogranitos biotítico-cordieríticos porfídicos de grano medio a grueso (García-Casco *et al.*, 1987) o granitos biotíticos porfídicos de grano grueso (Carracedo *et al.*, 1990) tienen una textura hipidiomorfa inequigranular porfídica y están constituidos por cuarzo, feldespato potásico perfitico, plagioclasa (oligoclasa cálcica a sódica, con zonación oscilatoria y directa) y biotita. Los principales minerales accesorios son apatito, circón, opacos (no determinados) y cordierita. Como minerales secundarios destacan moscovita, clorita, opacos, pinnita y sericita. Entre los rasgos petrográficos más notables, aparte de la existencia de minerales peraluminicos, destaca la presencia de megacristales de hasta 8 cm de feldespato potásico.

Los cristales de biotita de esta facies monzogranítica difieren en diversos rasgos petrográficos de los hallados en la granodiorita de Los Pedroches. Entre estos ca-

TABLA 2

Análisis químicos de la granodiorita de Los Pedroches y de sus enclaves microgranitoides

Enclaves microgranitoides

Muestra	VA-3	VA-6	TD-27	TD-46	TD-49	TD-74	TD-85b	TD-112	VA-4a	TD-45	TD-54	TD-80	TD-85a
SiO ₂	60,70	63,70	58,90	58,20	59,40	60,30	58,30	57,70	61,00	59,00	59,80	62,30	63,40
TiO ₂	0,81	0,79	1,01	0,99	1,10	1,06	1,17	1,12	1,00	1,18	1,06	0,79	0,83
Al ₂ O ₃	15,90	16,60	15,10	15,50	16,00	16,50	17,20	16,10	17,10	16,70	15,60	15,90	16,60
Fe ₂ O ₃	0,79	0,78	1,26	1,31	0,88	0,86	0,85	0,75	1,04	1,06	0,92	0,61	0,83
FeO	4,20	3,50	4,80	5,40	4,50	4,60	5,00	5,40	4,60	4,90	5,40	4,00	3,60
MgO	5,01	2,75	6,41	5,01	4,29	3,85	3,97	4,48	3,51	4,13	4,72	3,89	2,97
MnO	0,12	0,09	0,16	0,16	0,13	0,11	0,12	0,13	0,10	0,10	0,12	0,10	0,09
CaO	4,99	4,74	4,22	4,64	5,33	4,96	4,89	5,13	4,06	3,75	3,24	4,14	4,69
Na ₂ O	3,72	4,05	2,91	3,47	3,83	3,74	4,05	3,55	3,87	3,77	3,19	3,68	4,04
K ₂ O	2,41	2,01	2,99	2,80	2,43	2,43	2,59	2,63	2,79	3,33	3,48	2,67	2,13
P ₂ O ₅	0,18	0,19	0,43	0,29	0,61	0,24	0,25	0,31	0,22	0,46	0,35	0,20	0,21
H ₂ O+	0,70	0,60	1,30	1,10	0,90	0,80	0,70	0,90	0,70	0,80	0,90	0,70	0,70
Total	99,53	99,80	99,49	98,87	99,40	99,45	99,09	98,20	99,99	99,18	98,78	98,98	100,09
Ba	228	309	481	362	525	516	435	492	352	332	287	402	354
Sr	307	420	346	325	403	428	376	399	269	391	280	344	422
Rb	176	144	223	196	166	153	154	184	200	257	282	180	136
Li	227	192	333	288	236	213	230	230	269	334	365	211	191
Cs	8	7	14	20	7	13	10	9	11	21	19	8	7
Zr	151	152	267	198	248	191	190	200	167	271	228	158	158
Nb	11	13	14	19	22	17	16	17	16	19	20	16	16

Enclaves microgranitoides

Muestra	TD-13a	TD-19	TD-21a	CL-21	TD-35	TD-37	TD-43	TD-56	TD-60	TD-76	R-9	CL-11	CL-26
SiO ₂	60,90	62,20	61,00	60,70	60,20	59,80	60,80	59,60	62,90	59,60	60,30	66,70	66,10
TiO ₂	1,13	0,83	0,87	1,03	1,20	0,99	0,93	0,98	0,88	1,00	1,09	0,62	0,74
Al ₂ O ₃	16,90	15,80	17,10	15,80	17,90	17,20	14,70	15,90	15,80	16,90	15,00	16,50	16,90
Fe ₂ O ₃	0,90	0,93	0,78	0,91	0,89	1,07	1,60	0,88	0,90	0,97	0,78	0,55	0,47
FeO	4,40	5,20	4,60	4,60	4,40	4,50	5,00	5,30	4,10	5,00	5,00	2,40	2,80
MgO	3,57	4,13	3,63	4,22	3,04	3,62	5,02	4,18	3,64	4,18	4,74	1,79	1,68
MnO	0,09	0,10	0,09	0,12	0,10	0,11	0,12	0,12	0,10	0,12	0,13	0,06	0,07
CaO	3,82	2,15	3,19	3,59	4,12	3,55	3,17	3,36	3,52	4,17	3,77	3,12	3,80
Na ₂ O	3,77	2,86	3,46	3,38	4,24	4,09	2,81	3,46	3,65	3,68	3,14	3,92	3,77
K ₂ O	2,90	4,33	3,47	3,15	2,69	2,98	3,48	3,34	2,84	2,99	3,22	3,23	3,02
P ₂ O ₅	0,31	0,21	0,31	0,63	0,33	0,23	0,45	0,43	0,37	0,23	0,58	0,20	0,22
H ₂ O+	0,80	1,00	0,90	0,90	0,70	0,80	1,10	0,90	0,70	0,90	0,50	0,70	0,60
Total	99,49	99,74	99,40	99,03	99,81	98,94	99,18	98,45	99,40	99,74	98,25	99,79	100,17
Ba	461	785	835	924	293	338	281	350	549	524	425	723	727
Sr	446	251	396	814	408	320	274	346	468	358	293	521	555
Rb	246	238	204	268	202	249	306	274	248	214	264	144	153
Li	264	256	229	312	282	337	406	366	234	251	354	189	198
Cs	14	15	12	19	11	16	15	27	15	14	12	11	11
Zr	206	130	238	390	214	178	244	230	208	172	322	153	162
Nb	18	23	19	20	16	19	16	22	17	16	21	15	12

