

Características de los magmatismos alcalino y subalcalino, pre-Hettangiense, del borde SE de la Cordillera Ibérica

M. LAGO *; R. DUMITRESCU *; J. BASTIDA **; E. ARRANZ *;
A. GIL-IMAZ *; A. POCOVI *; M. P. LAPUENTE * y R. VAQUER ***

* *Departamento de Ciencias de la Tierra,
Universidad de Zaragoza; 50009 Zaragoza*

** *Departamento de Geología,
Campus de Burjassot, 46100 Valencia*

*** *Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica,
Campus de Pedralbes, 08071 Barcelona*

RESUMEN

La composición mineral y geoquímica (mayores, trazas y REE) en sills del borde SE de la Cadena Ibérica permite establecer dos afinidades magmáticas: una alcalina en el sector de Teruel-Castellón y otra subalcalina en la provincia de Valencia. En este segundo sector se pueden precisar ejemplos con dos tendencias, una subalcalina con tendencia más próxima a la toleítica y otra más propiamente transicional. Estos magmatismos de edad pre-Hettangiense completan la información obtenida para esta edad en la Cadena Ibérica.

Palabras clave: magmatismo, alcalino, subalcalino, pre-Hettangiense, Cadena Ibérica.

ABSTRACT

The mineral and geochemical composition (major, trace and RE elements), studied in sills of the SE margin of the Iberian Chain, allow the identification of two magmatic affinities: an alkaline affinity in Teruel-Castellón areas, and a clearly different, sub-alkaline affinity for the sills in

Valencia. In this second area, two geochemical tendencies can be separated: The first has a sub-alkaline affinity, near to tholeiitic character. The second is properly transitional. These magmatisms, with a pre-Hettangian age, complete the information about this period in the Iberian Chain.

Key Words: Magmatism, alkaline, sub-alkaline, pre-Hettangian, Iberian Chain.

INTRODUCCIÓN

En el borde SE de la Cordillera Ibérica (Fig. 1A) existen manifestaciones magmáticas cuya edad comprende desde el depósito de los materiales de la facies Keuper y los de la Formación Imón (pre-Hettangiense). En este trabajo se estudian las composiciones mineralógica y geoquímica de dicho magmatismo y se comparan con las de otros magmatismos coetáneos y próximos: el toleítico de la Cadena Pirenaica y el alcalino al NE de la Península Ibérica (Fig. 1A). Las relaciones de estos magmatismos, cuya posición geodinámica está bien establecida, facilitan una comprensión más unitaria del final del Trías en el margen oriental de la Península Ibérica.

En el borde SE de la Cordillera Ibérica (Figs. 1B y C) hay numerosas intrusiones subvolcánicas (superan el centenar) incluidas en los grandes afloramientos de materiales triásicos, generalmente de carácter diápirico. Su número es mucho mayor al de los que se ha podido representar en los mapas geológicos de la serie MAGNA (Aznar *et al.*, 1983; Godoy *et al.*, 1983; Geotechic, 1978; Gautier, 1974; García Vélez *et al.*, 1981 y Geotecnia y Cimientos, 1980) y su composición las sitúa en dos afinidades magmáticas: 1) la alcalina (provincias de Teruel y Castellón: Fig. 1B), y la 2) subalcalina (provincia de Valencia: Fig. 1C) aunque, con esta acepción general se distinguen unas intrusiones subvolcánicas con afinidad más próxima a la toleítica de otras con una composición más transicional. En Ortí & Vaquer (1980) se indica la presencia de un magmatismo triásico, sobre el que existen estudios parciales para el sector de Camarena y Villel en Sánchez Cela (1981, 1982), Sánchez Cela & García (1984) y Sánchez Cela, Auqué & Fernández (1987-88) mientras otros sectores sur-orientales han sido estudiados por Alonso (1982 y 1985). Los estudios de Ortí (1974, 1981 y 1990) permiten situar el emplazamiento de las intrusiones subvolcánicas en el contexto de los materiales en facies Keuper. En Ortí & Pérez López (1994) se referencian trabajos previos de Lago *et al.* (1993)

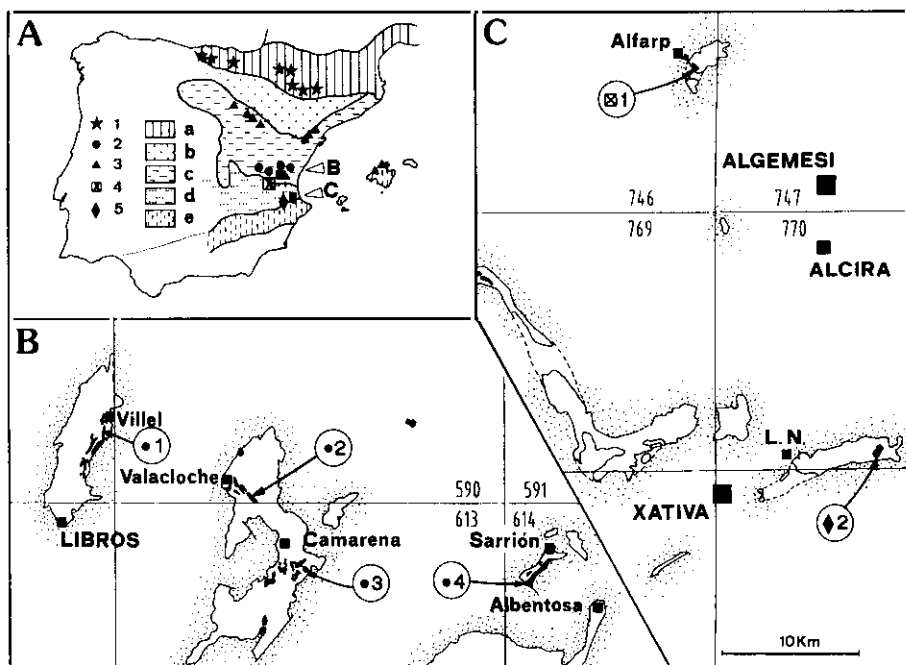


Fig. 1.—Esquema de situación: A) Localización de los afloramientos estudiados en el NE peninsular: 1) magmati toleítico, 2) magmatismo alcalino del sector de Teruel-Castellón; 3) magmatismo alcalino del sector de Moncayo-Tarragona y Sierra Norte de Mallorca; 4) magmatismo subalcalino de Valencia Norte (Alfarp) y 5) magmatismo subalcalino de Valencia Sur (Lugar Nuevo de Fenollet); a) Dominio pirenaico; b) Depresión del Ebro; c) Cadena Ibérica; d) Dominio Tabular del Júcar, y e) Dominio Prebético oriental. B) Localización de las intrusiones subvolcánicas estudiadas en el sector de Teruel-Castellón, y C) Localización de las intrusiones estudiadas en los sectores de Valencia Norte (Alfarp) y Valencia Sur (Lugar Nuevo de Fenollet).

Fig. 1.—Geological sketch: A) location of the studied outcrops in the NE of the Iberian Peninsula: 1) tholeiitic magmatism; 2) alkaline magmatism of Teruel-Castellón sector; 3) alkaline magmatism of Moncayo, Tarragona and North Range of Majorca; 4) sub-alkaline magmatism in the North of Valencia (Alfarp) and 5) sub-alkaline magmatism in the South of Valencia (Lugar Nuevo de Fenollet); a) Pyrenean domain; b) Ebro basin; c) Iberian Chain; d) Júcar tabular domain, and e) Eastern Pre-Betic domain. B) Location of the hypabyssal intrusions studied in Teruel-Castellón area, and C) Location of the studied intrusions in North of Valencia (Alfarp) and South of Valencia (Lugar Nuevo de Fenollet) sectors.

y Dumitrescu *et al.* (1993) para el magmatismo alcalino (sector de Teruel-Castellón: Fig. 1B) cuyos rasgos composicionales se completan en este estudio. El magmatismo en el sector de Valencia (Fig. 1C) es poco conocido (Martel, 1971) y los datos que aportamos en su composición muestran el interés de su estudio.

MARCO GEOLÓGICO

Las intrusiones subvolcánicas estudiadas están ubicadas en afloramientos de Trías de carácter diapírico, pertenecientes a tres dominios estructurales: 1) Zona Sur de la Cadena Ibérica (Sector de Teruel-Castellón; Figs. 1 A y B); el 2) extremo oriental de la «Mesa Manchega» (zona tabular del Júcar, Fig. 1A), y la 3) zona frontal del dominio Prebético oriental (Fig. 1A). En todos los casos se trata de pequeños cuerpos subvolcánicos de formas tabulares cuya longitud oscila entre unos pocos centenares de metros y un km (el sill de Sarrión, núm. 4 en la Fig. 1B, con 3 km de longitud y unos 250 m de espesor, es excepcional).

