

# Contribución al conocimiento geológico y geoquímico de los granitos de Albalá y Montánchez (Extremadura Central) y su relación con las mineralizaciones de estaño y wolframio

*Contribution to the geological and geochemical knowledge of the Albalá and Montánchez granites (Central Extremadura, Spain), and their relationship with the tin and tungsten mineralizations*

P. Gumiel (\*) y R. Campos (\*\*)

(\*) Dir. Recursos Minerales, I.T.G.E.

(\*\*) Div. Técnicas Geológicas, C.I.E.M.A.T.

## ABSTRACT

*Detailed geological mapping of the granitoids that make this part of Central Extremadura (Albalá and Montánchez stocks) shows different magmatic rocks which have been geochemically characterized using major, trace and REE-elements. Magmatic rocks conform a continuous sequence ranging from granodiorites, tonalites through granites, monzogranites to leucogranites. Leucogranites are homogenous in composition, silica-rich, enriched in Rb, Cs, Ta, Sn, etc. and depleted in Zr, Ba, Sr, Ni, V, Co, LREE (particularly Eu-Eu/Eu\*=0.07). These characteristics confirm that the leucogranites are the most differentiated rocks of the magmatic sequence and the Sn, W, P, mineralizations are probably related with them. The mineralizing fluids are filling late extensional fractures which are organized in a pattern which is consistent with a Hercynian transpressional tectonics.*

**Key words:** *geological, geochemical, granites, tin, tungsten, mineralizations.*

*Geogaceta, 13 (1993), 57-61*

*ISSN: 0213683X*

## Introducción

Aunque son numerosos los trabajos realizados en el área de estudio (Extremadura Central, fig. 1), lo son concretamente en aspectos petrológicos (Corretgé, 1971), petrológico-estructurales (Castro, 1984), geoquímicos de carácter general -elementos mayores- (Bea *et al.*, 1987) o metalogénicos generales (Gumiel, 1984; Arribas *et al.*, 1987; Gumiel y Arribas, 1990). Respecto a la metalogénia y distribución particular del U y Th en el granito de Montánchez, señalar los trabajos de Reguilón y Arribas (1989) y a las mineralizaciones de Sn-W situadas próximas al área de estudio (Los Llanillos-La Parrilla), los de Gumiel y Pineda (1981), y Gumiel y Gil (1989), además de existir el MAGNA de la zona (Gil y Pérez Rojas, 1982).

En este trabajo se ha realizado una cartografía geológica de detalle de los granitoides del área, junto con estudios petrológicos y geoquímicos de caracterización de las diferentes unidades graníticas, mediante análisis de elementos mayores, menores, trazas y Tierras Raras (T.R.). De esta forma, se pretende contribuir al conocimiento geológico y

geoquímico de las rocas magmáticas y poner de manifiesto las relaciones existentes entre determinadas "facies" (leucogranitos) y las mineralizaciones de Sn, W y apatito.

## Caracterización petrológica y estructural

En la cartografía de detalle de los granitoides que constituyen esta parte del Sector Central de Extremadura (*stocks* de Albalá y Montánchez) se han encontrado varias unidades magmáticas que han sido caracterizadas petrográficamente y geoquímicamente. Dentro del complejo plutónico se han distinguido rocas que comprenden, desde granodioritas, tonalitas y monzogranitos a granitos y leucogranitos. La distribución de rocas magmáticas (litotipos) sigue a grandes rasgos una zonación centrípeta. Los granitoides de afinidad cuarzo-diorítica son granodioritas y tonalitas biotíticas que se presentan en pequeños cuerpos aislados (a modo de enclaves) entre los *stocks* de Albalá y Montánchez, al que rodean por el Sur y el Este, donde ya pertenecen al *stock* de Zarza La Mayor.