Granodioritas

Muestras:	CL-36	CL-38	CL-40	VA-4b	TD-13b	TD-21b	TD-25	TD-44	TD-59b	TD-63	TD-113	R-10
SiO ₂	68,70	68,00	67,50	66,00	66,60	67,10	68,80	67,10	68,00	66,90	66,40	67,40
TiO ₂	0,51	0,49	0,54	0,56	0,55	0,57	0,46	0,53	0,53	0,56	0,61	0,53
Al ₂ O ₃	15,90	15,40	15,80	16,10	15,70	16,30	15,60	15,70	15,70	15,80	16,20	15,70
Fe ₂ O ₃	0,34	0,38	0,52	0,55	0,55	0,50	0,37	0,46	0,54	0,48	0,60	0,40
FeO	2,00	2,10	2,30	2,60	2,30	2,70	2,00	2,30	2,20	2,30	2,70	2,30
MgO	1,52	1,86	1,89	2,05	1,93	2,21	1,64	1,97	1,93	1,99	2,16	1,89
MnO	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,03	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
CaO	2,48	2,17	2,65	3,39	2,87	3,03	2,46	2,58	3,05	3,01	3,28	2,93
Na ₂ O	3,82	3,55	3,82	3,59	3,79	3,71	3,84	3,55	3,89	3,88	3,51	3,82
K ₂ O	4,15	4,27	3,84	3,52	3,70	3,27	3,71	4,22	3,35	3,62	3,87	3,62
P ₂ O ₅	0,19	0,18	0,19	0,17	0,21	0,17	0,19	0,19	0,20	0,21	0,18	0,19
H ₂ O+	0,06	0,70	0,70	0,60	0,70	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60	0,50	0,90
Total	100,27	99,16	99,81	99,19	98,96	100,32	99,70	99,26	100,05	99,41	100,07	99,84
Ba	736	574	650	625	580	574	539	692	565	607	705	512
Sr	458	368	444	401	471	420	392	434	467	520	397	453
Rb	203	200	184	152	170	154	147	185	165	190	155	185
Li	175	177	173	165	174	161	202	208	191	174	153	196
Cs	13	20	12	8	12	8	10	15	13	10	11	17
Zr	143	135	148	144	159	162	121	134	127	145	129	143
Nb	14	14	14	16	16	18	14	15	13	15	18	15
A/CNK ¹	1,04	1,07	1,04	1,01	1,02	1,08	1,05	1,04	1,01	1,00	1,02	1,01
C ²	1,07	1,43	1,00	0,63	0,75	1,56	1,25	1,06	0,61	0,53	0,70	0,63

¹ Al₂O₃/CaO+Na₂O+K₂O

² Corindón normativo CIPW.

Las técnicas utilizadas en las realización de los análisis químicos son: Plasma acoplado inductivamente (Sr, Li y Mn en ppm), activación neutrónica (Cs), fluorescencia de Rayos-X en pastilla (Zr, Nb), fluorescencia de Rayos-X en perla de vidrio (restantes elementos).

Tabla 2.—Análisis químicos de granodioritas y enclaves microgranitoides asociados del sector central del Batolito de Los Pedroches.
Table 2.—Chemical analysis of granodiorites and associated microgranitoid enclaves from central zone of the Los Pedroches Batholith

racteres destacamos el color rojizo más intenso y el mayor número de inclusiones de circón que muestra la biotita del monzogranito (Figs. 4c y 4d).

Los enclaves en el monzogranito son mucho menos abundantes que en la granodiorita. Entre ellos, García-Casco *et al.* (1989) distinguen dos tipos mayoritarios: enclaves ácidos y enclaves/zonas biotíticas irregulares. Como se puede apreciar en el trabajo citado, los primeros son probablemente autolitos, mientras que los segundos son interpretados como restitas reequilibradas. De esta forma, para García-Casco *et al.* (1989) ambos tipos están ligados genéticamente a los monzogranitos aunque difieren marcadamente entre sí en textura (la gran mayoría de los "enclaves ácidos" son porfídicos) y en las proporciones minerales relativas (Fig. 2, diagrama de Streckeisen). Estos autores señalan que aunque los enclaves/zonas biotíticas irregulares corresponden a granodioritas en un análisis modal, no tienen ninguna semejanza textural ni mineralógica con la granodiorita de Los Pedroches, ni menos aún con los enclaves microgranitoides que ésta contiene, que no existen en el monzogranito, de acuerdo con la descripción de los autores citados.

