



## Petrología de los granitoides de La Maladeta en su sector de Tahüll y Lago Negro (Lérida)

## Petrology of the Maladeta granitoids in the Tahüll-Lago Negro sector (Lérida)

ARRANZ YAGÜE, E.; LAGO SAN JOSE, M. y POCOVI JUAN A.

El Macizo plutónico de La Maladeta (Huesca-Lérida) corresponde, en su sector central (Tahüll-lago Negro), a un plutón circunscrito, cuyo carácter polifásico, está representado por los cuatro pulsos siguientes: a) los Cuarzo-Gabros, ubicados en su extremo sur, b) las Granodioritas que, con contenidos variables en anfíbol y biotita, comprenden, en conjunto, el volumen dominante y el pulso más representativo, c) las tonalitas con alto contenido en biotita y, por último, d) los sienogranitos (de dos micas) situados en su zona más central.

La composición modal y, en especial, el análisis químico de las fases minerales principales (piroxeno, anfíbol, plagioclasa, biotita, moscovita y feldespato) corroboran una evolución magmática gradual, desde las composiciones más indiferenciadas (Cuarzo-Gabros) hasta las más tardías (Sienogranitos).

Se observa una buena correspondencia entre la evolución petrológica (a nivel espacial) y la de composición mineral, obtenidas por nosotros, con la secuencia de edades radiométricas (Rb/Sr y U/Pb) determinadas por MICHARD-VITRAC, A. *et al.* (1980). Esta zonación tiene, a su vez, una muy buena correspondencia con las pautas de evolución geoquímica (elementos mayores y trazas) obtenidas en estudios preliminares (ARRANZ, E., 1991; ARRANZ, E. *et al.*, 1991 a, b y c).

**Palabras clave:** Pirineos centrales, granitoides tardihercínicos, Maladeta.

The Maladeta plutonic Massif (Huesca-Lérida) corresponds, in its central area (Tahüll-Lago Negro), to a circumscribed pluton with, with multi-episodic character, is represented by the following four pulses: a) the Quartz-Gabbros, located in its southern extreme brim, b) the Granodiorites that, with variable amount in amphibole and biotite, consist, as a whole, the dominant volume and the most representative pulse, c) the biotite-rich Tonalites and, lastly, d) the syenogranites (with two micas), located in its centermost point.

The modal composition and, specially, the chemical analysis in main mineral phases (pyroxene, amphibole, plagioclase, biotite, muscovite, and feldspar), confirm a gradual magmatic evolution, from a more indiffereniate composition (Quartz-Gabbross) to the latest (Syenogranites).

There exists a good correspondence between the petrological and mineralogical composition, obtained by us, with the sequence of radiometric dates (Rb/Sr and U/Pb) analysed by MICHARD-VITRAC *et al.*, (1980). The petrological zonation has, in turn, a very good correspondence with the pattern of magmatic evolution (major and trace elements) obtained in preliminary studies (ARRANZ, E., 1991; ARRANZ, E. *et al.*, 1991 a, b y c).

**Key words:** Central Pyrenees, late-Hercynian Granitoids, Maladeta.

ARRANZ YAGÜE, E.; LAGO SAN JOSE, M. y POCOVÍ JUAN, A.. (Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza. 50009. Zaragoza).

## INTRODUCCION

Los estudios sobre la petrología y geoquímica del Macizo de La Maladeta, son aún hoy en día, todavía insuficientes. Los estudios más recientes, llevados a cabo por ARRANZ, E. (1991); ARRANZ, E. *et al.* (1991 a, b, y c) y ARRANZ, E. y LAGO, M. (1991 d), sobre el sector de Tahüll-Lago Negro (Lérida) de este Macizo, aportan una información completa a nivel petrológico, estructural y estructuroológico y, también, una caracterización geoquímica sobre los diferentes litotipos constituyentes del Macizo en dicho sector.

En este trabajo, se presentan los primeros datos de que se dispone, en la actualidad, sobre la composición química de las fases minerales principales (basada en análisis mediante microsonda electrónica), en los cuatro litotipos plutónicos principales en el sector considerado: Cuarzo-Gabros, Tonalitas, Granodioritas y Sienogranitos. Estos datos permitirán abordar, en trabajos posteriores, estudios más concretos.

## MARCO GEOLOGICO

El sector estudiado del Macizo de La Maladeta, comprende, como se puede apreciar en la Fig. 1, un sector central, en la Unidad de Bohí (CHARLET, J. M., 1979; WATER-

LOT, M. y CHARLET, J. M. 1983) de este Macizo circunscrito. El Macizo, en este sector, seemplaza, con carácter pluriepisódico, en una serie de materiales paleozoicos que incluye desde el Cambro (?) Ordovícivo hasta el Devónico Medio. En ARRANZ, E. (1991) se exponen los datos más recientes para este sector, en ARRANZ, E., *et al.* (1991 a, b y c) y en ARRANZ, E. y LAGO, M. (1991 d), se abordan aspectos particulares sobre la petrología y geoquímica, con incorporación de nuevos datos.

Los litotipos plutónicos principales aflorantes en el sector estudiado (Ver Fig. 1), son los siguientes: los *Cuarzo-Gabros* (y, localmente, *Dioritas*), ubicados en el extremo Sur. La existencia de estructuras de «*net-veining*» en las zonas de su contacto con las Granodioritas, demuestra el carácter intrusivo de éstas. Las *Granodioritas s. l.* constituyen el litotipo más importante, volumétricamente, y presenta dos subfacies, bien diferenciadas a nivel petrológico, aunque existen contactos transicionales entre ambas: 1) la *Granodiorita con Anfíbol + Biotita*, que aflora en las zonas S y Central del sector estudiado, y 2) la *Granodiorita porfírica con Biotita y Anfíbol accesorio*, que aflora en las zonas centro y N del Sector. La *Tonalita Biotítica*, aflora en una reducida extensión, en el área de los Estansys de Serrader y sus contactos con la Granodiorita encajante son netos y, frecuentemente, con ca-