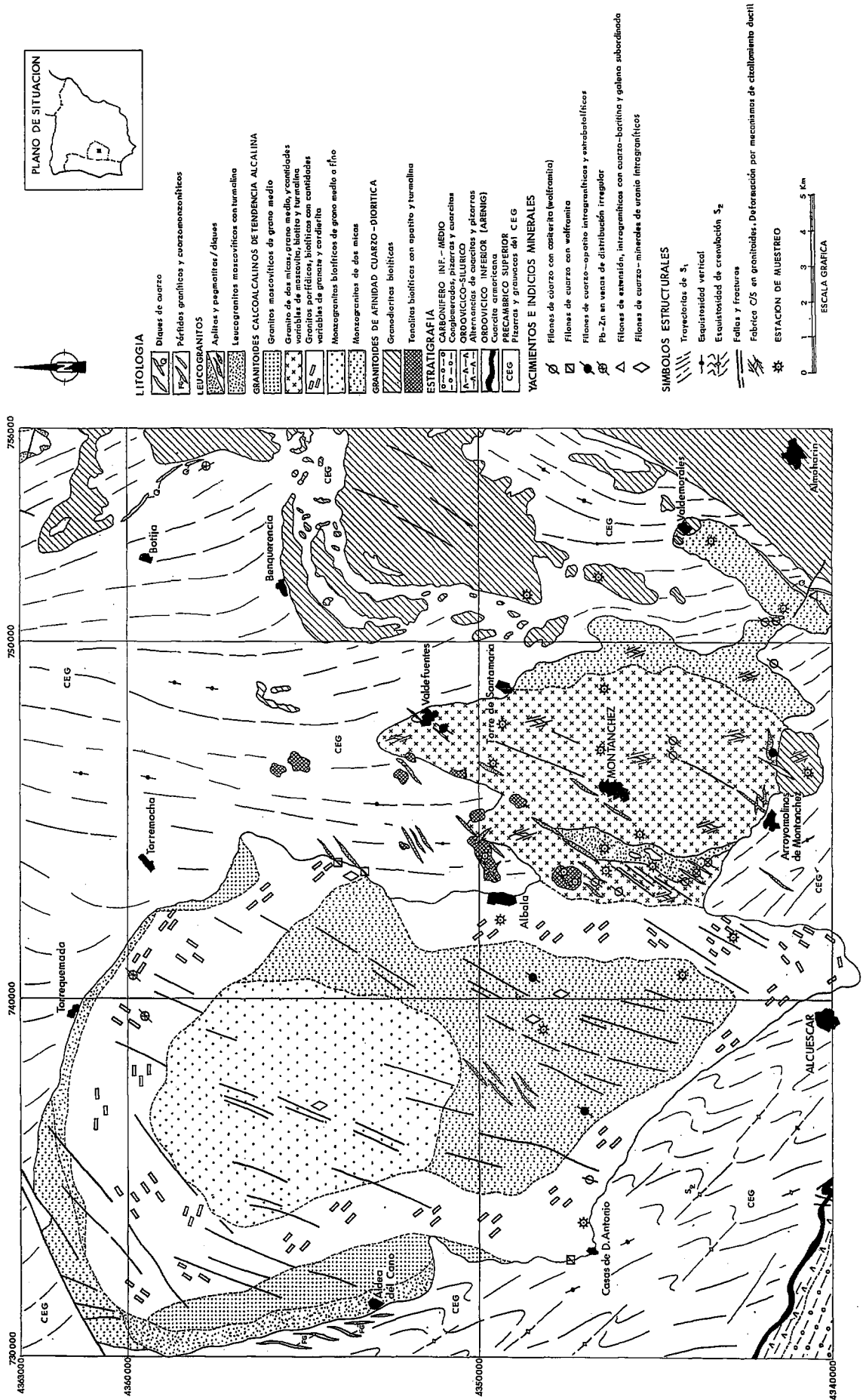
Desde el punto de vista petrográfico, son granodioritas y tonalitas biotíticas,

particularmente estas últimas tienen abundante apatito, incluido principalmente en biotitas y circones. La turmalina es otro mineral accesorio que tiene importancia en estas rocas.