4. GEOQUIMICA

4.1. Caracterización geoquímica de las facies mayoritarias

En la Tabla 2 se muestran nuevos datos químicos de la granodiorita de Los Pedroches y enclaves microgranitoides asociados a ésta. Los análisis han sido realizados en los laboratorios XRAL (Canadá), donde se han utilizado diversas técnicas. Para nuestra argumentación se han utilizado además los datos de García-Casco (1986) y los de Prost-Dame (1980) correspondientes a dicha granodiorita, al monzogranito porfídico y a los enclaves biotíticos de éste. Se remite al lector a esos trabajos para la consulta de los respectivos datos originales.

La granodiorita de Los Pedroches es una roca geoquímicamente homogénea, con pequeños intervalos de variación elemental. Posee un carácter peraluminico que se pone de manifiesto en la razón molar A/CNK, comprendida en el rango 1-1.1, y en la presencia de corindón normativo (Tabla 2). Destaca también el importante contenido en K₂O, con un valor medio de 3,84%, ligeramen-

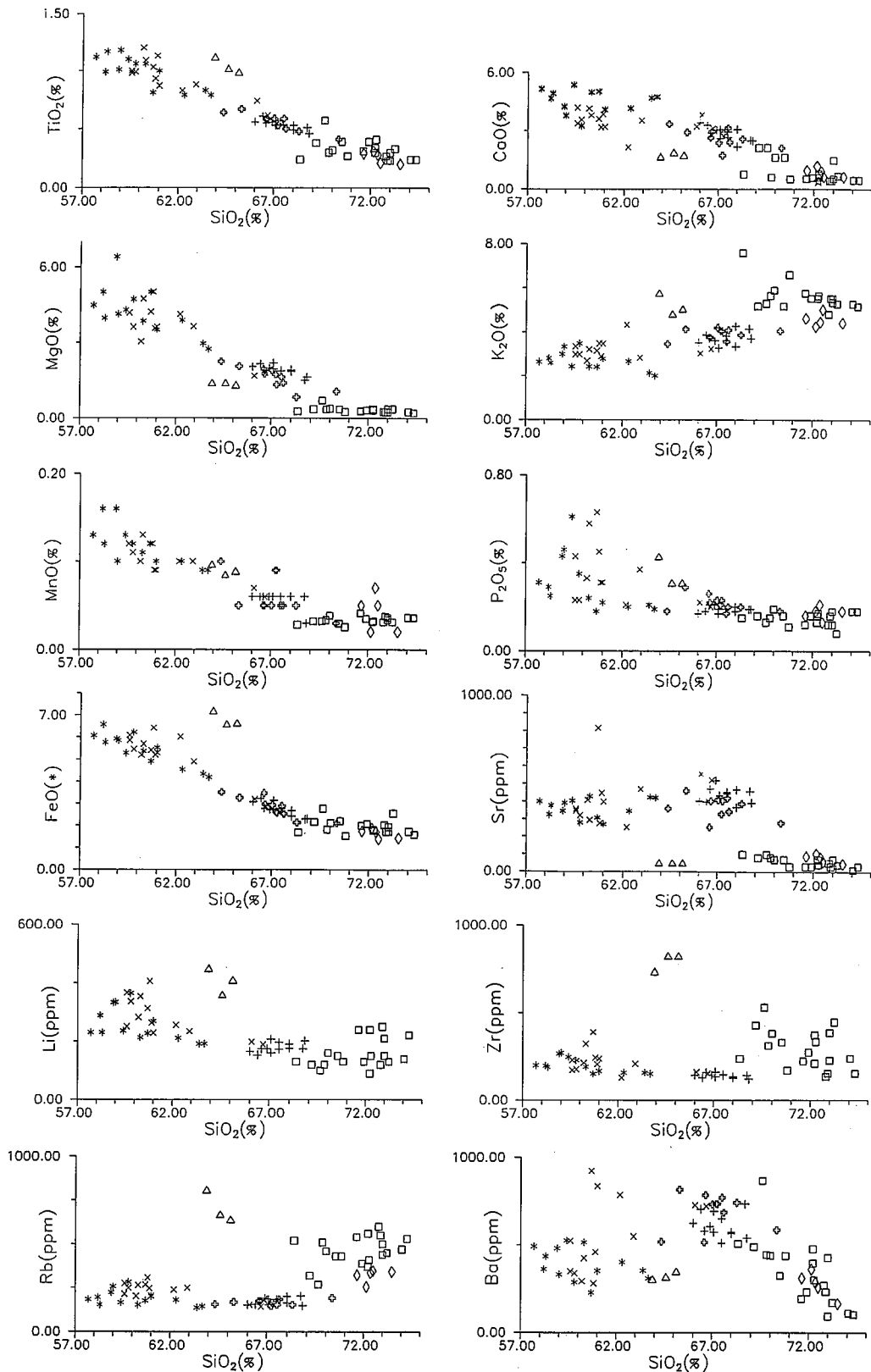


Fig. 5.-Diagramas de variación binarios de diversos elementos mayores y trazas frente a SiO₂.
 Fig. 5.-Binary variation diagrams showing selected major and trace elements plotted against SiO₂.