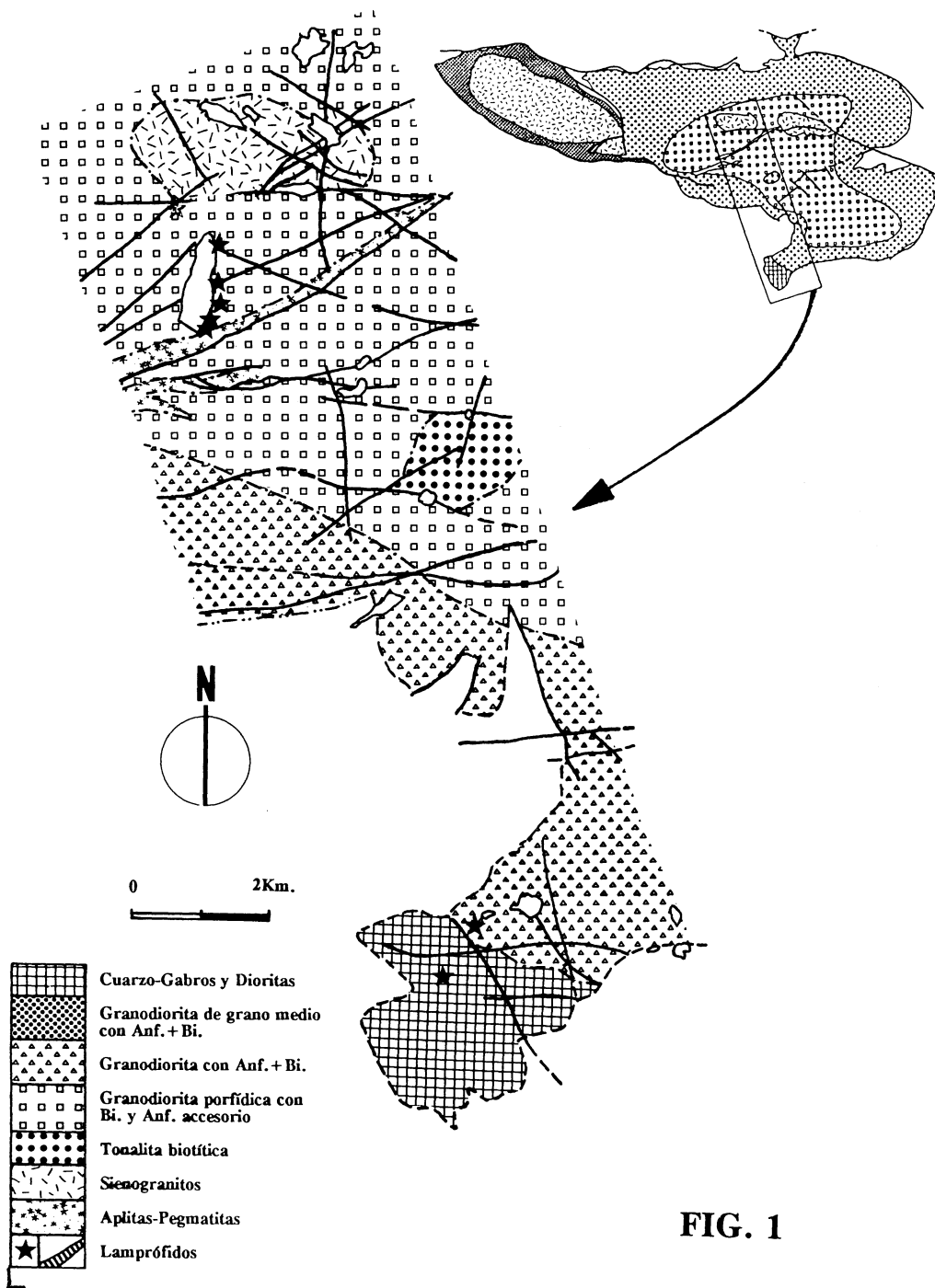


FIG. 1

rácter mecánico. Los *Sienogranitos* (granitos de dos micas) afloran al N del sector y presentan contactos netos (en algunos casos, con carácter mecánico) o transicionales rápidos, con la Granodiorita porfídica encajante. Estos cuatro litotipos definen una secuencia con afinidad *calcoalcalina granodiorítica*, en la cual, la granodiorita representa la etapa de mayor desarrollo. La edad radiométrica (MICHARD-VITRAC, A. et al., 1980) de esta etapa se sitúa en el Autunienense ( $277 \pm 7$  m. a.).

Hay un desarrollo de una importante actividad filoniana, posterior al emplazamiento de los cuatro litotipos plutónicos, que está representada por un cierto número de diques, de *Aplitas* y *Pegmatitas* (con espesor centimétrico a hectométrico), y que están bien distribuidos en todo el sector. La etapa filoniana más tardía, la representan los *Lamprófidos* (*Espessartitas*), que afloran en forma de diques de menor desarrollo (en abundancia y volumen) lo que plantea interesantes cuestiones de tipo petrológico y petrogenético. En ARRANZ, E. y LAGO, M. (1991 d), se realiza un estudio más específico para estas últimas rocas.

## PETROLOGIA

En un marco sintético, la petrología de los cuatro litotipos plutónicos establecidos para este sector, es la siguiente:

A) CUARZO-GABROS: Son rocas holocristalinas, de grano fino-medio y con una textura hipidiomorfa de tipo intergranular que, en algunas muestras, es subofítica. La paragénesis está constituida por la Plagioclasa, el Ortopiroxeno, el Clinopiroxeno, el Anfíbol y la Biotita. Los accesorios más frecuentes son los Opacos, el Zircón, el Apatito, el Feldespato Potásico y el Cuarzo. La Sericita y las Epidotas constituyen la paragénesis secundaria. La secuencia de cristalización deducida se puede apreciar en la Fig. 2.

B) TONALITAS: Son rocas holocrista-

linas, de textura granuda (de grano medio) y con una fábrica planar orientada, definida, sobre todo, por la Biotita abundante. La paragénesis la constituyen la Plagioclasa, la Biotita, el Cuarzo y el Feldespato Potásico. Los accesorios más destacados son la Moscovita, Los Opacos y el Zircón. La paragénesis la constituyen las Cloritas, la Sericita y las Epidotas. La secuencia de cristalización deducida se expresa en la Fig. 3.

C) GRANODIORITAS: Son rocas holocristalinas, con textura granuda (de grano grueso) e hipidiomorfa y, en la Granodiorita con Biotita, y Anfíbol accesorio, cabe destacar un acentuado carácter porfídico debido al Feldespato Potásico. La paragénesis principal la constituyen la Biotita, la Plagioclasa, el Feldespato Potásico. La paragénesis principal la constituyen la Biotita, la Plagioclasa, el Feldespato Potásico, el Anfíbol y el Cuarzo. La Allanita, el Zircón, y el Apatito son minerales accesorios. Las Cloritas, las Epidotas y la Sericita, constituyen la paragénesis secundaria. La secuencia de cristalización deducida está indicada en la Fig. 4.

D) SIENOGANITOS: Este litotipo lo componen rocas holocristalinas con textura granuda, de grano medio, e hipidiomorfa; localmente, se aprecia un carácter porfídico para el Feldespato Potásico. La paragénesis primaria la constituyen la Biotita, la Plagioclasa, el Feldespato Potásico, la Moscovita y el Cuarzo. Los minerales accesorios, son el Apatito y el Zircón. El Granate, con carácter xenocristalino, y afinidad almandínica, puede aparecer en algunas muestras. La paragénesis secundaria la constituyen las Epidotas, la Esfena, las Cloritas y la Sericita. En la Fig. 5 se ha representado su secuencia de cristalización.

## MINERALOGIA

Una vez expuesta la paragénesis de cada uno de los cuatro litotipos plutónicos principales, en este apartado abordamos el estu-

Fig.2. Secuencia de cristalización en Q-GABROS

Pl.	An <sub>85</sub>	An <sub>68</sub>		An <sub>52</sub>
Opx.	Fs <sub>37</sub>	FS <sub>39</sub>	FS <sub>41</sub>	
Cpx.	En <sub>42</sub> Wo <sub>40</sub> FS <sub>18</sub> En <sub>41</sub> Wo <sub>40</sub> FS <sub>19</sub> En <sub>40</sub> Wo <sub>40</sub> FS <sub>20</sub>			
Anfibol	mg-Hb		Hb-Actinolita	Actinolita
Biotita	(mg) 0.486			0.588
FK				Or <sub>91.3</sub>
Cuarzo				
Zircón				
Opacos				
Sericita				
Epidota				

Fig.3. Secuencia de cristalización en TONALITAS

Pl.	An <sub>48.5</sub>	An <sub>36.8</sub>
Biotita	(mg) 0.492	0.514
FK.	Or <sub>90.4-94.7</sub>	
Moscovita		
Cuarzo		
Opacos	---	
Zircón	---	
Cloritas		---
Sericita		
Epidotas		

Fig.4. Secuencia de cristalización en GRANODIORITAS

	(mg) 0.389	0.438
Biotita	Fe-Hb	Hb-Fe-Actinolita
Anfibol	Actinolita	
Pl.	An <sub>60.9</sub>	An <sub>97.5</sub>
FK.	Or <sub>92.4-93.7</sub>	
Cuarzo		
Allanita		
Zircón		
Apatito		
Cloritas		
Epidotas		
Sericita		

Fig.5. Sec. de cristalización en SIENOGRANITOS

	(mg) 0.392	0.413
Biotita	An <sub>41.1</sub>	
Pl.	An <sub>13.2</sub>	
FK	Or <sub>73.2-95.2</sub>	
Moscovita		
Cuarzo		
Apatito		
Zircón		
Granate	Alm <sub>68-78</sub> (xenocristal)	
Epidotas		
Esfena		
Cloritas		
Sericita		

dio y caracterización de la composición química de cada uno de los grupos minerales principales que constituyen las paragénesis citadas.