Con esa disposición centrípeta, los *stocks* de Albalá y Montánchez muestran facies centrales de granitos de dos micas y biotíticos, de grano medio a fino. En esencia, están constituidos por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y micas, con turmalina y apatito como minerales accesorios más importantes, junto con circón e ilmenita. En todos ellos se encuentran como minerales secundarios, moscovita, clorita y sericita, siendo frecuente, sobre todo en los monzogranitos y en los granitos de dos micas, los procesos de potasificación de plagioclasas y moscovitización tardía de plagioclasas y biotitas.

Aunque los contactos entre unidades magmáticas son gradacionales, principalmente en el *stock* de Albalá se diferencia un borde de granitos porfídicos biotíticos, en el que se reconocen varias orientaciones de flujo en los feldespatos (fig. 1). Los fenocristales de feldespato potásico muestran una distribución heterogénea, lo que hace que la textura sea porfídica de forma sectorial. Las pla-

Fig. 1.— Mapa Geológico del area de estudio  
 Fig. 1.— Geological map of the study area.



Leuco Gr. Mont. Gr. Albalá Monzogr. Tonalitas Granodior.

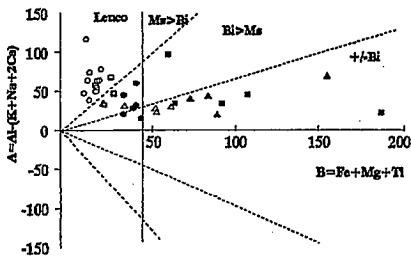


Fig. 2.1. — Diagrama A-B de minerales característicos de Debon y Le Fort (1982)

Fig. 2.1.— A-B Diagram from Debon & Le Fort (1982)

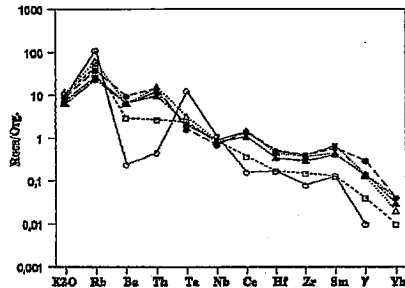


Fig. 3.1. — Diagrama de variación multielementos traza (Diagrama Spider) de Pearce et al., (1984).

Fig. 3.1.— Spider Diagram of trace elements (Pearce et al., 1984).

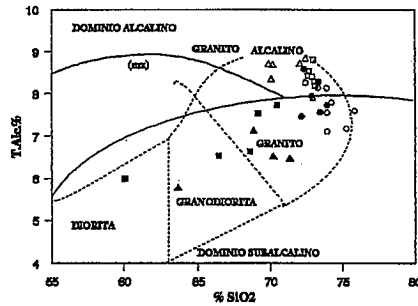


Fig. 2.2.— Diagrama TAS (incluyendo divisiones de Miyashiro, 1978; Cox et al., 1979 y Lameyre, 1987)

Fig. 2.2.— TAS Diagram (including fields of Miyashiro, 1978; Cox et al., 1979 and Lameyre, 1987)

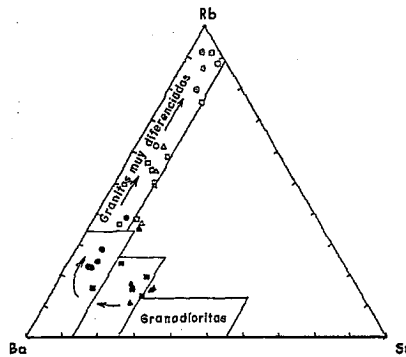


Fig. 3.2.— Diagrama Rb-Ba-Sr (El-Bouseily y El-Sokkary, 1975)

Fig. 3.2.— Rb-Ba-Sr Diagram (El-Bouseily & El-Sokkary, 1975)

gioclasas presentan zonado oscilatorio ( $An_{55}-An_{20}$ ) con bordes más sódicos ( $An_{10-12}$ ). Turmalina y apatito son también los accesorios más importantes de esta facies y ocasionalmente, se encuentran andalucitas y cordieritas, junto con granates.