La práctica totalidad de los afloramientos de Trías presenta muestras de actividad diapírica que, en unos casos, supone retoques de las estructuras tectónicas y en otros puede ser el principal responsable de la extrusión. En Ortí & Pérez López (1994) se resumen los mecanismos responsables del diapirismo en los siguientes términos: *a*) diapirismo ligado a la distensión mesozoica: estructuración halocinética ligada al rifting Liásico, que puede haberse continuado en el Jurásico y hasta el Albiense (Cane rot, 1991). La influencia de este rifting jurásico-cretácico en el desarrollo ulterior de las estructuras compresivas es bien manifiesta (Roca & Guimerá, 1992; Salas & Casas, 1993), sin embargo no existen evidencias claras y generalizables del desarrollo mesozoico de los diapiros influyendo en la sedimentación de esta edad. Un *b*) diapirismo ligado a las fases compresivas: las acumulaciones de materiales salinos en el núcleo de pliegues y a lo largo de grandes fallas direccionales es un rasgo muy destacado de la cartografía, pero siempre resulta discutible la existencia de condicionantes diapíricos previos sobre la localización de las estructuras. Finalmente, el *c*) diapirismo ligado a la distensión neógena: algunos de los afloramientos diapíricos del Trías afectan indiscutiblemente a los rellenos sedimentarios de las fosas neógenas, por lo que su desarrollo o reactivación se relacionan con la distensión neógena (Moissenet, 1985, 1989) y con la actividad de las fracturas de zócalo que lleva asociada (Ortí, 1981). Estas tres situaciones, y posiblemente el carácter polifásico del diapirismo (Rondeel & Van de Gaag, 1986), justifican la fragmentación que han experimentado los sills subvolcánicos en su movilización y ascenso hacia la superficie en el seno de los materiales evaporíticos. La situación inicial parte, probablemente, de sills extensos y poco numerosos. También se puede destacar, en términos de condiciones de emplazamiento, la localización preferente de los cuerpos subvolcánicos en la periferia de los afloramientos de Trías y su alojamiento entre los materiales más plásticos de

las facies Keuper (K1 y K4 de Ortí, 1990), si bien se dan algunos casos de emplazamiento en otros materiales más antiguos (p.e., facies Buntsandstein, en las inmediaciones de Pina de Montalgrao y al Este de Albentosa, no representado en la Fig. 1B). Por otra parte, la calidad de los afloramientos es variable, siendo muy deficientes las condiciones de exposición en los dominios meridionales.

En segundo lugar consideramos los afloramientos del sector de Valencia (con afinidad subalcalina, Fig. 1C) que, localizados en las hojas de cartografía MAGNA núms. 746, 769 y 770 [IGME, 1976-81] (Fig. 1C), tienen unas condiciones de exposición muy deficientes. Hemos seleccionado dos sills de composiciones contrastadas. Un primer ejemplo es el afloramiento próximo a Alfarp (núm. 1 en la Fig. 1C) que tiene una extensión de pocos centenares de metros y está emplazado afectando a materiales en facies Keuper. El otro caso es el sill de Lugar Nuevo de Fenollet (núm. 2 o LN en la Fig. 1C). Este sill presenta una longitud inferior a 300 m de los que 157 m están cubiertos por un coluvión cuaternario y los derrubios resultantes de una canteración abandonada si bien al SO se observa un buen contacto de la intrusión por debajo de las calizas atribuidas al Rhetiense (Ríos *et al.*, 1982).

CARACTERES DE COMPOSICIÓN MINERAL

El estudio de la composición comprende a los dos grupos de sills antes considerados; es decir, a los sills del sector de Teruel-Castellón (Fig. 1B) y a los de la provincia de Valencia (Fig. 1C). En este segundo caso entendemos que es interesante mostrar la composición individualizada de los dos ejemplos antes seleccionados (el de Alfarp y el de Lugar Nuevo de Fenollet, Fig. 1C) porque indican situaciones de distinta tendencia subalcalina.

Las doleritas del sector de Teruel-Castellón presentan una variedad petrográfica amplia que se puede resumir en 4 litotipos: 1) los bordes enfriados (con fenocristales aislados y, en ocasiones asociados, de Ti-augita y plagioclasa, rodeados por microcristales de ferromagnesianos, microilitos de plagioclasa y una elevada proporción de opacos); 2) una facies de transición desde la anterior a la central, con textura microdolerítica, a veces subofítica, con Ti-augita y plagioclasa como componentes dominantes y la biotita en proporción proporción variable; los opacos son principalmente Ti-magnetita e ilmenita, siendo minoritarios los sulfuros (pirita y calcopirita) y, finalmente, cuando se presenta, el apatito puede alcanzar

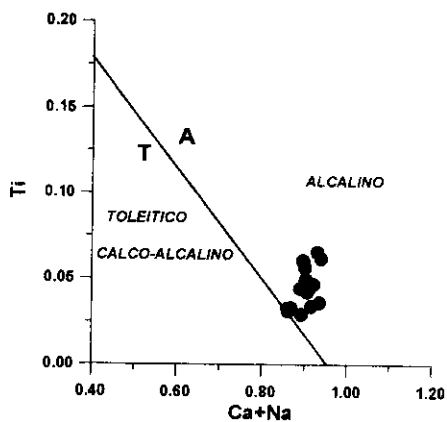
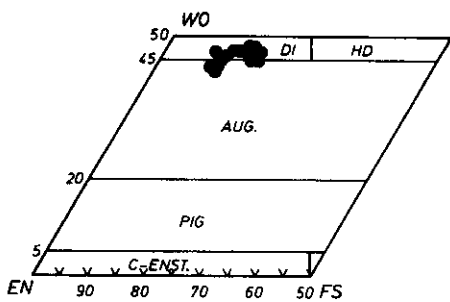


Fig. 2A1 y 2A2

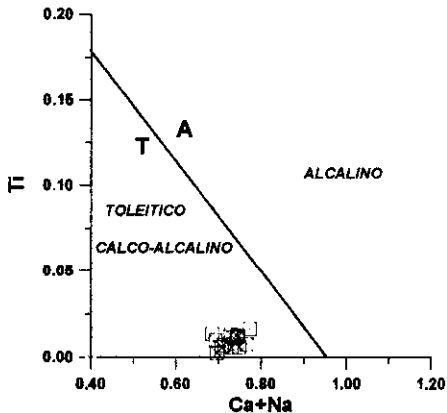
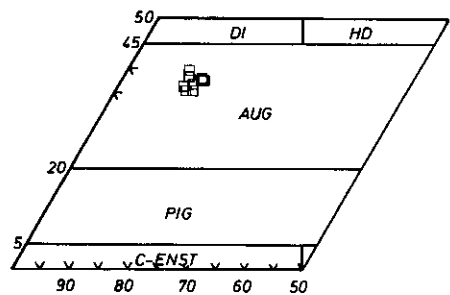


Fig. 2B1 y 2B2

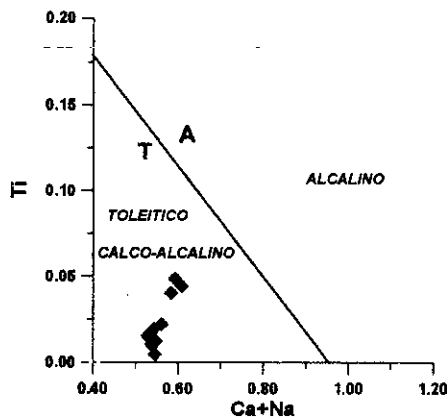
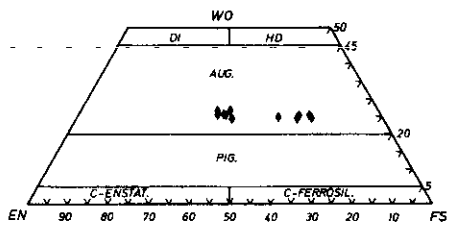


Fig. 2C1 y 2C2

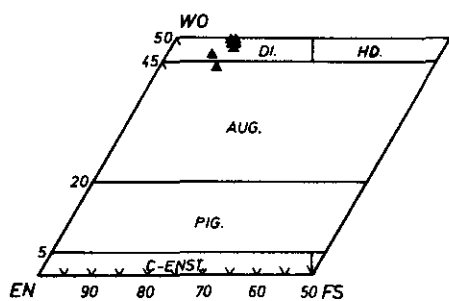


Fig. 2D1 y 2D2

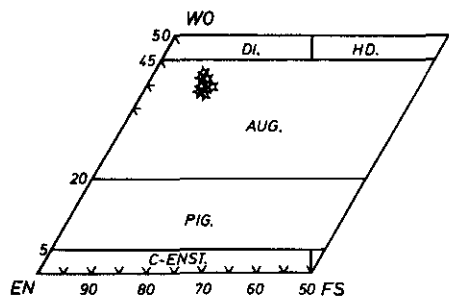
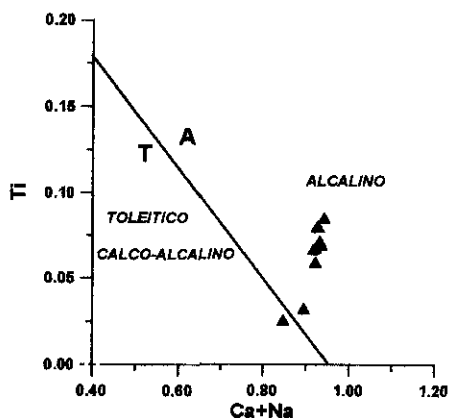


Fig. 2E1 y 2E2

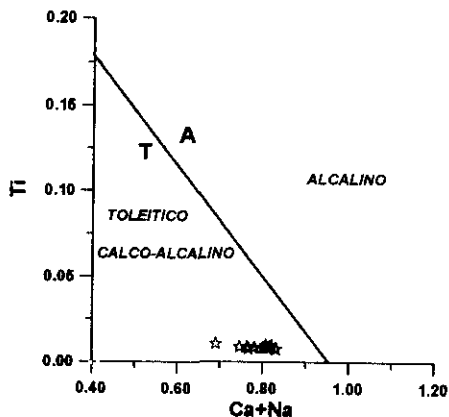


Fig. 2.—Proyección y representación de clinopiroxenos.—En A1 y A2 (círculo): augitas de Teruel-Castellón (Tabla 1), B1 y B2 (cuadrado): afloramiento de Alfarp (Tabla 2), C1 y C2 (rombo): afloramiento Lugar Nuevo de Fenollet (Tabla 3), D1 y D2 (triángulo): sector de Tarragona (Lago *et al.*, 1995), y E1 y E2 (estrella): toleítico de El Grado (Lago *et al.*, 1989).