### I. Piroxenos

Este grupo mineral es constituyente de la paragénesis, de modo único, en los Cuarzo Gabros. Se han distinguido orto y clinopiroxenos, con composiciones de Hiperstena y Augita respectivamente (Fig. 6). En un análisis aislado, se ha obtenido una composición de Pigeonita ( $W_{O5.23}$ ). En la Tabla 1 se exponen algunos análisis representativos de Clinopiroxenos (Columnas 1 a 6) y Ortopiroxenos (Columnas 7 a 12), así como su

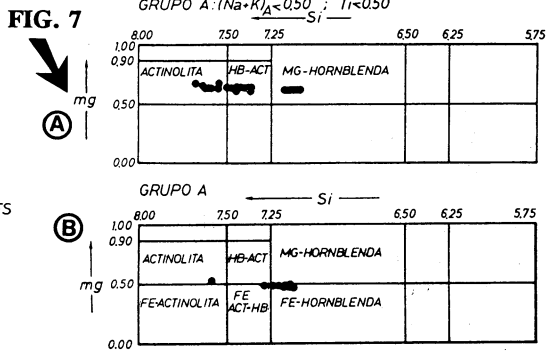
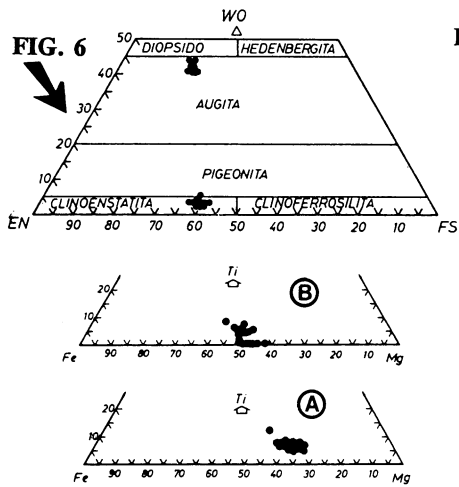
fórmula estructural. Es destacable el rango de variación de composición en los ortopiroxenos ( $FS_{37} - FS_{20}$ )  $FS_{52}$ , mayor que el observado para los clinopiroxenos ( $FS_{18} - FS_{20}$ ). La cristalización, más temprana de los Ortopiroxenos, (Fig. 2), en condiciones de mayor energía y mayor actividad química podrían dar explicación a este hecho.

### II. Anfíboles

Los anfíboles, constituyentes de la paragénesis en los Cuarzo-Gabros y en las Granodioritas, presentan características bien diferenciadas en uno y otro litotipos: si bien en ambos casos se trata de anfíboles cálcicos del grupo A, los anfíboles de los Cuarzo-