Finalmente, los leucogranitos se presentan generalmente en las aureolas más externas de los cuerpos intrusivos (ej. en Albalá) o en forma de "láminas". La unidad principal de leucogranitos está situada entre los stocks de Albalá y Montánchez. Estos cuerpos que suelen aparecer cerca de los "techos" de los plutones del batolito central de Extremadura, o en aureolas marginales o zonas cupuliformes, llevan asociado un cortejo de diques de aplitas y pegmatitas, que en el caso de Albalá-Montánchez tienen direcciones preferentes

NE-SW ( $N40^{\circ}-60^{\circ}E$ ). Generalmente, con estos diques se asocian las mineralizaciones de casierita, wolframita, apatito y uranio de la zona. Se trata en su mayoría de leucogranitos moscovíticos con plagioclasas más albiticas ( $An_{10}$ ), y más raros leucogranitos de dos micas. La turmalina es también el mineral accesorio más importante.

Una fuerte fábrica (planos C/S) debida a los efectos de un cizallamiento dúctil hercínico de sentido sinistral, con planos C( $N170^{\circ}E$ ) y S( $N20^{\circ}E$ ) afecta a varias rocas del conjunto de los granitoides estudiados. Su importancia estructural y posiblemente metalogénica está siendo evaluada, con el apoyo de gravimetría estructural y su distribución y efectos se manifiesta en "bandas" o "cinturones" de dirección norteada, uno de los cuales afecta principalmente al

stock de Montánchez y su zona de contacto con el de Albalá, permaneciendo este último como bloque indeformado (Gumiel y Gil, 1989).

**Caracterización geoquímica**

De los granitoides del área, los leucogranitos son los que muestran menor variación composicional, con un campo restringido, muy rico en  $SiO_2$  (73-75.8%, Tabla I), bajos contenidos en  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$  y  $MgO$ , carácter sódico ( $Na_2O$  en general mayor que  $K_2O$ ) y elevado contenido en  $P_2O_5$  (hasta 1.13%). Por el contrario, granodioritas y tonalitas tienen mayor variación composicional, con unos términos pobres en  $SiO_2$  (60%), otros más ricos (71%) y alto contenido en  $CaO$ .

Por otra parte, todos los granitoides se caracterizan por la presencia de corindón normativo, lo que indicaría un exceso de  $Al_2O_3$ . Pero de entre todas las rocas, los leucogranitos son los que mayor contenido tienen (media 4.48) frente a las granodioritas (media 2.6) y el granito de Albalá (media 2.35). Esto, entre otras cosas, justifica que al proyectar los análisis de estos granitoides en el diagrama de minerales característicos de Debon y Le Fort (1982) (fig. 2.1.), todas ellas queden en el dominio peraluminico. Estas rocas muestran valores de  $ISA > 1$ , con un espectro que comprende desde los leucogranitos (media mol  $Na/K=1.67$ ), una tendencia aluminica - cafémica, calcoalcalina (granodioritas y tonalitas, media mol  $Na/K=2.04$  y  $1.82$  respectivamente) y otra monzonítica (monzogranitos y granitos de Montánchez, con un índice mol  $Na/K$  -media- =  $1.44$  y  $1.20$  respectivamente). Ambas tendencias convergen en la zona de movilizados leucograníticos.

A su vez, los contenidos en álcalis indican un carácter sódico (mol  $Na_2O >$  mol  $K_2O$ ) prácticamente en todos sus términos.

Respecto a los contenidos en álcalis (diagrama TAS, fig. 2.2), éstos son elevados en todos los términos, en comparación con los bajos contenidos en  $TiO_2$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$  y  $MgO$  (Tabla I) y parece que se individualizan, por un lado las granodioritas, tonalitas y parte de los monzogranitos dentro del dominio subalcalino y por otro, los granitos de Albalá, Montánchez y algún monzogranito en el alcalino. Ambas tendencias convergerían en el campo granítico