Fig. 2.—Clinopyroxene composition.—In A1 and A2 (circle): augites form Teruel-Castellon (Table 1), B1 and B2 (square): Alfarp outcrop (Table 2), C1 and C2 (diamond): Lugar Nuevo de Fenollet outcrop (Table 3), D1 and D2 (triangle): Tarragona sector (Lago *et al.*, 1995), E1 and E2 (star): tholeiitic magmatism of El Grado (Lago *et al.*, 1989).

dimensiones de hasta 3 mm (con una composición más rica en F que en Cl), 3) la facies central, con textura dolerítica bien desarrollada y menos frecuente la subofítica, consta de Ti-Augita (rango en $\text{En}_{46}\text{Wo}_{43}\text{Fs}_{11}$ a $\text{En}_{37}\text{Wo}_{46}\text{Fs}_{17}$; proyección en Figs. 2A1 y 2A2, y valores en Tabla 1), plagioclasa sódica (An_{57-51}) por alteración secundaria, ortosa (Or_{83}), la biotita es frecuente, los opacos (Ti-magnetita e ilmenita) son subordinados y el apatito presenta cierta seriación granulométrica y un contenido mayor en F respecto al Cl. Por último, 4) los diferenciados pegmatoides tienen una textura dolerítica, de gran desarrollo, y, en lo esencial, aumenta la proporción de la biotita y la ortosa respecto a la de Ti-augita. La composición de los clinopiroxenos permite destacar dos aspectos: *a*) un rango de diferenciación amplio (Fig. 2A1), y *b*) la afinidad alcalina (Fig. 2A2), según la relación $[\text{Ti}-(\text{Ca} + \text{Na})]$ propuesta por Letterrier *et al.* (1982) que será empleada en la comparación con clinopiroxenos de otros magmatismos. La biotita presenta una afinidad alcalina (alto contenido en Ti, K y Na; Lago *et al.*, 1993). Los procesos de alteración secundaria (sericitización, albitización, uralitización y ferruginización) son frecuentes.

En el sector de Valencia (Fig. 1C) consideramos dos situaciones distintas. Un primer caso está representado por el afloramiento próximo a la población de Alfarp (núm. 1 en la Fig. 1C). La roca presenta las texturas ofítica, subofítica y dolerítica en muestras de su facies central y no se han observado diferenciados pegmatoides. Consta de augita (rango en $\text{En}_{51}\text{Wo}_{38}\text{Fs}_{11}$ a $\text{En}_{48}\text{Wo}_{37}\text{Fs}_{15}$; proyección en las Figs. 2B1 y 2B2 y valores en la Tabla 2) y plagioclasa (An_{63-59}) como minerales principales, la biotita es escasa y los opacos (magnetita e ilmenita) son accesorios. El apatito está ausente o es esporádico. La augita presenta una escasa diferenciación (Fig. 2B1) y su contenido de Ti y en $(\text{Ca} + \text{Na})$ indica una afinidad subalcalina (Fig. 2B2) bien distinta a las augitas del caso anterior. El otro ejemplo comprende al afloramiento del Lugar Nuevo de Fenollet (núm. 2 en la Fig. 1C). En los bordes enfriados son frecuentes los cristales de plagioclasa con desarrollo esquelético y existen aislados fenocristales de augita rica en Fe. En la facies central (con textura dolerítica) la augita es, junto con la plagioclasa, el mineral dominante y presenta un rango amplio de diferenciación (Fig. 2C1) con rango en $\text{En}_{40}\text{Wo}_{25}\text{Fs}_{35}$ a $\text{En}_{18}\text{Wo}_{25}\text{Fs}_{57}$ (valores en la Tabla 3), un alto contenido en Ti y valores bajos en $(\text{Ca} + \text{Na})$ lo que supone un carácter subalcalino (Fig. 2C2) claramente distinto al del caso anterior. Otra diferencia es la presencia frecuente de anfíbol rico en Fe que está ausente en el afloramiento de Alfarp.

Análisis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	51.222	51.452	51.465	49.715	50.017	49.753	51.123	50.136	50.738	49.583	50.197	49.709	49.749	48.559	48.728	50.849
Al ₂ O ₃	1.892	1.888	2.155	3.045	4.063	2.920	2.944	2.468	2.707	4.157	2.822	3.300	2.666	4.415	4.036	2.251
TiO ₂	1.180	1.124	1.198	1.045	2.156	1.509	1.216	1.553	2.009	2.183	1.559	1.660	1.758	2.316	2.180	1.293
Cr ₂ O ₃	0.388	0.432	0.257	0.776	0	0.023	0.736	0	0.085	0.232	0.052	0	0.035	0	0.038	0
Fe ₂ O ₃	2.633	2.107	2.577	4.100	0.941	3.996	1.082	1.616	0.427	2.835	2.663	2.526	2.800	1.819	2.684	2.595
FeO	4.489	4.444	4.899	3.108	6.795	6.393	4.661	9.054	8.113	4.591	6.905	7.105	5.570	7.000	6.873	8.043
MnO	0.120	0.212	0.077	0.027	0.158	0.206	0.027	0.170	0.217	0.181	0.225	0.167	0.173	0.084	0.104	0.224
NiO	0	0	0.141	0	0.180	0	0	0	0	0.019	0	0.105	0.091	0.100	0	0
MgO	16.451	16.537	16.109	15.180	13.853	13.531	15.180	12.897	13.675	14.574	13.585	13.032	14.378	12.693	12.552	12.686
CaO	21.250	21.252	21.625	22.411	21.817	21.784	22.411	21.362	21.867	21.506	22.160	22.289	21.879	22.458	22.550	22.510
Na ₂ O	0.252	0.319	0.233	0.382	0.409	0.484	0.382	0.348	0.361	0.654	0.344	0.385	0.331	0.337	0.432	0.485
K ₂ O	0	0.021	0.007	0	0.027	0.004	0	0.052	0.027	0.027	0.036	0.001	0.020	0.005	0	0.004
TOTAL	99.614	99.877	100.485	99.339	100.322	100.203	99.653	99.494	100.183	100.258	100.281	100.026	99.170	99.604	99.908	100.680
Fórmula estructural 6 oxígenos																
Si	1.8926	1.9043	1.8893	1.8448	1.8534	1.8544	1.8899	1.8920	1.8907	1.8266	1.8694	1.8589	1.8639	1.8235	1.8265	1.8954
Al(IV)	0.0824	0.0819	0.0932	0.1332	0.1466	0.1283	0.1101	0.1080	0.1093	0.1734	0.1239	0.1411	0.1177	0.1765	0.1735	0.0989
Al(VI)	0	0	0	0	0.0308	0	0.0182	0.0018	0.0096	0.0071	0	0.0043	0	0.0189	0.0048	0
Ti	0.0331	0.0311	0.0331	0.0292	0.0601	0.0423	0.0338	0.0441	0.0563	0.0605	0.0437	0.0467	0.0495	0.0654	0.0615	0.0362
Cr	0.0113	0.0126	0.0075	0.0228	0	0.0007	0.0215	0	0.0025	0.0068	0.0015	0	0.0010	0	0.0011	0
Fe ⁺⁺⁺	0.0732	0.0583	0.0712	0.1145	0.262	0.1121	0.0301	0.0459	0.0120	0.0786	0.0746	0.0711	0.0789	0.0514	0.0757	0.0728
Fe ⁺⁺	0.1387	0.1367	0.1504	0.0964	0.2106	0.1993	0.1441	0.2857	0.2528	0.1414	0.2150	0.2222	0.1745	0.2198	0.2154	0.2507
Mn	0.0038	0.0066	0.0024	0.0040	0.0050	0.0065	0.0008	0.0054	0.0068	0.0056	0.0071	0.0053	0.0055	0.0027	0.0033	0.0071
Ni	0	0	0.0042	0	0.0054	0	0	0	0	0.0006	0	0.0032	0.0027	0.0030	0	0
Mg	0.9060	0.9070	0.8814	0.8638	0.7651	0.7517	0.8364	0.7254	0.7595	0.8002	0.7541	0.7264	0.8029	0.7105	0.7013	0.7048
Ca	0.8413	0.8378	0.8506	0.8728	0.8662	0.8699	0.8877	0.8637	0.8731	0.8488	0.8842	0.8930	0.8783	0.9036	0.9056	0.8990
Na	0.0181	0.0228	0.0166	0.0190	0.0294	0.035	0.0274	0.0255	0.0261	0.0467	0.0248	0.0279	0.0240	0.0245	0.0314	0.0351
K	0	0.0010	0.0003	0	0.0013	0.0002	0	0.0025	0.0013	0.0013	0.0017	0	0.0010	0.0002	0	0.0002
TOTAL	4.0002	4.0001	4.0001	4.0004	4.0000	4.0004	4.0000	4.0001	4.0000	3.9976	4.0002	4.0001	4.0002	4.0001	4.0002	4.0001
Wo	42.36	43.04	43.48	44.72	46.24	44.85	46.74	44.84	45.85	45.28	45.69	46.56	45.27	47.86	47.63	46.47
En	46.16	46.59	45.06	44.27	40.85	38.76	44.04	37.66	39.89	42.69	38.97	37.87	41.38	67.63	36.88	36.44
Fs	10.99	10.36	11.45	11.01	12.91	16.39	9.22	17.5	14.27	12.04	15.34	15.57	13.35	14.51	15.49	17.09

Tabla 1.—Composición de clinopiroxenos (círculos en Figs. 2 A1 y A2) del sector de Teruel-Castellón.

Table 1.—Clinopyroxene composition (Circles in Figs. 2 A1 and A2) of Teruel-Castellon sector.