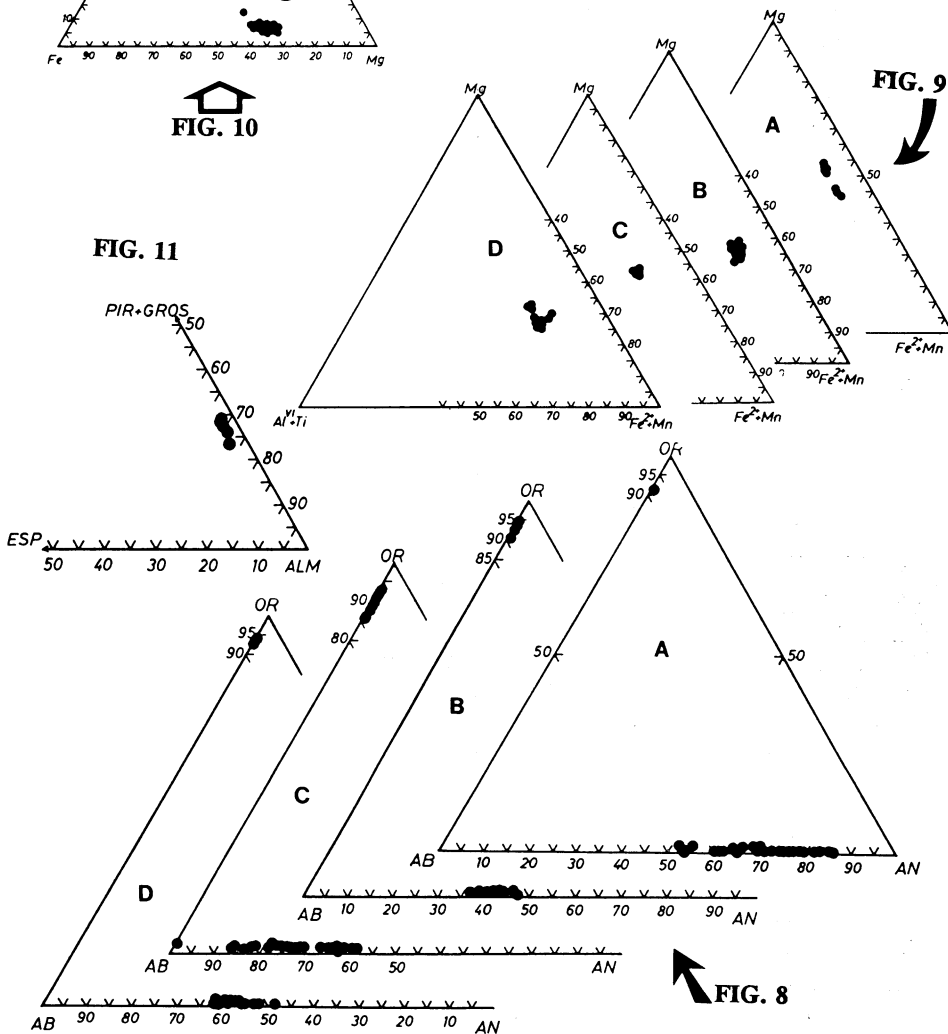
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	51.593	51.802	51.287	52.134	52.444	52.387	52.543	52.268	52.168	52.341	52.420	51.886
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.782	1.967	2.361	1.567	1.128	1.102	1.194	1.113	1.093	1.061	1.198	1.034
TiO <sub>2</sub>	0.523	0.511	0.829	0.454	0.212	0.369	0.369	0.396	0.387	0.344	0.351	0.356
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.151	0.248	0.073	0.139	0	0.007	0.031	0.029	0.020	0.045	0.064	0.014
FeO(l)	11.953	11.049	10.416	10.711	10.936	24.756	24.217	23.877	23.930	23.536	22.975	25.260
MnO	0.270	0.236	0.298	0.230	0.240	0.465	0.477	0.453	0.421	0.411	0.379	0.550
NiO	0.010	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0.005	0	0
MgO	14.009	14.237	13.853	14.904	13.671	19.693	20.188	20.457	20.560	20.664	21.094	19.493
CaO	19.769	19.895	21.220	19.550	21.553	1.780	1.773	1.849	1.647	1.809	1.890	1.615
Na <sub>2</sub> O	0.304	0.228	0.276	0.245	0.256	0.011	0.021	0.035	0.007	0.041	0.037	0.030
K <sub>2</sub> O	0.006	0.006	0.004	0.007	0.005	0	0.003	0.006	0.005	0.010	0.004	0.009
BaO	0	0	0.007	0	0.008	0	0	0.014	0	0.008	0.026	0.018
SrO	0	0.008	0.013	0.049	0.077	0	0.046	0.016	0.010	0	0.046	0
<b>TOTAL</b>	<b>100.370</b>	<b>100.187</b>	<b>100.639</b>	<b>99.990</b>	<b>100.530</b>	<b>100.570</b>	<b>100.862</b>	<b>100.513</b>	<b>100.248</b>	<b>100.275</b>	<b>100.484</b>	<b>100.265</b>
Si	1.9360	1.9383	1.9148	1.9493	1.9627	1.9688	1.9644	1.9599	1.9604	1.963	1.9578	1.9633
Al	0.0788	0.0867	0.1039	0.0691	0.0498	0.0488	0.0526	0.0492	0.0484	0.0469	0.0527	0.0461
Ti	0.0148	0.0144	0.0233	0.0128	0.0060	0.0104	0.0104	0.0112	0.0109	0.0097	0.0099	0.0101
Cr <sub>3</sub> +	0.0045	0.0073	0.0022	0.0041	0	0.0002	0.0009	0.0009	0.0006	0.0013	0.0019	0.0004
Fe <sub>2</sub> +	0.3751	0.3458	0.3252	0.3349	0.3423	0.7781	0.7572	0.7488	0.7520	0.7383	0.7176	0.7993
Mn	0.0086	0.0075	0.0094	0.0073	0.0076	0.0148	0.0151	0.0144	0.0134	0.0131	0.0120	0.0176
Ni	0.0003	0	0.0001	0	0	0	0	0	0	0.0002	0	0
Mg	0.7835	0.7940	0.7709	0.8306	0.7626	1.1031	1.1250	1.1434	1.1516	1.1554	1.1743	1.0994
Ca	0.7948	0.7976	0.8488	0.7832	0.8642	0.0717	0.0710	0.0743	0.0663	0.0727	0.0756	0.0655
Na	0.0221	0.0165	0.0200	0.0178	0.0186	0.0008	0.0015	0.0025	0.0005	0.0030	0.0027	0.0022
K	0.0003	0.0003	0.0002	0.0003	0.0002	0	0.0001	0.0003	0.0002	0.0005	0.0002	0.0004
Ba	0	0	0.0001	0	0.0001	0	0	0.0002	0	0.0001	0.0004	0.0003
Sr	0	0.0002	0.0003	0.0011	0.0017	0	0.0010	0.0003	0.0002	0	0.0010	0
<b>TOTAL</b>	<b>4.0188</b>	<b>4.0087</b>	<b>4.0190</b>	<b>4.0104</b>	<b>4.0158</b>	<b>3.9967</b>	<b>3.9993</b>	<b>4.0053</b>	<b>4.0046</b>	<b>4.0045</b>	<b>4.0061</b>	<b>4.0046</b>
WO	40.51	41.01	43.43	40.04	43.72	3.64	3.61	3.75	3.34	3.67	3.82	3.30
EN	39.94	40.83	39.44	42.46	38.58	56.06	57.16	57.72	58.06	58.37	59.32	55.47
FS	19.56	18.16	17.12	17.50	17.70	40.29	39.24	38.53	38.59	37.96	36.86	41.22

**TABLA 1: Composición química y fórmula estructural de Piroxenos**



**FIG. 10**

**FIG. 11**



**FIG. 8**

Gabros (Fig. 7a), muestran una clara tendencia magnesiánica, con un rango de evolución en los términos de Mg-Hornblenda, Hornblenda actinolítica y, finalmente, Actinolita. Los anfíboles de las Granodioritas, presentan, por el contrario, valores menores del parámetro *mg*, y su evolución comprende a los términos de Fe-Hornblenda, Hornblenda ferro-actinolítica y Actinolita. En la Tabla 2 se exponen algunos análisis seleccionados, junto a la fórmula estructural, de Anfíboles en Cuarzo Gabros (Columnas 1 a 6) y en Granodioritas (Columnas 7 a 12). En ambos litotipos es patente la zonación centro-borde de los cristales y el desarrollo de términos tardíos, ricos en Si y Mg (Actinolita).

### III. Biotita

Este mineral está presente, en mayor o menor proporción, en los cuatro litotipos plutónicos establecidos. En la Tabla 3 se indican algunas composiciones representativas de Biotitas en Cuarzo Gabros (Columnas 1 y 2), Tonalitas (Columnas 3 a 5), Granodioritas (Columnas 6 a 8) y Sienogranitos (Columnas 9 a 12).