- ◇ Monzogranitos (Prost-Dame, 1980).
- Monzogranitos (García-Casco, 1986).
- △ E. biotíticos asociados al monzogranito (García-Casco, 1986).
- ⊕ Granodioritas (Prost-Dame, 1980).
- + Granodioritas (Donaire, 1980).
- * E. microgranitoides biotítico-anfibóticos de la granodiorita (Donaire, 1990).
- × E. microgranitoides biotíticos de la granodiorita (Donaire, 1990).

te superior al contenido medio en Na_2O . Los *monzogranitos* porfídicos muestran también un carácter peraluminico, con una relación molar A/CNK comprendida entre 1 y 1,25. Se caracterizan por su carácter potásico, con contenidos medios en K_2O de 5,39% y con una relación media en peso $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ de 1,52.

La razón $\text{MgO}/\text{MgO}+\text{FeO}^*$ (Fig. 6) varía dentro de estrechos márgenes para cada grupo, de forma que esos valores podrían considerarse característicos. Análogamente, las relaciones MgO/TiO_2 , MgO/Li , TiO_2/Zr , $\text{K}_2\text{O}/\text{Rb}$ y Sr/Ba (Fig. 6) dan valores aparentemente característicos de cada tipo, si bien es necesario trabajo geoquímico adicional antes de confirmar ese extremo.

Nótese que las diferencias químicas se dan para contenidos en SiO_2 similares en varios casos, es decir, que granodioritas y monzogranitos con igual contenido en SiO_2 difieren marcadamente en el resto de su composición química en la forma descrita.

4.2. Enclaves asociados a las facies plutónicas mayoritarias

Los enclaves microgranitoides de las granodioritas muestran una cierta variación química, relacionada con la diversidad de subtipos existentes. Respecto de la facies huésped presentan un empobrecimiento en SiO_2 , unido a un aumento en determinados óxidos, como MgO , CaO , TiO_2 ó FeO (Fig. 5). Por su parte, varias relaciones interelementales, como $\text{MgO}/\text{MgO}+\text{FeO}^*$, MgO/TiO_2 , TiO_2/Zr , Sr/Ba y MgO/Li , son muy similares a las de la roca huésped granodiorítica (Fig. 6). Los diagramas de Harker ponen de manifiesto una correlación negativa entre los contenidos de FeO^* , CaO , MgO , TiO_2 , MnO , P_2O_5 , Rb , Li y Zr respecto de los de SiO_2 para el conjunto de granodioritas y enclaves, mientras que los contenidos en Ba y, en menor medida, K_2O y Sr aumentan en las granodioritas (Fig. 5).

En cuanto a los *enclaves biotíticos del monzogranito* se hace referencia a los rasgos más notables que señalan García-Casco *et al.* (1989). Poseen carácter peraluminico, en función de su contenido en biotita. Respecto de la facies huésped monzogranítica, de nuevo las relaciones interelementales antes citadas entre enclaves y roca huésped son similares, lo que indica una estrecha relación geoquímica.

5. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Una vez asumida la relación de cada una de las facies mayoritarias del batolito con su propia población de enclaves, la consideración conjunta de los datos de rocas y enclaves aporta una nueva perspectiva: aunque algunos diagramas de Harker (Fig. 5) podrían sugerir, como refleja la literatura previa, una sola serie de rocas ígneas, en la mayoría se aprecia una clara desconexión entre las tendencias que relacionan a cada uno de los dos grupos mayoritarios de rocas con sus respectivas poblaciones de enclaves. Muchos datos de elementos mayores y de trazas (CaO , TiO_2 , MgO , FeO^* , K_2O , Rb , Sr , Zr) muestran cla-

ramente que los enclaves sólo se pueden integrar en un modelo evolutivo si se les relaciona con su propia roca huésped en tendencias de variación diferentes.

Es interesante resaltar que en cada serie enclave-roca huésped el comportamiento de todos los elementos es similar. Destacamos el notable aumento del contenido en Li , Rb , Cs ó Zr , tanto en los enclaves de las granodioritas como en los de los monzogranitos. El contenido en Nb evoluciona análogamente en la granodiorita y sus enclaves, si bien no existen datos fiables para los monzogranitos.

La existencia de dos tendencias de variación se hace más evidente cuando se consideran diversas razones elementales ($\text{MgO}/\text{MgO}+\text{FeO}^*$, MgO/Li , MgO/TiO_2 , Sr/Ba , Ba/Rb , $\text{K}_2\text{O}/\text{Rb}$, TiO_2/Zr vs. SiO_2 , fig. 6), que en general sugieren la existencia de fases minerales composicionalmente muy diferentes en cada una de las series, y muy similares para todos los términos de cada una. Así, la razón $\text{MgO}/\text{MgO}+\text{FeO}^*$, constante para cada serie, podría indicar una biotita de composición constante en cada una de ellas, y a su vez muy distinta de una a otra; de la misma manera podrían entenderse las variaciones de MgO/TiO_2 (o de MgO/Li). La relación Sr/Ba implicaría además una semejanza de los feldespatos dentro de cada serie, acompañada de sustanciales diferencias de una a la otra.

Esas diferencias composicionales han sido ya comprobadas mediante microsonda electrónica para varias de las fases minerales mayores del batolito, como biotita y plagioclasa (Datos no publicados de Donaire y Pascual).