Análisis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	53.025	53.799	53.286	52.891	52.096	52.991	52.491	52.980	52.388	52.566
Al ₂ O ₃	2.482	2.200	1.952	2.491	2.996	2.309	3.062	2.977	2.881	3.171
TiO ₂	0.403	0.218	0.204	0.277	0.480	0.088	0.424	0.252	0.449	0.203
Cr ₂ O ₃	0.319	0.642	0.762	0.796	0.362	0.662	0.406	0.227	0.851	0.069
Fe ₂ O ₃	0.159	0	0.441	1.226	0.623	0.127	1.670	0.077	0.400	0
FeO	7.586	6.558	6.841	5.793	7.839	7.135	5.988	7.828	6.863	8.269
MnO	0.132	0.257	0.217	0.208	0.214	0.136	0.297	0.253	0.201	0.045
NiO	0	0.082	0	0.049	0.090	0.107	0.033	0	0	0.140
MgO	17.699	18.003	18.617	17.781	17.907	18.464	17.824	17.782	17.531	17.028
CaO	18.510	18.975	17.772	19.252	17.100	17.364	18.758	17.930	18.775	18.219
Na ₂ O	0.170	0.181	0.188	0.235	0.164	0.197	0.213	0.179	0.147	0.189
K ₂ O	0	0	0.006	0	0	0	0.015	0	0	0
TOTAL	100.469	100.915	100.242	100.877	99.809	99.567	101.014	100.477	100.446	99.899
Fórmula estructural (6 oxígenos)										
Si	1.9348	1.9482	1.9422	1.9192	1.9138	1.9433	1.9022	1.9311	1.9131	1.9317
Al(IV)	0.0652	0.0518	0.0578	0.0808	0.0862	0.0567	0.0978	0.0689	0.0869	0.0683
Al(VI)	0.0415	0.0421	0.0261	0.0257	0.0435	0.0431	0.0330	0.0590	0.0371	0.0690
Ti	0.0111	0.0059	0.0056	0.0076	0.0133	0.0024	0.0116	0.0069	0.0123	0.0056
Cr	0.0092	0.0184	0.0220	0.0228	0.0105	0.0192	0.0116	0.0065	0.0246	0.0020
Fe ⁺⁺⁺	0.0044	0	0.0121	0.0335	0.0172	0.0035	0.0456	0.0021	0.0110	0
Fe ⁺⁺	0.2315	0.1986	0.2085	0.1758	0.2408	0.2188	0.1815	0.2386	0.2096	0.2541
Mn	0.0041	0.0079	0.0067	0.0064	0.0067	0.0042	0.0091	0.0078	0.0062	0.0014
Ni	0	0.0024	0	0.0014	0.0027	0.0032	0.0010	0	0	0.0041
Mg	0.9626	0.9717	1.0114	0.9617	0.9805	1.0093	0.9628	0.9661	0.9542	0.9327
Ca	0.7236	0.7362	0.6940	0.7485	0.6731	0.6823	0.7283	0.7002	0.7346	0.7173
Na	0.0120	0.0127	0.0133	0.0165	0.0117	0.0140	0.0150	0.0127	0.0104	0.0135
K	0	0	0.0003	0	0	0	0.0007	0	0	0
TOTAL	4.0000	3.9960	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0001	4.0000	4.0000	3.9998
Wo	37.57	38.46	35.91	38.86	35.09	35.57	37.79	36.57	38.35	37.64
En	49.97	50.76	52.33	49.94	51.11	52.62	49.96	50.45	49.81	48.95
Fs	12.46	10.79	11.76	11.20	13.80	11.81	12.25	12.98	11.84	13.41

Tabla 2.—Composición de clinopiroxenos (cuadrados en Figs. 2 B1 y B2) del afloramiento de Alfarp (Valencia Norte).

Table 2.—Clinopyroxene composition (squares in Figs. 2 B1 and B2) of Alfarp outcrop (North of Valencia).

Análisis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	50.632	50.773	41.354	45.312	43.485	46.273	50.465	47.996	49.463	50.565
Al ₂ O ₃	2.323	2.436	7.392	4.566	5.935	4.017	2.284	1.529	1.286	2.530
TiO ₂	0.162	0.501	1.478	0.750	1.348	0.654	0.370	0.006	0.117	0.420
Cr ₂ O ₃	0	0.021	0.012	0.044	0	0	0.006	0.011	0.032	0
Fe ₂ O ₃	1.390	1.140	16.483	10.453	12.018	7.557	3.701	2.449	1.832	2.420
FeO	20.110	18.677	15.045	18.402	17.910	23.059	17.618	35.824	30.501	18.342
MnO	0.204	0.223	0.225	0.294	0.274	0.408	0.271	0.349	0.459	0.224
NiO	0	0.003	0	0	0	0	0	0.011	0	0.046
MgO	11.824	12.866	5.192	8.021	6.027	6.562	12.899	3.324	7.235	12.276
CaO	12.080	11.175	10.629	10.845	10.439	10.378	11.515	8.941	8.361	11.395
Na ₂ O	0.616	0.936	2.040	1.360	1.785	1.330	0.897	0.650	0.850	1.056
K ₂ O	0.318	0.220	1.258	0.628	0.975	0.466	0.299	0.272	0.244	0.284
TOTAL	99.520	98.857	99.457	99.628	98.992	99.947	99.955	101.116	100.197	99.315
Fórmula estructural (6 oxígenos)										
Si	1.9531	1.9537	1.6400	1.7815	1.7303	1.8353	1.9250	1.9579	1.9772	1.9418
Al(IV)	0.0469	0.0463	0.3455	0.2116	0.2697	0.1647	0.0750	0.0421	0.0228	0.0582
Al(VI)	0.0587	0.0642	0	0	0.0086	0.0231	0.0277	0.0314	0.0378	0.0563
Ti	0.0047	0.0145	0.0441	0.0222	0.0403	0.0195	0.0106	0.0002	0.0035	0.0121
Cr	0	0.0006	0.0004	0.0014	0	0	0.0002	0.0004	0.0010	0
Fe ⁺⁺⁺	0.4040	0.0330	0.4919	0.3092	0.3599	0.2255	0.1062	0.0752	0.0551	0.0699
Fe ⁺⁺	0.6488	0.6010	0.4990	0.6051	0.5960	0.7648	0.5620	1.2221	1.0196	0.5890
Mn	0.0067	0.0073	0.0076	0.0098	0.0092	0.0137	0.0088	0.0121	0.0155	0.0073
Ni	0	0.0001	0	0	0	0	0	0.0004	0	0.0014
Mg	0.6798	0.7379	0.3069	0.4700	0.3575	0.3879	0.7334	0.2021	0.4311	0.7027
Ca	0.4993	0.4607	0.4516	0.4568	0.4451	0.4410	0.4706	0.3908	0.3581	0.4688
Na	0.461	0.0698	0.1569	0.1037	0.1377	0.1023	0.0663	0.0514	0.0659	0.0786
K	0.0156	0.0108	0.0636	0.0315	0.0495	0.0236	0.0145	0.0142	0.0124	0.0139
TOTAL	4.0000	4.0000	4.0073	4.0028	4.0015	4.0015	4.0003	4.0002	4.0001	4.0001
Wo	26.63	25.04	25.71	24.68	25.18	24.06	25.02	20.54	19.05	25.51
En	36.26	40.11	17.47	25.39	20.22	21.16	38.99	10.62	22.94	38.23
Fs	37.11	34.85	56.83	49.93	54.60	54.78	35.99	68.83	58.01	36.25

Tabla 3.—Composición de clinopiroxenos (rombos en Figs. 3 C1 y C2) del afloramiento de Lugar Nuevo de Fenollet (Valencia Sur).

Table 3.—Clinoproxene composition (diamonds in Figs. 3 C1 and C2) of Lugar Nuevo de Fenollet outcrop (south of Valencia).

Con un interés de comparación composicional seleccionamos los análisis de augita típicos en doleritas toleíticas triásicas («ofitas») del afloramiento de El Grado (Huesca) y las Ti-augitas con afinidad alcalina del sill del valle de Alfara en Tarragona. Las augitas del magmatismo triásico toleítico («ofitas») presentan la composición expresada en la Fig. 2D1 y sus relaciones catiónicas [Ti-(Ca + Na)] se indican en la Fig. 2D2 (valores tomados de Lago *et al.*, 1989). La composición de la Ti-augita del magmatismo alcalino triásico se expresa en la Fig. 2E1 y las relaciones catiónicas [Ti-(Ca + Na)] en la Fig. 2E2 (valores en Lago *et al.*, 1995). Así pues, las rocas subalcalinas del afloramiento de Alfarp presentan cierta similitud a la toleítica del de El Grado y las rocas subalcalinas del afloramiento de Lugar Nuevo de Fenollet tienen una composición distinta (de tipo transicional) a los dos ejemplos anteriores sin que su contenido en Ti esté compensado por el valor de la relación (Ca + Na) como sería el caso de una afinidad próxima a la alcalina. Estas diferencias entre un magmatismo alcalino (Teruel-Castellón) y otros dos casos de afinidad subalcalina (sector de Valencia) están confirmados por los criterios geoquímicos.

CARACTERES DE COMPOSICIÓN GEOQUÍMICA

El estudio de composición geoquímica comprende 7 rocas del sector de Teruel-Castellón, 2 rocas en el afloramiento de Alfarp y otras 2 en el de Lugar Nuevo de Fenollet (Tabla 4). Estas rocas han sido analizadas con igual metodología (mayores, trazas y REE) en el Laboratorio de X-RAL (Canadá). Con interés comparativo incluimos 7 rocas de doleritas toleíticas del afloramiento de El Grado (Lago *et al.*, 1989) y 7 rocas del de Valle de Alfara en Tarragona (Lago *et al.*, 1995) analizadas con idéntica metodología en igual laboratorio.