	SiO2	Al2O3	Fe2O3t	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	MnO	P2O5	P.F.	TOTALES
<b>Leucogr.</b>												
125-A	73.91	14.94	1.04	0.08	0.28	4.08	4.08	0.07	0.03	0.41	1.08	100.00
127-A	75.28	14.94	1.23	0.04	0.42	4.54	2.66	0.07	0.04	0.44	0.79	100.44
128-A	73.94	14.62	1.83	0.00	0.16	3.69	3.88	0.05	0.03	0.59	1.20	100.00
131-A	74.26	14.50	1.42	0.14	0.34	3.73	4.08	0.11	0.05	0.56	0.80	99.99
133-A	73.96	15.42	1.03	0.07	0.05	2.87	4.26	0.04	0.03	0.39	1.88	100.01
148-A	75.86	13.68	0.96	0.04	0.04	5.15	2.47	0.05	0.02	0.24	1.12	99.64
162-A	73.32	14.52	1.37	0.09	0.45	4.00	4.17	0.10	0.04	0.52	1.40	99.99
172-A	72.44	14.98	1.29	0.02	0.62	5.08	3.21	0.02	0.12	1.13	1.12	100.04
<b>G.Montan.</b>												
130-A	72.95	15.06	1.66	0.29	0.53	3.59	4.34	0.13	0.04	0.52	0.90	100.00
153-A	72.98	14.57	1.56	0.19	0.40	4.60	4.23	0.11	0.06	0.59	0.70	99.98
154-A	72.61	14.97	1.25	0.17	0.27	3.67	4.78	0.13	0.03	0.47	1.55	99.89
155-A	72.94	15.11	1.25	0.14	0.42	3.98	4.45	0.10	0.04	0.46	1.10	99.99
156-A	72.73	14.52	1.77	0.27	0.42	3.57	4.98	0.17	0.04	0.44	1.10	100.00
161-A	73.09	14.77	1.33	0.12	0.35	4.11	4.20	0.11	0.04	0.44	1.45	100.00
170-A	73.13	14.44	1.71	0.32	0.49	4.00	4.22	0.14	0.05	0.50	0.98	99.98
<b>G.Albala</b>												
135-A	69.89	15.30	2.89	0.57	1.18	4.13	4.58	0.34	0.06	0.33	0.72	99.98
142-A	70.06	14.91	3.34	0.68	1.15	3.96	4.40	0.39	0.07	0.34	0.70	100.00
144-A	72.44	14.63	1.39	0.22	0.54	4.11	4.73	0.15	0.02	0.48	1.27	99.98
145-A	72.06	14.62	2.02	0.36	0.70	4.13	4.60	0.22	0.05	0.34	0.90	99.99
166-A	70.17	15.05	2.84	0.61	1.21	4.03	4.67	0.35	0.05	0.30	0.70	99.98
<b>Monzogr.</b>												
150-A	72.89	13.82	2.74	0.35	1.11	4.23	3.73	0.23	0.07	0.13	0.70	100.00
152-A	73.35	14.09	2.18	0.30	0.81	4.52	3.79	0.13	0.08	0.26	0.51	100.00
165-A	72.36	14.89	1.99	0.38	0.48	4.17	4.45	0.17	0.04	0.45	0.62	99.99
168-A	73.95	13.63	2.54	0.31	0.81	4.03	3.73	0.18	0.07	0.10	0.68	100.02
169-A	73.47	13.80	2.45	0.40	0.96	3.90	3.69	0.21	0.05	0.15	0.94	100.01
171-A	72.19	14.51	2.15	0.57	0.66	3.71	3.78	0.18	0.05	0.35	1.88	100.03
<b>Tonalit.</b>												
126-A	69.15	16.87	3.01	0.85	0.78	4.08	3.48	0.23	0.10	0.42	1.03	100.00
129-A	66.45	16.07	4.63	1.76	2.53	3.59	2.97	0.56	0.07	0.29	1.10	100.01
146-A	68.59	15.45	4.06	1.48	2.26	4.15	2.51	0.48	0.06	0.15	0.79	99.98
149-A	60.05	17.13	7.38	3.28	4.03	3.77	2.24	1.05	0.11	0.18	0.80	100.02
159-A	70.46	14.96	3.05	0.96	1.43	3.87	3.89	0.31	0.06	0.30	0.70	99.98
<b>Granodr.</b>												
132-A	71.35	14.66	3.13	1.30	1.88	3.90	2.58	0.28	0.08	0.13	0.70	99.99
140-A	63.67	16.50	6.04	2.88	2.67	3.29	2.49	0.69	0.11	0.17	1.47	99.99
163-A	68.84	15.18	3.79	1.53	2.25	4.19	2.95	0.41	0.09	0.16	0.60	99.98
167-A	70.20	14.71	3.70	1.38	1.69	4.17	2.36	0.39	0.09	0.21	1.15	100.05