El diagrama TiO_2/Zr vs. SiO_2 requiere un comentario especial. Su particularidad estriba en que los dos primeros elementos no se sustituyen diadóticamente en una misma fase mineral debido a la diferencia de radio iónico (0,69 Å para Ti^{VI} y 0,92 Å para Zr^{VIII} , según valores de Whitaker y Muntus, 1970), de forma que el Ti se concentrará especialmente en biotita, mientras que el Zr lo hará casi exclusivamente en circón. No obstante, cada serie tiene una relación TiO_2/Zr propia e independiente del contenido en SiO_2 , lo que sugiere, en cada caso, una composición semejante de la biotita y una abundancia de circón uniforme y característica.

La diferencia entre las dos series se puede ver también en diagramas ternarios como el AFM ó $\text{Rb}-\text{Ba}-\text{Sr}$ (Fig. 7). El segundo de esos diagramas no indica con claridad un patrón de evolución magmática de las dos series, aunque las distingue netamente. En cuanto al primero, discrimina las dos series e indica una evolución marcadamente diferente para cada una de ellas.

Una explicación detallada del tipo de relación petrogenética entre cada roca huésped y sus enclaves está fuera de los objetivos del presente trabajo. Nos limitaremos a comentar que en los dos casos existen varias posibilidades. Así, García-Casco *et al.* (1989) sugieren que los enclaves ricos en biotita de los monzogranitos pueden ser restitas reequilibradas. En efecto, en ellas sería posible encontrar concentraciones de biotita capaces de explicar las abundancias elementales halladas. Por otra parte, el valor absoluto de esas abundancias parece normal en los monzogranitos, cuyo origen cortical es comúnmente aceptado (García-Casco *et al.*, 1989). Otra posibilidad, también previamente discutida y que no puede descartarse, sería un origen de los enclaves como acumulados por flujo (García-Casco, 1986).

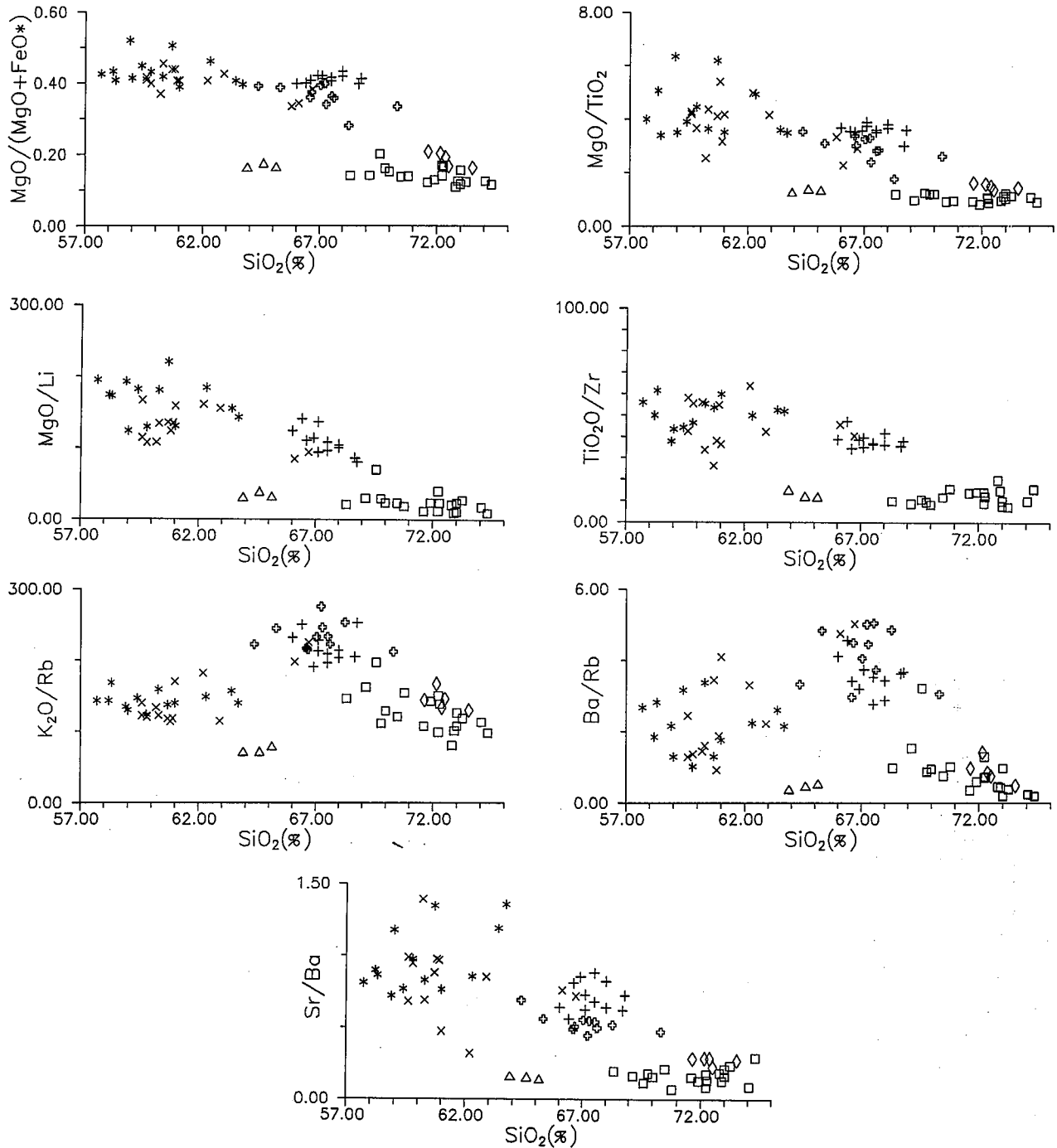


Fig. 6.-Diagramas de variación de diversas relaciones elementales vs. SiO₂. Los símbolos como en la figura 5.
 Fig. 6.-Variation diagrams showing selected elemental ratios plotted against SiO₂. Symbols like in Fig. 5.