Las biotitas de los Cuarzo-Gabros (Fig. 9a), muestran una clara evolución composicional, con valores del parámetro *mg* en el rango 0.58-0.48 y una pauta prácticamente lineal. Las biotitas de las Granodioritas (Fig. 9b), muestran una menor variación de com-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	48.275	49.080	50.479	51.472	51.919	53.195	47.202	47.462	47.720	48.084	48.803	51.422
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.566	6.252	5.078	4.229	3.697	2.764	6.507	6.307	6.221	5.844	5.462	3.459
TiO <sub>2</sub>	0.479	0.420	0.254	0.186	0.141	0.079	0.757	0.772	0.733	0.709	0.614	0.153
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001	0.008	0.032	0.039	0.010	0.012	0.022	0.019	0.028	0.013	0.004	0.014
FeO(0)	15.617	15.576	15.014	15.420	15.180	14.244	19.596	19.964	19.586	19.710	19.440	17.742
MnO	0.168	0.210	0.225	0.252	0.289	0.243	0.619	0.612	0.609	0.562	0.595	0.509
NiO	0	0.004	0.025	0	0.003	0	0	0	0	0	0	0.005
MgO	13.749	13.829	14.323	14.806	15.092	15.714	9.657	9.960	9.868	10.169	10.389	11.712
CaO	11.548	11.563	11.449	10.722	10.650	11.603	11.631	11.320	11.501	11.437	11.530	12.583
Na <sub>2</sub> O	0.984	0.884	0.689	0.565	0.499	0.325	0.946	1.022	0.952	0.914	0.721	0.318
K <sub>2</sub> O	0.754	0.628	0.463	0.301	0.261	0.211	0.671	0.642	0.637	0.569	0.593	0.218
BaO	0.021	0.001	0	0.011	0	0.029	0.001	0.031	0.034	0.021	0.016	0.008
SeO	0.020	0.032	0	0.012	0.023	0.043	0	0.032	0.019	0.001	0.075	0.003
<b>TOTAL</b>	<b>98.183</b>	<b>98.488</b>	<b>98.033</b>	<b>98.016</b>	<b>97.763</b>	<b>97.923</b>	<b>97.608</b>	<b>98.143</b>	<b>97.909</b>	<b>98.032</b>	<b>98.243</b>	<b>98.146</b>
TSi	7.100	7.175	7.363	7.486	7.553	7.683	7.134	7.142	7.181	7.219	7.295	7.588
TAlV	0.900	0.825	0.637	0.514	0.447	0.317	0.866	0.858	0.819	0.781	0.705	0.412
CAIV	0.239	0.254	0.237	0.211	0.188	0.154	0.293	0.261	0.286	0.254	0.258	0.190
CCr	0	0.001	0.004	0.004	0.001	0.001	0.003	0.002	0.003	0.002	0	0.002
CTi	0.053	0.046	0.028	0.020	0.015	0.009	0.086	0.087	0.083	0.080	0.069	0.017
CMg	3.014	3.013	3.114	3.209	3.272	3.382	2.175	2.234	2.213	2.275	2.314	2.576
CFe2+	1.694	1.686	1.618	1.555	1.523	1.454	2.443	2.416	2.415	2.390	2.358	2.190
BFe2+	0.227	0.218	0.213	0.320	0.324	0.266	0.034	0.097	0.050	0.085	0.072	0
BMn	0.021	0.026	0.028	0.031	0.036	0.030	0.079	0.078	0.078	0.071	0.075	0.038
BCa	1.753	1.756	1.759	1.649	1.641	1.704	1.883	1.825	1.855	1.840	1.847	1.962
BNa	0	0	0	0	0	0	0.003	0	0.017	0.004	0.006	0
ACa	0.067	0.056	0.031	0.022	0.019	0.008	0	0	0	0	0	0.027
ANa	0.281	0.251	0.195	0.159	0.141	0.091	0.274	0.298	0.260	0.262	0.203	0.091
AK	0.141	0.117	0.086	0.056	0.048	0.039	0.129	0.123	0.122	0.109	0.113	0.041
<b>TOTAL</b>	<b>15.489</b>	<b>15.423</b>	<b>15.312</b>	<b>15.237</b>	<b>15.209</b>	<b>15.138</b>	<b>15.403</b>	<b>15.422</b>	<b>15.383</b>	<b>15.371</b>	<b>15.316</b>	<b>15.133</b>
<b>mg</b>	<b>0.6107</b>	<b>0.6127</b>	<b>0.6297</b>	<b>0.6311</b>	<b>0.6391</b>	<b>0.6628</b>	<b>0.4706</b>	<b>0.4706</b>	<b>0.4730</b>	<b>0.4789</b>	<b>0.4877</b>	<b>0.5404</b>

**TABLA 2: Composición química y fórmula estructural de Anfíboles**



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	37.697	36.536	35.390	36.583	36.537	36.431	36.807	36.403	34.963	34.976	35.051	35.242
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.576	13.571	17.749	17.686	17.638	14.730	15.054	14.990	19.408	19.655	19.655	18.513
TiO <sub>2</sub>	3.852	4.292	2.660	3.047	3.295	2.790	3.324	3.316	1.257	1.224	1.239	3.491
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.039	0.031	0.020	0.026	0.028	0.021	0.019	0.027	0.025	0.030	0	0
FeO(t)	17.069	20.666	18.779	18.269	18.340	21.820	22.800	22.521	20.742	20.673	21.778	22.170
MnO	0.025	0.047	0.218	0.212	0.222	0.287	0.300	0.326	0.413	0.435	0.415	0.389
NiO	0	0	0.027	0	0.027	0	0	0	0	0	0.011	0.019
MgO	13.688	10.987	10.995	10.851	10.518	9.573	9.105	8.066	8.193	7.880	7.135	6.206
CaO	0.021	0.019	0.025	0.005	0.016	0.029	0	0.016	0	0.006	0.009	0.010
Na <sub>2</sub> O	0.131	0.050	0.095	0.105	0.070	0.061	0.077	0.051	0.077	0.063	0.089	0.129
K <sub>2</sub> O	9.204	9.270	8.875	9.458	9.608	9.095	9.298	9.264	9.344	9.378	9.507	9.241
BaO	0.136	0.095	0.231	0.285	0.135	0.087	0.262	0.078	0.028	0.021	0.025	0.456
SrO	0.018	0	0.002	0	0	0.065	0.004	0	0.029	0.032	0	0.005
TOTAL	95.456	95.564	95.066	96.527	96.434	94.989	97.050	95.058	94.479	94.373	94.914	95.871
Si	5.6797	5.6102	5.3934	5.4777	5.4780	5.6503	5.6124	5.6612	5.4119	5.4167	5.4270	5.4291
Al	2.4108	2.4560	3.1880	3.1211	3.1167	2.6926	2.7054	2.7475	3.5407	3.5876	3.5867	3.3612
Ti	0.4364	0.4956	0.3049	0.3431	0.3715	0.3254	0.3812	0.3878	0.1463	0.1426	0.1443	0.4044
Cr <sub>3+</sub>	0.0046	0.0038	0.0024	0.0031	0.0033	0.0026	0.0023	0.0033	0.0031	0.0037	0	0
Fe <sub>2+</sub>	2.1507	2.6538	2.3934	2.2877	2.2996	2.8302	2.9074	2.9290	2.6851	2.6775	2.8199	2.8562
Mn	0.0032	0.0061	0.0281	0.0269	0.0282	0.0377	0.0387	0.0429	0.0541	0.0571	0.0544	0.0508
Ni	0	0	0.0033	0	0.0033	0	0	0	0	0	0.0014	0.0024
Mg	3.0740	2.5146	2.4975	2.4217	2.3505	2.2130	2.0694	1.8697	1.8903	1.8190	1.6466	1.4250
Ca	0.0034	0.0031	0.0041	0.0008	0.0026	0.0048	0	0.0027	0	0.0010	0.0015	0.0017
Na	0.0383	0.0149	0.0281	0.0305	0.0203	0.0183	0.0228	0.0154	0.0231	0.0189	0.0267	0.0385
K	1.7690	1.8158	1.7254	1.8065	1.8376	1.7994	1.8086	1.8378	1.8450	1.8527	1.8777	1.8160
Ba	0.0080	0.0057	0.0138	0.0167	0.0079	0.0053	0.0157	0.0048	0.0017	0.0013	0.0015	0.0275
Sr	0.0016	0	0.0002	0	0	0.0058	0.0004	0	0.0026	0.0029	0	0.0004
TOTAL	15.5797	15.5797	15.5825	15.5357	15.5195	15.5856	15.5641	15.5021	15.6039	15.5809	15.5876	15.4132
mg	0.5879	0.4859	0.5077	0.5113	0.5024	0.4355	0.4126	0.3861	0.4083	0.3994	0.3642	0.3289

**TABLA 3: Composición química y formula estructural de Biotitas.**

posición, en el rango de valores 0.43-0.38 para el parámetro mg. Las biotitas de las Tonalitas (Fig. 9c), con escasa variación composicional (mg = 0.51-0.50) se proyectan en una posición intermedia entre los Cuarzo Gabros y las Granodioritas, y con un valor de Al<sup>VI</sup> + Ti ligeramente más elevado que el correspondiente a los dos litotipos citados. Por último, las biotitas de los Sienogranitos (Fig. 9d), muestran una moderada variación composicional, tanto en los valores del parámetro mg (0.40-0.32), como en los de Al<sup>VI</sup> + Ti. En líneas generales, la diferenciación magmática, en la secuencia Cuarzo-Gabros, Granodioritas, Sienogranitos, se refleja, en la composición de las bio-

titas, en una disminución del valor del parámetro mg, acompañada por el aumento del valor Al<sup>VI</sup> + Ti, en igual sentido. Las biotitas de las Tonalitas se proyectan ligeramente separadas de la tendencia descrita por los tres litotipos mayores, hecho que solo podrá ser interpretado una vez se pueda establecer la petrogénesis de este litotipo.