Tabla I.— Elementos mayores (análisis realizados en el ITGE J. Martín Rubí)

	Leucogr.	G.Montan.	G.Albala	Monzogr.	Tonalit.	Granodr.	Condrita
La	9.09	17.57	69.19	78.78	72.72	53.93	0.33
Ce	7.01	16.12	63.12	62.62	60.37	46.57	0.80
Nd	5.61	11.40	44.03	43.15	42.10	31.92	0.57
Sm	6.00	6.10	21.00	27.57	31.05	19.57	0.19
Eu	0.28	4.28	10.57	8.57	15.85	9.71	0.07
Gd	2.25	5.13	12.45	20.24	21.41	12.84	0.09
Tb	1.00	4.80	9.60	17.80	18.20	10.60	0.05
Yb	1.52	2.71	6.04	14.85	14.90	9.80	0.21
Lu	1.25	2.25	4.75	11.75	11.00	8.00	0.04
Sum TR	34.01	70.36	240.75	285.33	287.60	202.94	
(Ce/Yb) n	4.61	5.95	10.45	4.22	4.05	4.75	
Eu*	4.13	5.61	16.73	23.91	26.23	16.21	
Eu/Eu*	0.07	0.76	0.63	0.36	0.60	0.60	

Tabla II.— Tierras Raras (val. normalizados). Análisis en U. Southampton (RU). I.W. Croudace

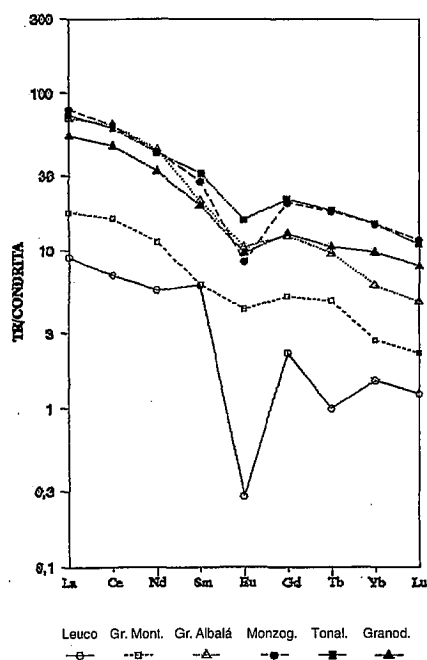


Fig. 4.— Diagrama normalizado de variación de Tierras Raras para los distintos granitoides del área.

Fig. 4.— REE normalized diagram for the granitoids of the area.

donde se sitúan preferentemente los leucogranitos.

La caracterización geoquímica en cuanto a elementos menores y traza, revela que los leucogranitos están enriquecidos en Rb, Cs, Ta, Sn, etc. (fig. 3.1.), y empobrecidos en Zr, Ba, Sr, Ni, V, Co y Sc. Estas características están de acuerdo con un alto grado de fraccionamiento geoquímico, siendo los leucogranitos las rocas más diferenciadas, lo que también está corroborado por la situación de estas rocas en el diagrama Rb-Ba-Sr (fig. 3.2.) y por los elevados valores de los índices K/Ba y Rb/Sr frente a los bajos en K/Rb, Ba/Rb, Nb/Ta y Zr/Y.

Los patrones normalizados de Tierras Raras (T.R.), utilizando valores

normalizados con respecto a la condrita de Kay y Gast (1973), demuestran que los términos menos diferenciados (tonalitas, granodioritas y monzogranitos) son los que tienen mayores contenidos en T.R., con enriquecimiento en T.R. ligeras (LREE) -relación  $(Ce/Yb)_n$  entre 10.45 y 4.05 (Tabla II) y anomalías negativas de Eu ( $Eu/Eu^* = 0.63-0.36$ ), frente al menor contenido en T.R. y valores significativamente menores de Eu ( $Eu/Eu^* = 0.07$ ) de los leucogranitos (fig. 4).