La interpretación del mismo rasgo en los enclaves microgranitoides de la granodiorita es más delicada: los criterios texturales demuestran claramente su naturaleza ígnea (alineaciones de flujo de determinadas fases minerales, textura similar a la observada en rocas ígneas de grano fino a medio, etc.), aunque enmascarada parcialmente por reequilibrio subsolidus (agregados policristalinos con textura decusada, zonación en parches de las plagioclasas). Por consiguiente, estos enclaves no pueden ser restícticos, y comúnmente se consideran indicadores de participación de material subcortical en la evolución del magma (Vernon, 1983, 1984; Cantagrel *et al.*, 1984; Barbarin, 1988; Castro, 1990); sin embargo, en nuestro caso parece evi-

dente que para explicar el conjunto de granodiorita-enclaves mediante un modelo de "magma-mixing" con participación significativa de magma básico subcortical sería preciso aumentar el contenido en los elementos citados (K₂O, Li, Rb, Cs, Zr, Nb, etc.) en dicho magma básico (antes de la mezcla) hasta valores difíciles de conciliar con ningún dato geológico ni geoquímico, y parece razonable tener en cuenta otras posibilidades, capaces de explicar el evidente origen ígneo de los enclaves junto con sus caracteres geoquímicos.

Los enclaves microgranitoides podrían, en efecto, haberse originado igualmente por mezcla mecánica, al nivel de emplazamiento, entre magmas muy similares, todos

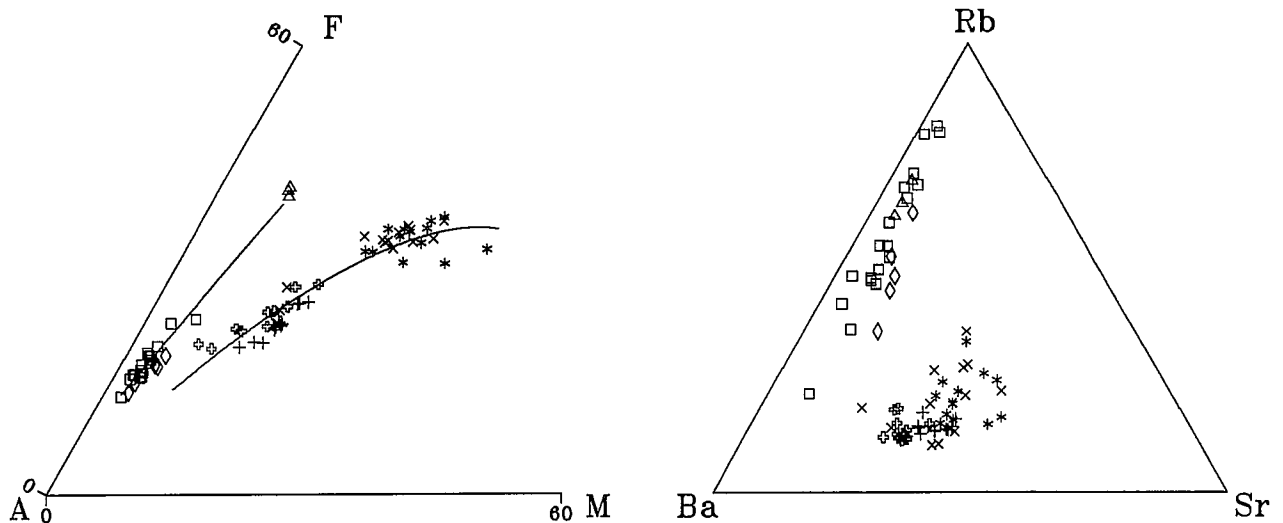


Fig. 7.—Diagramas AFM y Ba-Rb-Sr de los grupos de rocas y de enclaves estudiados. Símbolos como en la figura 5.
Fig. 7.—AFM and Ba-Rb-Sr diagrams for studied rock groups and enclaves. Symbols as in Fig. 5.

ellos generados, bien por fusión de la corteza inferior (Donaire, 1990; Eberz *et al.*, 1990), bien como acumulados formados en los márgenes parcialmente enfriados y cristalizados de un granitoide (Didier, 1973; Phillips *et al.*, 1981). En ambos casos las diferencias de contenidos químicos de los enclaves respecto de su roca huésped (con razones elementales muy similares) se produce por la diferente abundancia de fases minerales precipitadas de magmas semejantes.

La consideración conjunta de enclaves y roca huésped impone también límites a los modelos petrogenéticos del batolito por diferenciación magmática. En principio, la producción de todas las rocas del batolito por diferenciación, como una sola serie magmática, no puede explicar por qué no existen enclaves biotíticos del tipo de los incluídos en el monzogranito en el interior de la granodiorita; ni tampoco por qué los enclaves microgranitoides de ésta tampoco existen en los monzogranitos.