**IV. Plagioclasas**

Las Plagioclasas son constituyentes principales de las paragénesis de los cuatro litotipos estudiados. Composiciones seleccionadas se han expresado, para los Cuarzo-Gabros (Tabla 4, Columnas 1 a 6), las Tonaliti-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	46.231	47.900	49.367	51.523	53.208	54.780	56.600	57.390	58.166	59.161	64.419	64.916
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32.839	31.887	30.889	29.608	29.087	27.532	28.159	27.590	27.223	26.465	18.883	18.696
TiO <sub>2</sub>	0.014	0.029	0.041	0.039	0.024	0.024	0	0.001	0	0	0.002	0.010
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0.013	0.006	0.002	0	0	0.008	0	0	0.004	0	0
FeO(t)	0.414	0.273	0.437	0.305	0.169	0.241	0.028	0	0.019	0.032	0.036	0.043
MnO	0.003	0	0.012	0	0.007	0	0.005	0	0	0.018	0.008	0.003
NiO	0.012	0.011	0	0.017	0	0	0	0	0	0.009	0.008	0.034
MgO	0.027	0.021	0.041	0.032	0.007	0.032	0.003	0.003	0	0	0	0
CaO	17.777	16.685	15.413	13.709	12.804	11.152	10.132	9.478	8.933	8.057	0.051	0.010
Na <sub>2</sub> O	1.621	2.371	2.975	3.849	4.595	5.529	6.430	6.723	7.145	7.650	0.995	0.565
K <sub>2</sub> O	0.075	0.085	0.170	0.310	0.166	0.240	0.171	0.211	0.222	0.259	14.747	15.534
BaO	0.017	0.019	0.028	0.030	0.010	0.037	0.027	0.025	0.003	0.017	0.703	0.277
SrO	0.122	0.116	0.077	0.100	0.115	0.123	0.016	0.004	0.064	0.054	0.085	0.079
TOTAL	99.152	99.410	99.456	99.524	100.192	99.690	101.579	101.425	101.775	101.726	99.937	100.167
Si	2.1543	2.2175	2.2775	2.3627	2.4133	2.4891	2.5120	2.5453	2.5687	2.6089	2.9786	2.9918
Al	1.8035	1.7398	1.6795	1.6002	1.5549	1.4744	1.4729	1.4422	1.4169	1.3755	1.0290	1.0155
Ti	0.0005	0.0010	0.0014	0.0013	0.0008	0.0008	0	0	0	0	0.0001	0.0003
Cr <sup>3+</sup>	0	0.0005	0.0002	0.0001	0	0	0.0003	0	0	0.0001	0	0
Fe <sup>2+</sup>	0.0161	0.0106	0.0169	0.0117	0.0064	0.0092	0.0010	0	0.0007	0.0012	0.0014	0.0017
Mn	0.0001	0	0.0005	0	0.0003	0	0.0002	0	0	0.0007	0.0003	0.0001
Ni	0.0004	0.0004	0	0.0006	0	0	0	0	0	0.0003	0.0003	0.0013
Mg	0.0019	0.0014	0.0028	0.0022	0.0005	0.0022	0.0002	0.0002	0	0	0	0
Ca	0.8875	0.8276	0.7618	0.6736	0.6222	0.5429	0.4818	0.4504	0.4227	0.3807	0.0025	0.0005
Na	0.1465	0.2128	0.2661	0.3422	0.4041	0.4871	0.5533	0.5781	0.6118	0.6541	0.0892	0.0505
K	0.0045	0.0050	0.0100	0.0181	0.0096	0.0139	0.0097	0.0119	0.0125	0.0146	0.8698	0.9132
Ba	0.0003	0.0003	0.0005	0.0005	0.0002	0.0007	0.0005	0.0004	0.0001	0.0003	0.0127	0.0050
Sr	0.0033	0.0031	0.0021	0.0027	0.0030	0.0032	0.0004	0.0001	0.0016	0.0014	0.0023	0.0021
TOTAL	5.0189	5.0202	5.0193	5.0160	5.0153	5.0234	5.0329	5.0286	5.0350	5.0376	4.9863	4.9820
OR	0.43	0.48	0.96	1.75	0.93	1.33	0.93	1.15	1.19	1.39	90.46	94.71
AB	14.10	20.36	25.64	33.10	39.01	46.66	52.96	55.56	58.43	62.33	9.28	5.24
AN	85.47	79.16	73.40	65.15	60.07	52.01	46.11	43.29	40.37	36.28	0.26	0.05

TABLA 4: Composición química y fórmula estructural de Plagioclasas y Feldespatos (I).

tas (Tabla 4, Columnas 7 a 9), las Granodioritas (Tabla 5, Columnas 1 a 4) y los Sienogranitos (Tabla 5, Columnas 7 a 9) junto a su fórmula estructural.

Las plagioclasas de los Cuarzo-Gabros (Fig. 8a), muestran un amplio rango de variación composicional ( $An_{85.4} - An_{52}$ ) y valores elevados de Sr (0.0013-0.00020 por unidad de fórmula). Esta variación se produce generalmente según un zonado normal, pero también se han apreciado algunos zonados con carácter inverso. Las Plagioclasas de las Granodioritas (Fig. 8d), presentan un menor rango de variación ( $An_{50.6} - An_{37.2}$ ), generalmente representado por un zonado normal. Los Sienogranitos (Fig. 8c) presentan plagioclasas con un rango de va-

riación composicional muy destacado ( $An_{40.6} - An_{13}$ ). Las plagioclasas de las Tonalitas (Fig. 8b) son, composicionalmente, muy similares a las de Granodioritas ( $An_{46.1} - An_{36.2}$ ), si bien la justificación de esta similitud, exige, como se ha expuesto, la realización de estudios petrogenéticos.