La composición de las rocas del sector de Teruel-Castellón y la de los dos afloramientos del sector de Valencia se muestra en el diagrama % SiO₂-Nb/Y (Fig. 3) que incluye las rocas de afinidad toleítica y alcalina en los afloramientos de referencia. Según se puede observar, la afinidad alcalina (ejemplo en Teruel-Castellón y en el de Tarragona) presentan valores en Nb/Y superiores a 1 mientras que la composición subalcalina (donde se incluye la toleítica del afloramiento de El Grado) discrimina las rocas subalcalinas de los afloramientos de Alfarp y Lugar Nuevo de Fenollet.

Los diagramas multielementales son un instrumento útil para constatar afinidades predeterminadas por criterios mineralógicos, y también

Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	50.10	51.2	49.9	47.1	47.1	49.1	48.7	52.0	52.1	57.6	57.2	56.7
TiO ₂	2.41	2.68	2.3	2.64	2.62	2.35	1.87	1.14	1.13	1.94	1.93	1.93
Al ₂ O ₃	15.20	15.0	12.7	13.5	14.0	12.3	17.6	14.3	14.4	12.1	12.0	12.0
Fe ₂ O ₃	10.90	10.0	11.1	11.4	11.2	10.5	1.5	11.5	11.5	13.5	13.7	13.4
MnO	0.23	0.14	0.16	0.2	0.23	0.14	0.16	0.21	0.21	0.12	0.10	0.10
MgO	4.02	4.31	6.84	5.78	5.41	6.87	2.99	6.27	6.21	2.03	2.01	2.11
CaO	5.02	6.85	8.59	9.85	8.51	9.41	7.52	8.55	8.52	3.93	4.14	5.08
Na ₂ O	2.84	3.35	3.24	2.39	2.09	3.81	4.93	2.74	2.75	4.78	5.53	5.50
K ₂ O	5.63	3.64	2.37	3.19	4.6	1.0	1.11	1.46	1.54	2.98	2.12	1.98
P ₂ O ₅	0.71	0.74	0.48	0.66	0.66	0.47	0.59	0.13	0.13	0.32	0.32	0.32
L.O.I.	2.28	2.4	2.35	2.65	2.75	2.45	3.40	1.93	1.70	0.77	0.85	0.93
TOTAL	99.80	100.4	100.1	99.40	99.30	98.40	100.5	100.2	100.2	100.1	99.90	100.0
Li	55	47	44	21	34	19	67	30	27	30	32	42
Sc	10	11	24	15	16	25	9	30	29	25	24.5	25
V	158	163	201	190	213	214	81	285	329	173	121	167
Cr	49	44	300	100	74	430	47	150	160	73	80	70
Co	21	20	29	26	27	30	16	49	46	42	45	42
Ni	12	12	48	46	39	53	12	59	55	4	4	4
Cu	26	6.8	12	39	34.1	13.3	10.1	119	116	36.6	44.7	72
Zn	138	126	161	129	114	53.3	40.5	112	106	26.1	22.4	65.4
Rb	65	35	22	51	69	17	17	31	56	53	51	29
Sr	540	236	163	396	660	174	872	251	246	201	210	221
Y	21	24	20	22	24	19	18	22	21	48	48	49
Zr	231	200	153	218	259	177	207	116	107	296	297	307
Nb	53	44	31	54	58	36	42	4	10	24	19	19
Ba	906	394	290	391	803	180	305	248	254	424	329	240
La	31	29.7	19.5	34.3	38.2	21.8	32.3	12.1	11.5	33.5	33.8	33.6
Ce	61.3	61.8	41.2	65.6	72.4	45	62.7	27	25	70	70	69
Pr	7.2	7.5	5.2	7.6	8.1	5.6	6.9	3.7	3.5	9.2	8.8	8.9
Nd	30.5	32.3	23.5	31.9	32.9	24.4	27.1	17.4	16.6	41.7	38	39.7
Sm	7.6	8.2	6.4	7.8	8.1	6.2	6.1	3.9	3.4	9.3	8.9	9.2
Eu	2.53	2.48	2.14	2.49	2.57	1.95	1.96	1.18	1.23	2.47	2.3	2.44
Gd	6.9	7.3	6	7.2	7.6	5.9	5.5	4.5	4.2	10.6	10.3	10.2
Tb	0.9	1.0	0.8	1.0	1.0	0.8	0.7	0.7	0.7	1.6	1.5	1.6
Dy	4.7	5.1	4.4	5.1	5.1	4.5	3.8	.3	4.1	9.7	9.4	9.5
Ho	0.77	0.86	0.74	0.83	0.84	0.74	0.63	0.87	0.85	1.9	1.9	1.94
Er	1.9	2.1	1.8	2.1	2.1	1.9	1.6	2.5	2.3	5.4	5.2	5.6
Yb	1.5	1.6	1.4	1.5	1.6	1.4	1.1	2.3	2.5	4.8	4.7	4.8
Lu	0.19	0.2	0.17	0.21	0.2	0.18	0.15	0.34	0.35	0.7	0.66	0.71
Hf	5.3	5.1	4	5	5.9	6.1	4.7	2.7	2.5	7.3	7.2	8.0
Ta	3.4	3.6	2.6	4	3.7	2.8	2.3	<1	<1	1	1	1
Th	5	4.6	3.3	5.2	6.3	4.4	3.6	2.3	2.1	6.4	6.2	6.0
U	2.5	2.0	1.3	2.1	2.1	0.7	1.5	0.5	0.8	1.6	1.3	1.9

Tabla 4.—Análisis geoquímicos (1 a 7: rocas de Teruel-Castellón; 8 y 9: afloramiento de Alfarp en Valencia Norte, y 10 a 12: afloramiento de Lugar Nuevo de Fenollet en Valencia Sur).
Table 4.—Geochemical analysis [1 to 7: Teruel-Castellón samples; 8 and 9: Alfarp outcrop (North of Valencia), and 10 to 12: Lugar Nuevo de Fenollet outcrop (South of Valencia)].

permite discriminar casos con difícil asignación a una afinidad magmática y, por este motivo, lo aplicamos en los magmatismos alcalino y subalcalino normalizando su composición con la del basalto alcalino de Baker *et al.* (1977) que ofrece una satisfactoria capacidad discriminante en los dos

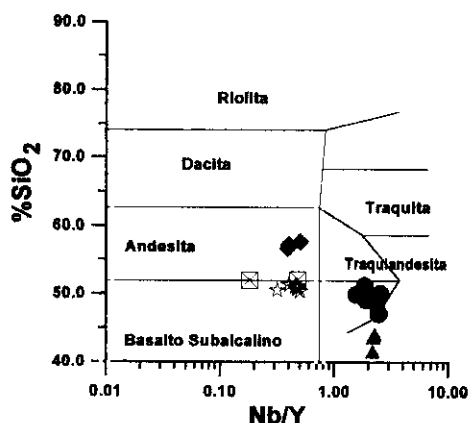


Fig. 3.—Proyección de la composición química (Tabla 4) en %SiO₂-Nb/Y (iguales símbolos que Fig. 2).

Fig. 3.—Projection of the geochemical composition in %SiO₂-Nb/Y diagram (same symbols as Fig. 2).

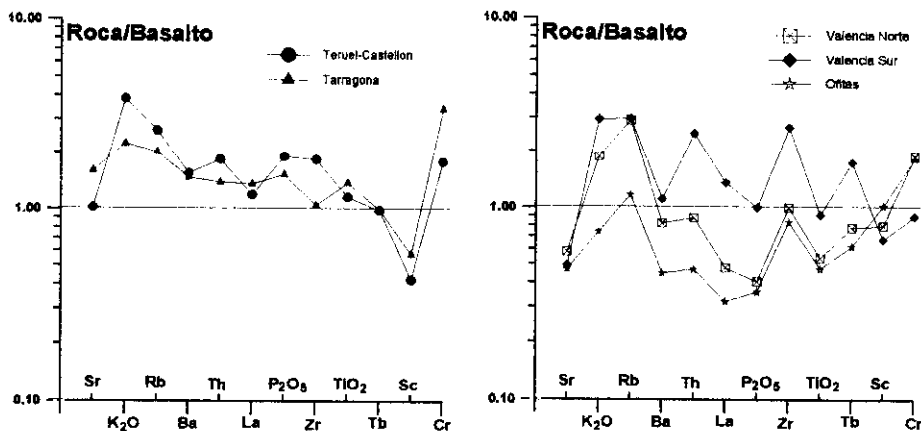


Fig. 4.—Diagrama multielemental. En A: promedio de 7 rocas (anal. 1 a 7, Tabla 4) para el sector de Teruel-Castellón y promedio 7 basaltos alcalinos de Tarragona (Lago et al., 1995) y en B: media de 2 rocas (anal. 8 y 9, Tabla 4) en Alfarp (Valencia Norte), media en 3 rocas (anal. 10 a 12, Tabla 4) en Lugar Nuevo de Fenollet (Valencia Sur) y promedio en 7 rocas de afinidad toleítica («ofitas», Lago et al., 1989). Normalización con basalto alcalino (Baker et al., 1977) (iguales símbolos a Fig. 2).

Fig. 4.—Multi-element diagram. In A: average of 7 samples (analysis 1 to 7, table 4) for Teruel-Castellón sector and average of 7 alkali basalts of Tarragona sector (Lago et al., 1995). In B: average of 2 samples (analysis 8 and 9, Table 4) in Alfarp (North of Valencia), average in three rocks (analysis 10 to 12, Table 4) of Lugar Nuevo de Fenollet (South of Valencia) and average of 7 samples with tholeiitic affinity («ophites», Lago et al., 1989). The normalization has been made with the values of the alkali basalt of Baker et al. (1977). Same symbols as Fig. 2).

magmatismos. El magmatismo del sector de Teruel-Castellón presenta un comportamiento claramente análogo al alcalino de Tarragona (Fig. 4A) y los valores representados indican una afinidad alcalina. Los magmatismos subalcalinos de Alfarp (o Valencia Norte) y de Lugar Nuevo de Fenollet (o Valencia Sur) presentan diferencias significativas por su contenido en trazas (Fig. 4B). Existe, para este segundo caso, una asociación buena del magmatismo subalcalino de Alfarp con el toleítico («ofitas») surpirenaico (afloramiento de El Grado) y su composición química corresponde a una cierta tendencia toleítica mientras que la concentración más alta para elementos de gran radio iónico en las rocas subalcalinas de El Lugar Nuevo de Fenollet se aparta del anterior (Fig. 4B) y puede corresponder a una tendencia de tipo transicional.