Además, con una sola serie el quimismo de rocas y enclaves no es fácil de interpretar por diferenciación: los enclaves analizados en el monzogranito tienen contenidos en SiO₂ intermedios entre las granodioritas y los enclaves de éstas últimas. Sin embargo, el resto de sus rasgos químicos no son intermedios: en general, no es posible integrar los enclaves de los monzogranitos en la tendencia de variación de la serie granodiorítica (v. diagramas en figs. 5, 6 y 7, especialmente esta última).

Naturalmente, ello no descarta totalmente un modelo de diferenciación: indica meramente que parece más acorde con los datos, y resulta menos artificioso, partir de dos series y, en todo caso, hablar de diferenciación en cada una de ellas.

6. CONCLUSIONES

En el estado actual de los conocimientos sólo hay dos posibilidades: suponer una única serie magmática en el batolito de Los Pedroches o partir de la existencia de dos series, sea cual sea su génesis, mecanismos de evolución e interacción posterior entre ellas. Esto último parece evi-

dente a partir de los datos antes expuestos: las rocas del batolito de Los Pedroches no constituyen un conjunto con una variabilidad continua entre dos extremos composicionales. Existe, más bien, una asociación de dos tipos mayoritarios con caracteres petrográficos, mineralógicos y geoquímicos diferentes, cuyas relaciones son intrusivas en la mayoría de los casos, aunque, localmente, también se hayan descrito tránsitos graduales representados por variedades adamelíticas (Carracedo *et al.*, 1990).

Aunque evidentemente esta aceptación no explica toda la petrogénesis del batolito, parece necesaria para interpretar los rasgos enumerados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por contrato entre la Consejería de Fomento de la Junta de Andalucía y la Universidad de Sevilla: "Análisis petrogenético y mineralogénico del batolito de Los Pedroches"

BIBLIOGRAFIA

- Barbarin, B. (1988): Field evidence for successive mixing and mingling between the Piolard Diorite and the Saint-Julien-la-Vetre Monzogranite (Nord-Foréz, Massif Central, France). *Can. Jour. Earth Sci.*, 25: 49-59.
- Bellon, H., Blachère, H., Crousilles, M., Deloche, C., Dixsaut, C., Hertrich, B., Prost-Dame, V., Rossi, P., Simon, D. y Tamain, G. (1979): Radiochronologie, évolution tectono-magmatique et implications métallogéniques dans les Cadomo-variscides du Sud-Est hispérique. *Bull. Soc. Geol. France*, 21: 113-120.
- Cantagrel, J.M., Didier, J. y Gourgaud, A. (1984): Magma mixing: origin of intermediate rocks and "enclaves" from volcanism to plutonism. *Phys. Earth Planet. Interiors*, 35: 63-73.
- Carracedo, M., Ortega-Cuesta, L.A., Gil-Ibarguchi, J.I. y Sánchez-Carretero, R. (1989): Aportación a la geoquímica de Tierras Raras (REE) en el batolito de Los Pedroches (Córdoba-España). *Stud. Geol. Salmant. Univ. Salamanca*. Vol. Esp., 4: 93-104.