## V. Feldespatos alcalinos

Los Feldespatos alcalinos son minerales constituyentes —mayoritarios o no— de las paragénesis de los cuatro litotipos considerados. Algunas composiciones representativas se han indicado, para las Tonalitas (Tabla 4, Columnas 11 y 12), las Granodioritas (Tabla 5, Columnas 5 y 6) y los sienograniti-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	55.368	56.562	57.502	58.865	64.458	64.450	57.785	61.316	64.969	65.414	64.356	64.611
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.489	27.078	27.114	25.470	18.180	19.970	26.184	23.889	21.464	18.460	18.194	17.984
TiO <sub>2</sub>	0.004	0.004	0.001	0	0	0.004	0	0	0.002	0	0.004	0.010
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0.006	0	0	0	0	0.006	0	0	0.003	0
FeO(t)	0.043	0.034	0.038	0.055	0.002	0.011	0.010	0.043	0.006	0.016	0.018	0
MnO	0.003	0	0	0.010	0.023	0	0.005	0	0.016	0.010	0	0
NiO	0	0	0.011	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0.005
MgO	0.004	0.006	0.005	0.002	0	0	0.011	0.002	0	0.0009	0	0
CaO	10.691	9.880	9.179	8.083	0.068	0.009	8.520	5.746	2.787	0.119	0.108	0.129
Na <sub>2</sub> O	5.695	6.310	6.976	7.420	0.790	0.672	6.732	8.451	10.069	2.818	1.364	0.449
K <sub>2</sub> O	0.104	0.111	0.237	0.160	15.328	15.406	0.235	0.286	0.329	12.005	14.579	15.766
BaO	0.026	0.014	0.007	0.009	0.372	0.191	0.020	0	0.003	0.103	0.086	0.043
SrO	0.050	0.076	0.116	0.057	0.038	0.028	0.120	0.070	0.009	0.029	0.047	0.012
TOTAL	99.477	100.075	101.192	100.131	99.286	98.741	99.622	99.811	99.654	98.983	98.759	99.009
Si	2.5101	2.5441	2.5583	2.6337	3.0008	3.0106	2.6004	2.7330	2.8736	3.0063	2.9985	3.0106
Al	1.4688	1.4354	1.4217	1.3431	0.9971	0.9893	1.3888	1.2549	1.1189	0.9999	0.9991	0.9876
Ti	0.0001	0.0001	0	0	0	0.0001	0	0	0.0001	0	0.0001	0.0004
Cr <sup>3+</sup>	0	0	0.0002	0	0	0	0	0.0002	0	0	0.0001	0
Fe <sup>2+</sup>	0.0016	0.0013	0.0014	0.0021	0.0001	0.0004	0.0004	0.0016	0.0002	0.0006	0.0007	0
Mn	0.0001	0	0	0.0004	0.0009	0	0.0002	0	0.0006	0.0004	0	0
Ni	0	0	0.0004	0	0	0	0	0.0001	0	0	0	0.0002
Mg	0.0003	0.0004	0.0003	0.0001	0	0	0.0007	0.0001	0	0.0006	0	0
Ca	0.5193	0.4761	0.4375	0.3875	0.0034	0.0005	0.4108	0.2744	0.1321	0.0059	0.0054	0.0064
Na	0.5006	0.5503	0.6018	0.6437	0.0713	0.0609	0.5874	0.7303	0.8635	0.2511	0.1232	0.0406
K	0.0060	0.0064	0.0135	0.0091	0.9099	0.9180	0.0135	0.0163	0.0186	0.7038	0.8665	0.9371
Ba	0.0005	0.0002	0.0001	0.0002	0.0068	0.0035	0.0004	0	0.0001	0.0019	0.0016	0.0008
Sr	0.0013	0.0020	0.0030	0.0015	0.0010	0.0008	0.0031	0.0018	0.0002	0.0008	0.0013	0.0003
TOTAL	5.0087	5.0164	5.0383	5.0212	4.9912	4.9841	5.0056	5.0127	5.0079	4.9712	4.9966	4.9840
OR	0.59	0.62	1.28	0.88	92.42	93.74	1.33	1.59	1.83	73.25	87.08	95.22
AB	48.80	53.28	57.16	61.87	7.24	6.21	58.06	71.53	85.15	26.14	12.38	4.12
AN	50.62	46.10	41.56	37.25	0.34	0.05	40.61	26.88	13.02	0.61	0.54	0.65

TABLA 5: Composición química y formula estructural de Plagioclasas y Feldespatos (y II).

ros (Tabla 5, Columnas 10 a 12). Los Feldespatos de las Granodioritas (Fig. 8d) presentan rangos de variación pequeños en el contenido en Ortosa (Or<sub>92.4</sub> - Or<sub>93.2</sub>). Este carácter es apreciable también para los Feldespatos de las Tonalitas (Fig. 8b) con un rango de variación Or<sub>90.4</sub> - Or<sub>94.7</sub>. Los Feldespatos de los Sienogranitos (Fig. 8c) muestran la mayor variedad composicional en este grupo mineral, puesto que aparecen composiciones que varían desde la Ortosa (Or<sub>87</sub> - Or<sub>95.2</sub>) a la Microclina (Or<sub>73.2</sub>). Es destacable, en todos los análisis, el contenido en Ba de los Feldespatos (0.0008-0.0127 por unidad de fórmula) que, además, alcanza valores mayores en los litotipos menos diferenciados (Granodioritas y Tonalitas).

## VI. Moscovita

La moscovita aparece, como mineral constituyente de la paragénesis, en las Tonalitas (accesorio) y en los Sienogranitos (principal). En ambos casos se han realizado análisis de su composición; algunas composiciones representativas se han indicado en la Tabla 6, para las Tonalitas (Columnas 1 a 3) y Sienogranitos (Columnas 4 a 7).

La presentación de sus composiciones se ha realizado en el diagrama Ti-Fe-Mg de SPEER, J. A. (1984). En dicho diagrama, las moscovitas de las Tonalitas (Fig. 10a), muestran valores pobres en Titanio y relativamente magnesianos. Las moscovitas de los sienogranitos (Fig. 10b) muestran una distri-

	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	46.808	47.509	46.813	46.430	46.523	46.932	46.073
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33.407	33.119	33.067	34.880	34.915	35.055	34.681
TiO <sub>2</sub>	0.668	0.468	0.249	0.195	0.154	0.100	0.002
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.006	0.005	0	0.005	0	0.003	0
FeO(t)	1.489	1.702	1.655	1.043	1.137	1.079	1.140
MnO	0.028	0.001	0.001	0.005	0	0	0.025
NiO	0.020	0.038	0.011	0	0	0	0
MgO	1.505	1.875	1.827	0.595	0.668	0.608	0.746
CaO	0.006	0.351	0.008	0.004	0.004	0	0.007
Na <sub>2</sub> O	0.260	0.338	0.310	0.757	0.620	0.698	0.731
K <sub>2</sub> O	10.669	10.427	10.715	10.246	10.499	10.451	10.250
BaO	0.629	0.387	0.443	0.080	0.102	0.066	0.073
SrO	0	0	0	0	0.021	0.035	0
<b>TOTAL</b>	<b>95.495</b>	<b>96.220</b>	<b>95.099</b>	<b>94.240</b>	<b>94.643</b>	<b>94.927</b>	<b>93.728</b>
Si	6.2591	6.2944	6.2839	6.2326	6.2294	6.2447	6.2250
Al	5.2649	5.1715	5.2314	5.5183	5.5100	5.5091	5.5226
Ti	0.0672	0.0466	0.0251	0.0197	0.0155	0.0100	0.0002
Cr <sup>3+</sup>	0.0006	0.0005	0	0.0005	0	0.0003	0
Fe <sup>2+</sup>	0.1665	0.1886	0.1858	0.1171	0.1273	0.1203	0.1288
Mn	0.0032	0.0001	0.0001	0.0006	0	0	0.0029
Ni	0.0022	0.0040	0.0012	0	0	0	0
Mg	0.3000	0.3703	0.3655	0.1190	0.1333	0.1208	0.1502
Ca	0.0009	0.0498	0.0012	0.0006	0.0006	0	0.0010
Na	0.0674	0.0868	0.0807	0.1970	0.1610	0.1805	0.1915
K	1.8199	1.7623	1.8348	1.7545	1.7933	1.7777	1.7666
Ba	0.0330	0.0201	0.0233	0.0042	0.0054	0.0034	0.0039
Sr	0	0	0	0	0.0016	0.0027	0
<b>TOTAL</b>	<b>13.9846</b>	<b>13.9952</b>	<b>14.0330</b>	<b>13.9641</b>	<b>13.9773</b>	<b>13.9696</b>	<b>13.9926</b>

TABLA 6: Composición química y fórmula estructural de Moscovitas.