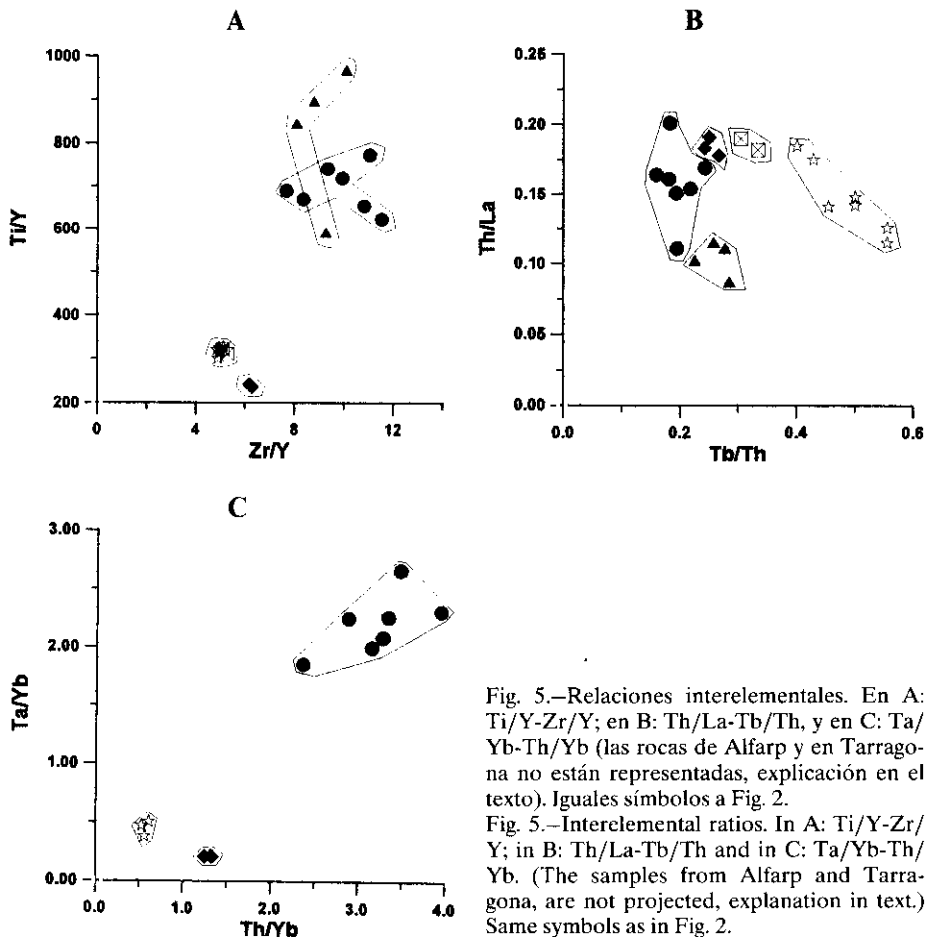


Fig. 5.—Relaciones interelementales. En A: $Ti/Y-Zr/Y$; en B: $Th/La-Tb/Th$, y en C: $Ta/Yb-Th/Yb$ (las rocas de Alfarp y en Tarragona no están representadas, explicación en el texto). Iguales símbolos a Fig. 2.

Fig. 5.—Interelemental ratios. In A: $Ti/Y-Zr/Y$; in B: $Th/La-Tb/Th$ and in C: $Ta/Yb-Th/Yb$. (The samples from Alfarp and Tarragona, are not projected, explanation in text.) Same symbols as in Fig. 2.

El uso de relaciones interelementales selectivas permite discriminar las afinidades de los dos grupos en estudio (el de Teruel-Castellón, y los de Alfarp y Lugar Nuevo de Fenollet en la provincia de Valencia) y, también, facilita establecer una comparación con el toleítico y el alcalino de referencia. Una primera relación ($Ti/Y-Zr/Y$; Fig. 5A) muestra una asociación clara del alcalino de Teruel-Castellón con el de Tarragona y su diferencia respecto a los dos magmatismos subalcalinos de Valencia (Alfarp y Lugar Nuevo de Fenollet). Más en detalle, se observa un, casi, solapamiento del subalcalino de Alfarp con el toleítico surpirenaico de El Grado (Fig. 5A). La relación $Th/La-Tb/Th$ (Fig. 5B) permite resaltar la discriminación en composición de los dos grupos de magmatismo en estudio y su comparación a los de referencia. Los valores obtenidos muestran que existe una mayor proximidad de los magmatismos subalcalinos de Alfarp y Lugar Nuevo de Fenollet con el campo definido por el toleítico («ofitas») respecto a los campos del magmatismo alcalino del sector de Teruel-Castellón y el alcalino de Tarragona. Por último, la relación $Ta/Yb-Th/Yb$ (Fig. 5C) presenta otra discriminación significativa (el Ta, el Th y el Yb son indicativos en el magmatismo alcalino; Wilson, 1989). El dominio en composición del magmatismo de Teruel-Castellón (con una relación alta en Ta/Yb y en Th/Yb) está, claramente, separado del espacio composicional del magmatismo de Lugar Nuevo de Fenollet cuya composición es muy próxima a la del toleítico de El Grado; la falta de datos en Ta para el sector de Tarragona (Lago et al., 1995) y el valor inferior al límite de detección para el afloramiento de Alfarp (Tabla 4) no permite una comparación.

En la Tabla 5 se resumen las analogías y diferencias más específicas (valores en la Tabla 4 para los magmatismos en estudio. Las rocas del sector de Teruel-Castellón son muy próximas a las alcalinas del sector de Tarragona y, dentro del campo «transicional», se separan dos tendencias, una subalcalina (Valencia-1 o afloramiento de Alfarp) con proximidad a la afinidad toleítica y otra más propiamente transicional (Valencia-2 o afloramiento de Lugar Nuevo de Fenollet).

El estudio de los espectros de REE (normalización con Boynton, 1984) ilustra mejor la individualización de la afinidad magmática y su comparación con las dos afinidades indicadas. Las rocas del sector de Teruel-Castellón (Fig. 6A) y las del alcalino de Tarragona (Fig. 6D) son muy similares tanto en LREE (La-Eu) como en HREE (Eu-Lu). Las rocas subalcalinas de Alfarp (Fig. 6B) son próximas a las toleíticas surpirenaicas de El Grado (Fig. 6E) y, por último, las rocas de Lugar Nuevo de Fenollet (Fig. 6C) presentan un comportamiento distinto (transicional) respecto a las pautas alcalina y toleítica de referencia.

	VALORES PROMEDIO EN RELACIONES INTERELEMENTALES										
	Nb/Y	TiO ₂ /P ₂ O ₅	Tb/Yb	Zr/Y	Ti/V	Nb/La	Tb/U	Tb/Th	La/Tb	Ni/Cr	
TOLEITICO PIRINEOS (7 ROCAS)	0.44	8.65	0.64	4.96	27.35	1.05	5.9	0.48	14.25	0.4	TOLEITICO
SUBALCALINO VALENCIA-1 (2 ROCAS)	0.33	8.73	0.92	5.18	22.28	2.09	3.61	0.32	16.86	0.37	TRANSICIONAL
SUBALCALINO VALENCIA -2 (3 ROCAS)	0.43	6.04	1.30	6.21	77.36	1.65	3.97	0.25	21.49	0.053	
ALCALINO TERUEL Y CASTELLON (7 ROCAS)	2.14	4.05	3.19	9.78	90.16	1.55	3.0	0.19	33.48	0.29	ALCALINO
ALCALINO TARRAGONA (4 ROCAS)	2.17	6.10	2.53	2.67	72.47	1.07	2.13	0.26	37.69	1.08	

Tabla 5.—Comparación de los valores promedios, según relaciones interelementales discriminantes, en las rocas de Teruel-Castellón, Alfarp o Valencia Norte y Lugar Nuevo de Fenollet o Valencia Sur (Tabla 4) y 7 basaltos alcalinos en Tarragona (Lago *et al.*, 1995) y 7 rocas toleíticas («ofitas», Lago *et al.*, 1989).

Table 5.—Discriminating comparison of average interelemental ratios, for samples (Table 4) of Teruel-Castellón, Alfarp (North of Valencia), Lugar Nuevo de Fenollet (South of Valencia), 7 alkali basalts from Tarragona (Lago *et al.*, 1995) and 7 tholeiitic rocks («ophites», Lago *et al.*, 1989).

El estudio geoquímico, empleando criterios diversos, corrobora la individualización establecida por datos en composición mineral y, en consecuencia, permite constatar la afinidad alcalina en el sector de Teruel-Castellón así como un carácter subalcalino próximo al dominio toleítico para las rocas de Alfarp y una afinidad de tipo «transicional» para las rocas de Lugar Nuevo de Fenollet. La comparación de estos tres magmatismos con una selección del toleítico surpirenaico y del alcalino en el sector de Tarragona nos parece es muy útil debido a la mayor amplitud de datos composicionales en estos dos ejemplos de referencia y, también, a causa que su significado estructural está mejor establecido y aceptado por numerosos autores que han estudiado, también, los magmatismos triásicos (Azambre, Rossy & Lago, 1987 y Azambre & Fabriès, 1989).