- Carracedo, M., Eguiluz, L., Gil-Ibarguchi, I. y Tijero, F. (1990): Cartografía, petrología y geoquímica del plutón del Cerro Mogábar, batolito de Los Pedroches (Córdoba, España). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 15: 105-118.
- Castro, A. (1984): *Los granitoides y la estructura hercínica en Extremadura Central*. Tesis Univ. Salamanca (inérita). 202 p.
- Castro, A. (1990): Microgranular enclaves of the Quintana granodiorite (Los Pedroches batholith). Petrogenetic significance. *Rev. Soc. Geol. España*, 3: 7-21.
- Didier, J. (1973): *Granites and their Enclaves*. Elsevier, Amsterdam, Dev. in Petrology, 3: 393 p.
- Didier, J. (1987): Contribution of enclaves studies to the understanding of origin and evolution of granitic magmas. *Geol. Rundschau*, 76: 41-50.
- Donaire, T. (1990): *Enclaves asociados a la granodiorita biotítica (anfíbol) del sector central del batolito de Los Pedroches (Córdoba-España). Clasificación e implicaciones petrogenéticas*. Tesis de licenciatura. Univ. de Sevilla (inérita).
- Donaire, T. y Pascual, E. (1991): Paragénesis metamórficas de contacto en xenolitos de la granodiorita de Los Pedroches (Córdoba, España): evidencia de emplazamiento a alta temperatura. *Geogaceta*, 10: 90-93.
- Eberz, G.W. y Nicholls, I.A. (1988): Microgranitoid enclaves from the Swifts Creek Pluton SE-Australia: textural and physical constraints on the nature of magma mingling processes in the plutonic environment. *Geol. Rundschau*, 77: 713-736.
- Eberz, G.W. y Nicholls, I.A. (1990): Chemical modification of enclave magma by post-emplacment crystal fractionation, diffusion and metasomatism. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 104: 47-55.
- Eberz, G.W., Nicholls, I.A., Maas, R., McCulloch, M.T. y Whitford, D.J. (1990): The Nd- and Sr-isotopic composition of I-type microgranitoid enclaves and their host rocks from the Swifts Creek Pluton, southeast Australia. *Chem. Geol.*, 85: 119-134.
- Eguiguren, E. (1983): *El batolito de Los Pedroches en la transversal de Esparragosa de La Serena*. Tesis de licenciatura, Univ. del País Vasco (inérita).
- Eraso, A. (1980): *Petrografía del batolito de Los Pedroches en la transversal de Cardeña (Córdoba)*. Tesis de licenciatura, Univ. del País Vasco (inérita).
- Fernández, F.J. (1987): *Caracterización petrológica y geoquímica de la granodiorita de Los Pedroches y el plutón de El Guijo (Batolito de Los Pedroches, Córdoba, España)*. Tesis de licenciatura. Univ. de Oviedo (inérita).
- Fernández, F.J., Cueto, L.A., Larrea, F.J. y Quesada, C. (1990): El plutón de El Guijo: petrología, geoquímica, edad y relación con otras rocas del batolito de Los Pedroches. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 15: 89-103.
- García-Casco, A. (1986): *Petrología, geoquímica y mineralizaciones de W asociadas del plutón de Santa Eufemia (batolito de Los Pedroches, Córdoba)*. Tesis de licenciatura, Univ. de Granada (inérita).
- García-Casco, A., Pascual, E. y Castro, E. (1987): La asociación magmática del Batolito de Los Pedroches: ensayo de caracterización. *Geogaceta*, 2: 59-61.
- García-Casco, A., Pascual, E. y Fenoll Hach-Alí, P. (1989): Petrogénesis del plutón monzogranítico peraluminico de Santa Eufemia (batolito de Los Pedroches, Córdoba). *Estudios Geol.*, 45: 3-20.
- Garrote, A. (1976): Asociaciones minerales del núcleo metamórfico de Sierra Albarrana (prov. de Córdoba). Sierra Morena Central. Memorias e Noticias. *Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 82: 17-39.
- Hertrich, B. (1980): *Etude géologique et minière de la région Venta de Azuel-Conquista (Cordoue, Espagne)*. Thèse 3ème Cycle, Univ. Paris-Sud, Orsay (inérita).
- Larrea, F.J. (1987): *Estudio geológico del batolito de Los Pedroches en la transversal de la Virgen de La Cabeza. Andújar (Jaén)*. Tesis de licenciatura. Univ. del País Vasco (inérita).
- Olaverri, T. y Rey, R. (1980): *Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias*, escala 1:1.000.000. I.G.M.E., Madrid.
- Pascual, E. (1984): El batolito de Los Pedroches en el sector Hinojosa del Duque-Santa Eufemia. Caracteres petrográficos y relaciones con las deformaciones hercínicas. Memorias e Noticias. *Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 97: 39-50.
- Penha, M.H. y Arribas, A. (1974): Datación geocronológica de algunos granitos uraníferos españoles. *Bol. Geol. Min.*, 85: 271-273.
- Phillips, G.N., Wall, V.J. y Clemens, J.D. (1981): Petrology of the Strathbogie batholith: a cordierite-bearing granite. *Can. Mineral.*, 19: 47-63.
- Pinto, M., Casquet, C., Ibarrola, E., Corretge, L.G. y Portugal Ferreira, M. (1987): Síntesis geocronológica dos granitoides do Maciço Hesperico. In: *Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico* (F. Bea, A. Carnicero, J. C. Gonzalo, M. López Plaza y M. D. Rodríguez Alonso, Eds.). Ed. Rueda. Madrid. 1ª Parte: 69-86.
- Prost-Dame, V. (1980): *Géologie et géologie de la région de Castuera, province de Badajoz (Espagne)*. Thèse 3ème Cycle, Univ. de Paris-Sud, Orsay (inérita).
- Quesada, C., Florido, P., Gumiel, P., Osborne, J., Larrea, F.J., Baeza, L., Ortega, M.C., Tornos, F., Sigüenza, J.M., Queda, J.M., Bañón, L. y de la Cruz, E. (1987): *Mapa Geológico-Minero de Extremadura*. Consejería de Industria y Energía. Junta de Extremadura.
- Robardet, M. (1976): L'originalité du segment hercynien sud-ibérique au Paléozoïque inférieur: Ordovicien, Silurien et Dévonien dans le Nord de la province de Séville (Espagne). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 283, Série D: 999-1002.
- Sánchez-Pérez, J.M. (1986): *Contribución a la petrología, mineralogía y geoquímica del batolito de Los Pedroches en la transversal de Pozoblanco (Córdoba, España)*. Tesis de licenciatura, Univ. del País Vasco (inérita).
- Streckeisen, A. (1976): To each plutonic rock its proper name. *Earth Sci. Reviews*, 72: 1-33.
- Tijero, F. (1983): *El batolito de Los Pedroches en la transversal de Villanueva de Córdoba*. Tesis de licenciatura. Univ. del País Vasco (inérita).
- Vernon, R.H. (1983): Restite, xenoliths and microgranitoid enclaves in granites. *Jour. Procc. R. Soc. N. S. W.*, 116: 77-103.
- Vernon, R.H. (1984): Microgranitoid enclaves in granites: globules of hybrid magma quenched in a plutonic environment. *Nature*, 309: 438-439.
- Whittaker, E.J.W. y Muntus, R. (1970): Ionic radii for use in geochemistry. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 34: 945-956.

Recibido el 11 de octubre de 1991
Aceptado el 2 de junio de 1992