Finalmente, las tendencias evolutivas observadas desde los términos menos evolucionados (granodioritas, tonalitas y monzogranitos) hasta los leucogranitos se interpretan como debidas a un proceso de diferenciación magmática. Los leucogranitos presentan características mineralógicas y geoquímicas que permiten asignarles un carácter "fértil", siendo con ellos con los que normalmente se asocian las mineralizaciones de Sn y W.

La distribución de los diferentes sistemas filonianos con mineralizaciones de Sn, W, apatito, U, Ba, Pb y Zn, los cuales representan una etapa tardía de tipo hidrotermal, probablemente ya fue condicionada por la deformación hercínica. Las discontinuidades observadas en los granitos, a partir de una fuerte fábrica (planos C/S), desarrollada como consecuencia de los efectos de un cizallamiento dúctil hercínico, cuando la deformación se hace dúctil-frágil y frágil, se producen reactivaciones preferentemente en los planos de debilidad ya existentes. Estas fracturas abiertas, no muy tardías con respecto a la consolidación magmática, van a permitir el emplazamiento de los diques y la implantación de sistemas hidrotermales que van a dar lugar a los filones mineralizados. Este esquema sería compatible con un régimen de transpresión prolongado que pudo afectar a la zona y que ha sido reconocido en áreas próximas (ej. La Codosera, Sanderson et al., 1991).

**Agradecimientos**

Agradecemos al Dr. Bellido y al Dr. Gallego del ITGE los comentarios y lectura crítica del manuscrito, así como al Dr. Roberts de la Univ. de Southampton, en donde se realizaron los análisis de Tierras Raras, en el marco de un proyecto de cooperación científica patrocinado por la CEE.

**Referencias**

Arribas, A., Arribas Rosado, A., Gumiel, P., Martín-Izard, A. y Reguilón, R. (1987): Libro Homenaje a L.C. García de Figuerola, 233-263.  
 Bea, F., Sánchez González, J.G., Serrano Pinto, Barrera, J.L., Bellido, F., Brandle, J.L., Corretgé, L.G., y Suárez, O. (1987): Libro Homenaje a L.C. García de Figuerola, 87-193.  
 Castro, A. (1984): Tesis Doctoral Univ. Salamanca, 202 pp.  
 Corretgé, L.G. (1971): Tesis Doctoral Univ. Salamanca, 453 pp.  
 Cox, K.G., Bell, J.D. & Pankhurst, R.J. (1979): George Allen & Unwin. London, 450 pp.  
 Debon, F. y Le Fort, P. (1982): Trans. Roy. Soc. Edinburgh. Earth Sci., 73, 135-149.  
 El Bouseily y El-Sokkary (1975): Chemical Geology, 16, 207-219.  
 Gil, G. y Pérez Rojas, A. (1982): Memoria y hoja n° 730-MAGNA-ITGE, 25 pp.  
 Gumiel, P. y Pineda, A. (1981): Tectoniterra, 39, 16-38.  
 Gumiel, P. y Gil, G. (1989): I.T.G.E., inf. no publ., 133 pp.  
 Kay, R.W. & Gast, P. W. (1973): J. Geology, 81, 653-682.  
 Lameyre, J. (1987): Libro Homenaje a L. C. García de Figuerola, 1-11.  
 Miyashiro, A. (1978): Cont. Min. Petrol., 66, 91-104.  
 Pearce, J.A., Harris, N. B.W. & Tindle, A. G. (1984): Journ. of Petrology, 25-4, 956-983.  
 Reguilón, R. y Arribas, A. (1989): Bol. Soc. Esp. Mineral., 12.1, 69.  
 Sanderson, D. J., Roberts, S., McGowan, J.A. & Gumiel, P. (1991): Journ. Geol. Soc. London, 148, 893-898.