EDAD Y CONDICIONES DEL EMPLAZAMIENTO

Los sills doleríticos del sector de Teruel-Castellón cuya afinidad alcalina se ha indicado antes presentan algunos rasgos, bien conservados, que

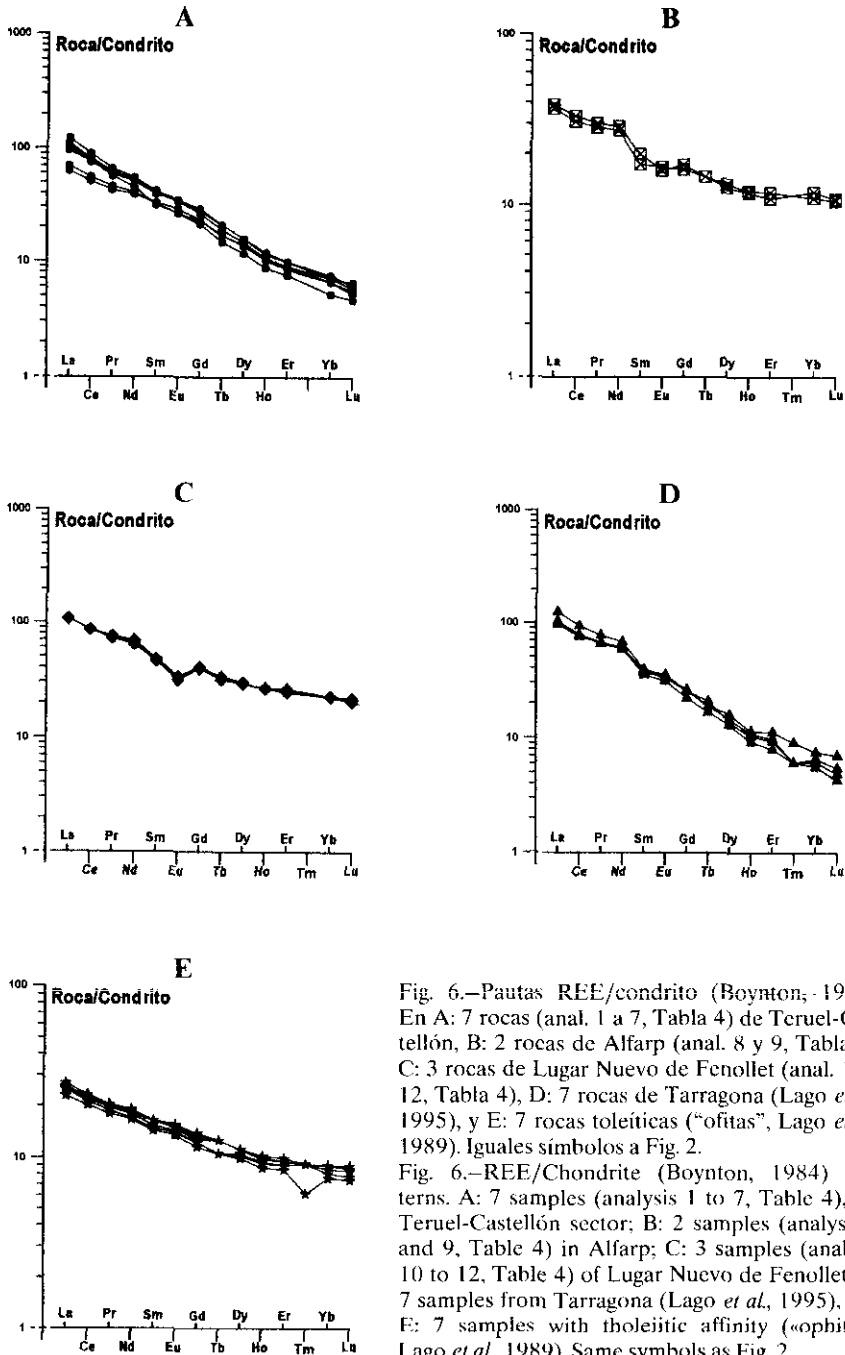


Fig. 6.—Pautas REE/condrito (Boynton, 1984). En A: 7 rocas (anal. 1 a 7, Tabla 4) de Teruel-Castellón, B: 2 rocas de Alfarp (anal. 8 y 9, Tabla 4), C: 3 rocas de Lugar Nuevo de Fenollet (anal. 10 a 12, Tabla 4), D: 7 rocas de Tarragona (Lago *et al.*, 1995), y E: 7 rocas toleíticas ("ofitas", Lago *et al.*, 1989). Iguales símbolos a Fig. 2.

Fig. 6.—REE/Chondrite (Boynton, 1984) patterns. A: 7 samples (analysis 1 to 7, Table 4), for Teruel-Castellón sector; B: 2 samples (analysis 8 and 9, Table 4) in Alfarp; C: 3 samples (analysis 10 to 12, Table 4) of Lugar Nuevo de Fenollet; D: 7 samples from Tarragona (Lago *et al.*, 1995), and E: 7 samples with tholeiitic affinity ("ophites", Lago *et al.*, 1989). Same symbols as Fig. 2.

permiten reconstruir sus condiciones de emplazamiento. Los sills del sector de Valacloche (núm. 2 en la Fig. 1B) permiten estudiar los rasgos: 1) un metamorfismo de contacto, a escala métrica, entre las doleritas y los materiales margosos y arcillosos en facies Keuper, y 2) una gran abundancia de estructuras de flujo componentes del borde enfriado de la dolerita y formando parte de la película que comprende sedimentos arcillosos, metamorfizados, en facies Keuper. Estas dos características están peor definidas en los sills de Villet y Camarena de la Sierra (núms. 1 y 3, respectivamente, en la Fig. 1B). El estudio de los bordes enfriados en estos sills y su transición rápida hacia las facies centrales es coherente (junto a las estructuras de flujo en estos bordes enfriados) con un magma intruído bajo un espesor reducido de sedimentos poco consolidados en facies Keuper. En ningún caso hay indicios de emplazamiento en condiciones subaéreas. La homogeneidad petrológica en las rocas subvolcánicas y los criterios cartográficos sugieren considerar un número reducido de sills con gran extensión lateral y un emplazamiento controlado por fracturas. El sill de Sarrión (núm. 4 en la figura 1B) afecta a sedimentos en facies Keuper que, a su techo, culminan en los niveles carbonatados de la Formación Imón que no están metamorfizados por el sill.

En lo que respecta al magmatismo subalcalino en la provincia de Valencia indicamos los rasgos del emplazamiento, más destacados, en los dos sills seleccionados (Alfarp y Lugar Nuevo de Fenollet). El afloramiento de Alfarp, con afinidad subalcalina y cierta tendencia a la afinidad toleítica, sólo permite identificar su emplazamiento en los materiales en facies Keuper. En el afloramiento de Lugar Nuevo de Fenollet, de afinidad transicional, las condiciones del emplazamiento permiten distinguir dos unidades: *a*) un elemento olistostrómico en la base y, presentando contactos irregulares con los materiales en facies Keuper, una unidad; *b*) masiva situada entre el elemento anterior y las calizas atribuidas al Rhetiense que experimentan un metamorfismo de contacto de grado medio (corneanas con diópsido, wollastonita y granate rico en grosularia). La unidad olistostrómica consta de bloques de margas y calizas entre los que son frecuentes estructuras de arrugas de flujo y fragmentos de pillow. En este afloramiento se distinguen dos pulsos, uno inicial (unidad olistostrómica) que afecta a sedimentos en facies Keuper y otro posterior (roca masiva) que metamorfiza a las calizas del Rhetiense (Ríos *et al.*, 1982).

Respecto a la edad del emplazamiento, el argumento destacable es la posición estratigráfica, pues en todos los casos estudiados los sills subvolcánicos se sitúan por debajo de la Formación Imón excepto en el afloramiento de Lugar Nuevo de Fenollet donde el cuerpo más tardío meta-

morfiza las calizas del Rethiense, posiblemente equivalentes a la Formación Imón. La edad límite superior de este magmatismo es pre-Hettangiense. Los argumentos de estructuras de flujo en los bordes enfriados y el metamorfismo de contacto están restringidos a la modalidad del emplazamiento y no son criterios, tomados aisladamente, de valor temporal.

CONSIDERACIONES FINALES

La composición alcalina de los sills subvolcánicos del sector de Teruel-Castellón está constatada por la composición mineral y la geoquímica. La composición de los sills subvolcánicos en la provincia de Valencia es subalcalina y, según la asociación mineral y la composición geoquímica, se puede señalar una tendencia próxima a la afinidad toleítica (afloramiento de Alfarp), pero sin presentar una composición claramente toleítica y otra de tipo «transicional» (afloramiento de Lugar Nuevo de Fenollet).

El número importante de sills subvolcánicos del sector de Teruel-Castellón indica un clímax magmático que, condicionado por fracturas, permitió el ascenso de magmas alcalinos cuyo emplazamiento alcanzó un gran desarrollo lateral según focos reducidos; esta propuesta está de acuerdo con la homogeneidad petrológica y geoquímica de los sills. Existen pruebas sobre un cierto carácter pluriepisódico que pudo tener su inicio en el Carniense-Noriense (afectando a materiales en facies Keuper, p.e., K1 y K4, según Ortí & Pérez López, 1994) con límite superior en el pre-Hettangiense.

Los sills subvolcánicos en la provincia de Valencia parecen ser coetáneos al magmatismo anterior y con distinta afinidad composicional. Según criterios estratigráficos, el emplazamiento más moderno (Rhetiense) estaría representado por el afloramiento de Lugar Nuevo de Fenollet si bien ésta etapa magmática no afecta a materiales del Hettangiense.