	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	38.054	37.673	36.927
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.093	20.853	20.467
TiO <sub>2</sub>	0.098	0.108	0.106
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.004	0.004
FeO(t)	31.656	33.093	34.138
MnO	1.491	1.908	4.807
NiO	0	0	0.011
MgO	6.175	4.942	2.094
CaO	1.839	1.701	1.690
Na <sub>2</sub> O	0.015	0	0.036
K <sub>2</sub> O	0.004	0.003	0.004
BaO	0.004	0.025	0.009
SrO	0	0.049	0
<b>TOTAL</b>	<b>100.346</b>	<b>100.259</b>	<b>100.293</b>
Si	2.9947	2.9959	2.9981
Al	1.9564	1.9544	1.9584
Ti	0.0058	0.0065	0.0065
Cr <sup>3+</sup>	0.0004	0.0003	0.0003
Fe <sup>2+</sup>	2.0834	2.2009	2.3179
Mn	0.0994	0.1285	0.3306
Ni	0	0	0.0007
Mg	0.7243	0.5858	0.2534
Ca	0.1551	0.1449	0.1470
Na	0.0023	0	0.0057
K	0.0004	0.0003	0.0004
Ba	0.0001	0.0008	0.0003
Sr	0	0.0023	0
<b>TOTAL</b>	<b>8.0224</b>	<b>8.0205</b>	<b>8.0192</b>
PI+GR	28.39	23.54	12.79
ALM	68.04	71.92	76.02
ESP	3.25	4.20	10.84
AN+UV	0.32	0.34	0.34

TABLA 7: Composición química y fórmula estructural de Granates.

bución en dos grupos: a) moscovitas con valores de Ti próximos o iguales a 0 y b) moscovitas con valores de Ti superiores a 0, si bien, reducidos. Según SPEER, J. A. (1984), el Ti es un indicador genético para estos minerales; así, las composiciones más enriquecidas en Ti, corresponden a cristales de origen magmático, mientras que las composiciones con valores de Ti muy reducidos corresponden a cristales de origen secundario. Estos dos tipos genéticos se pueden corresponder con los dos tipos observados para los Sienogranitos.

## VII. Granate

Como ya se ha expuesto, el granate es un mineral xenocristalino, con carácter ocasional en los Sienogranitos. Se han realizado varios análisis, algunos de los cuales, con carácter representativo se exponen en la Tabla 7. La representación gráfica de las composiciones obtenidas se puede observar en la Fig. 11. Todas las composiciones, corresponden a términos de afinidad almandínica ( $Alm_{68.04} - Alm_{76.02}$ ), con valores en Grosularia menores del 5%.

## CONSIDERACIONES

El Macizo plutónico de La Maladeta (Huesca-Lérida), en su sector central (Tahüll-Lago Negro), responde a un plutón circunscrito, cuyo carácter polifásico, está representado por los cuatro pulsos siguientes: a) los Cuarzo-Gabros, ubicados en su extremo sur (sector de Tahüll) b) las Granodioritas, en sus dos subfacies, con contenidos diferentes en anfíbol y biotita, comprenden, en conjunto, el volumen dominante y el pulso más representativo, c) las tonalitas ricas en biotita y, por último, d) los sienogranitos (de dos micas) situados en su zona más central (norte del sector estudiado).

La composición modal y, en especial, la composición química de las fases minerales principales (píroxeno, anfíbol, plagioclasa, biotita, moscovita y feldespato) corroboran una evolución magmática gradual, desde las composiciones más indiferenciadas (Cuarzo-Gabros) hasta las más tardías (Sienogranitos). La composición, modal y mineral de las Tonalitas plantea la necesidad de un es-

tudio más exhaustivo, con orientación petrogenética, de este litotipo.

Se observa una buena correspondencia entre la evolución petrológica (a nivel espacial) y la de composición mineral, obtenidas por nosotros, con la secuencia de edades radiométricas (Rb/Sr y U/Pb) determinadas por MICHARD-VITRAC, A. *et al.*, (1980). Esta zonación tiene, a su vez, una muy buena correspondencia con las pautas de evolución geoquímica (elementos mayores y trazas) obtenidas en estudios preliminares (ARRANZ, E., 1991; ARRANZ, E. *et al.*, 1991a, b y c).

## AGRADECIMIENTOS

Al institut d'Estudis Illerdencs, por la Ayuda aportada (1991). Este trabajo ha sido realizado con una Beca de Investigación (E. ARRANZ) del CONAI (Diputación General de Aragón). Este trabajo se ha beneficiado de una Ayuda a la Investigación de la Universidad de Zaragoza.

## BIBLIOGRAFIA

- ARRANZ, E. (1991). Petrología, Geoquímica y Estructura de los granitoides del Macizo de La Maladeta en su sector Tahüll-Lago Negro (Provincia de Lérida). *Tesis de Licenciatura*, Universidad de Zaragoza, Vol. 1 (173 pp.) y Vol. 2 (Anexo).
- ARRANZ, E.; LAGO, M. y POCOVI, A. (1991a). Características petrológicas y geoquímicas de los granitoides, en el sector de Bohí-Lago Negro, del Macizo de La Maladeta (Lérida). *Bol. Soc. Esp. Mineralogía*, Vol. 14-1, pp. 107.
- ARRANZ, E.; LAGO, M. y POCOVI, A. (1991b). Características Geoquímicas de los Granitoides de La Maladeta en su sector de Tahüll-Lago negro (Lérida). *IV Congreso de Geoquímica de España*, Vol. Comunicaciones presentadas (en prensa).
- ARRANZ, E.; LAGO, M. y POCOVI, A. (1991c). Petrología y Estructura del Macizo de La Maladeta en el sector de Tahüll-Estany Negre Cavallers (Pirineo de Lérida). *ILERDA (Ciencias)*, XLIX, (en prensa).
- ARRANZ, E. y LAGO, M. (1991d). Características del emplazamiento, petrología y Geoquímica de Espessartitas en el Plutón de La Maladeta: Estudio preliminar. *XIII Reunión de Xeología e Minería de NW Peninsular. Lab. Xeol. Laxe*, Comunicación presentada.
- CHARLET, J. M. (1979). Le Massif Granitique de La Maladeta (Pyrenes Centrales Espagnoles). Synthèse des données géologiques. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, T. 102, pp. 313-323.
- MICHARD-VITRAC, A.; ALBAREDE, F.; DUPUIS, C. y TAYLOR, H. P. Jr. (1980). The genesis of Variscan (Hercynian) plutonic rocks: Inferences from Sr, Pb, and O studies on the Maladeta Igneous Complex, Central Pyrenes (Spain). *Contrib. Mineral. Petrol.*, 72, pp. 57-72.
- SPEER, J. A. (1984). Micas in Igneous Rocks. En: BALLEW, S. W. (Ed.): *Micas. Reviews in Mineralogy*, Vol 13. Mineralogical Society of América, Washington.
- WATERLOT, M. y CHARLET, J. M. (1983). El Carbonífero de los Pirineos. En: *Carbonífero y Pérmico de España. X.º Congr. Int. Estratigrafía y Geología del Carbonífero*, I. G. M. E., Madrid, pp. 279-327.

Recibido, 3-I-92  
Aceptado, 26-VIII-92