Los argumentos composicionales aportados amplían la información disponible en el magmatismo del borde SE de la Cordillera Ibérica, y de otra parte, facilitan integrar, en un marco geológico, la información obtenida sobre el magmatismo entre el período final del Trías Superior y previo al Jurásico. En un período posterior al depósito de los materiales en facies Keuper y previo al Lias inferior (con límite superior en el pre-Hettangiense) se emplazan magmatismos subvolcánicos de composición distinta y en dos contextos geodinámicos diferentes. El magmatismo toleítico (Fig. 1A) está restringido al dominio pirenaico y su emplazamiento se

relaciona con el rifting Atlántico. En un contexto de Cordillera Ibérica y con relación al margen sur-oriental del Tethys se pueden considerar tres magmatismos con distinta composición (Fig. 1A). El 1) alcalino del NE de la Península Ibérica cuyos basaltos inalterados (con enclaves peridotíticos) están representados en Tarragona y en la Sierra Norte de Mallorca (Lago *et al.*, 1995); el 2) alcalino, pero con una composición algo distinta al anterior, del sector de Teruel-Castellón (Fig. 1B), y por último, en la provincia de Valencia un grupo 3) de naturaleza subalcalina si bien esta afinidad comprende, al menos, dos afloramientos con una comprobada variación en composición.

AGRADECIMIENTOS

Las sugerencias de los correctores anónimos han contribuido a mejorar el texto. Al Dr. Guillermo Corretgé y a D. Miguel Ángel Fernández (Universidad de Oviedo) por las facilidades prestadas en el uso de la microsonda. Este trabajo desarrolla objetivos del Proyecto AMB 496-93 de la DGICYT.

NOTA BIBLIOGRÁFICA:

- ALONSO MATILLA, L. A. (1982): *Estudio de las rocas ígneas de Castellón, Valencia y Alicante*, Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, 640 pp.
- (1985): «Enclaves sieníticos en las diabasas triásicas del borde suroriental del aulacógeno Ibérico (Castellón)», *Publicaciones Cátedra de Geol. Aplicada Obras Públicas. Univ. Politécnica Valencia*, 5-25.
- AZAMBRE, B. & FABRIES, J. (1989): «Mesozoic evolution of the upper mantle beneath the eastern Pyrenees: evidence from xenoliths in Triassic and Cretaceous alkaline volcanics of the eastern Corbières (France)», *Tectonophysics*, 170: 213-230.
- AZAMBRE, B.; ROSSY, M. & LAGO, M. (1987): «Caractéristiques pétrologiques des dolerites tholéitiques d'âge triasique (ophites) du domaine pyrénéen», *Bull. Minéral.*, 110: 370-396.
- AZNAR, J. M.; OLIVE, E.; MOISSENET, A.; HERNÁNDEZ, A.; PORTERO, J. M.; GUTIERREZ, M.; AGUILAR, M. J.; RAMÍREZ, J.; ARAGONÉS, E. & GINER, J. (1983): *Mapa Geológico de España, E.1: 50.000, MAGNA, Hoja núm. 589 (Terriente)*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 80 pp.
- BAKER, B. H.; GOLES, G. C.; LEEFMAN, W. P. & LINDSTROM, M. M. (1977): «Geochemistry and petrogenesis of a basalt-benmoreite-trachyte suite from the southern part of the Gregory Rift, Kenya», *Contrib. Mineral. Petrol.*, 64: 303-332.
- BOYNTON, W. V. (1984): «Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies», en P. HENDERSON (ed.), *Rare Earth element geochemistry*, Elsevier, Amsterdam. 510 pp.
- CANEROT, J. (1991): «Halocinèse et sédimentation crétacée dans la partie orientale de l'Ibérie (Espagne)», *Réun. Spécial Soc. Géol. France sur l'Halocinèse*, París, 14 octubre 1991, Libro Resúmenes, 1 p.

- DUMITRESCU, R.; LAGO, M.; BASTIDA, J. & POCOVI, A. (1993): «Petrology and geochemistry of the Triassic dolerites of Levante area, Spain», *Terra Abstracts*, 1, 5, pp. 530.
- GAUTIER, M. (1974): *Mapa Geológico de España, E.1:50.000, MAGNA, Hoja núm. 614 (Manzanera)*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 24 pp.
- GEOTECNIA Y CIMENTOS, S. A. (1980): *Mapa Geológico de España, E.1:50.000, MAGNA, Hoja núm. 769 (Navarrés)*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 28 pp.
- GEOTEHC, S. A. (1978): *Mapa Geológico de España, E.1:50.000, MAGNA, Hoja núm. 613 (Camarena de la Sierra)*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 51 pp.
- GODOY, A.; OLIVÉ, A.; MOISSENET, E.; GUTIÉRREZ, M.; AGUILAR, M. J.; RÁMIREZ, E.; ARAGONÉS, E.; GINER, J. & PORTERO, J. M. (1983): *Mapa Geológico de España, E.1:50.000, MAGNA, Hoja núm. 590 (La Puebla de Valverde)*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 68 pp.
- LAGO, M.; VAQUER, R.; POCOVI, A.; NAVARRO, J.; MILLÁN, H. & MARTÍNEZ, B. (1989): «Características petrológicas y geoquímicas de las doleritas toleíticas triásicas ("ofitas") del sector de "El Grado-Aguinaliu" (provincia de Huesca)», *III Congr. Geoquímica España*, Soria, I: 109-118.
- LAGO, M.; DUMITRESCU, R.; BASTIDA, J. & ARRANZ, E. (1993): «Geoquímica del magmatismo alcalino, Triás-Lías, en las provincias de Teruel y Castellón: una introducción», *V Congr. Geoquímica España*, Soria, 60-65.
- LAGO, M.; POCOVI, A.; BASTIDA, J.; ARRANZ, E.; VAQUER, R.; DUMITRESCU, R.; GIL-IMAZ, A. & LAPUENTE, M. P. (en prensa). «El magmatismo alcalino, Hettangiense, en el dominio nor-oriental de la Placa Ibérica», *Cuad. Geol. Ibérica*.
- LETERRIER, J.; MAURY, R. C.; THONON, P.; GIRAUD, D. & MARCHAL, M. (1982): «Clinopyroxene composition as a method of identification of the magmatic affinities of palaeo-volcanic series», *Earth Planet. Sci. Lett.*, 59: 139-154.
- MARTEL, M. (1971): «Afloramiento volcánico en el Triásico de «Lugar Nuevo de Fenollet (Valencia)», *1^{er} Centenario R. Soc. Esp. Hist. Natural*: 287-300.
- MOISSENET, E. (1985): «Les dépressions tarditectoniques des Chaînes Ibériques méridionales: distension, diapirisme et dépôts néogènes associés», *C. R. Ac. Sci. Paris*, 300, sér. II: 523-528.
- (1989): «Les fossés néogènes de la Chaîne Ibérique: leur évolution dans le temps», *Bull. Soc. géol. France* (8), t. V: 919-926.
- ORTÍ, F. (1974): «El Keuper del Levante español», *Estudios geol.*, 30: 7-46.
- (1981): «Diapirismo de materiales triásicos y estructuras de zócalo, en el sector central valenciano (España)», *Estudios geol.*, 37: 245-256.
- (1990): «Introducción al Triásico evaporítico del sector central valenciano», en F. ORTÍ & J. M. SALVANY (eds.): *Formaciones evaporíticas de la Cuenca del Ebro y cadenas periféricas, y de la Zona de Levante*, ENRESA-Univ. Barcelona: 205-211.
- ORTÍ, F. & VAQUER, R. (1980): «Volcanismo jurásico del sector valenciano de la Cordillera Ibérica. Distribución y trama estructural», *Acta Geol. Hipánica.*, XV, 5: 127-130.
- ORTÍ, F. & PÉREZ LÓPEZ, A. (1994): «El Triásico Superior de Levante», A. ARCHE (ed.) *Guía de campo. III Col. Estratigraf. Paleogeogr. Pérmico y Triásico de España*, Cuenca, 63 pp.

- RÍOS, L. M.; ZAPATERO, M. A. & BELTRÁN, F. J. (1982): *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000, MAGNA, Hoja núm. 770 (Alcira)*, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 31 pp.
- ROCA, E. & GUIMERA, J. (1992): «The Neogene structure of the eastern Iberian margin: structural constraints on the crustal evolution of the Valencia through (Western Mediterranean)», *Tectonophysics*, 203: 203-218.
- RONDEEL, H. E. & VAN DE GAAG, P. (1986): «A two stage diapiric event in the Eastern Prebetic», *Estudios geol.*, 42: 117-125.
- SALAS, R. & CASAS, A. (1993): «Mesozoic extensional tectonics, stratigraphy and crustal evolution during the Alpine Cycle of the eastern Iberian Basin», *Tectonophysics*, 228: 33-55.
- SÁNCHEZ CELA, V. (1981): «Sillimanite-bearing rocks of alpine age associated to triassic materials near Teruel (Spain)», *Estudios geol.*, 37: 135-140.
- (1982): «On the existence of hornfels associated to Triassic materials of Keuper facies, near Teruel (Spain)», *Estudios geol.*, 38: 405-413.
- SÁNCHEZ CELA, V. & GARCÍA ANQUELA, J. A. (1984): «Igneous rocks of alpine age associated with Keuper materials in the Iberian mountains, near Teruel (Spain)», *Estudios geol.*, 40: 23-32.
- SÁNCHEZ CELA, V.; AUQUE, L. & FERNÁNDEZ, J. (1987-88): «High T-P minerals associated with fracture-shear zones in alpine materials (Camarena-Teruel, Spain)», *Rev. Inv. Geol.*, 44/45: 113-126.
- WILSON, M. (1989): *Igneous petrogenesis. A global tectonic approach*, Unwin Hyman, London, 466 pp.

Manuscrito recibido: 27 de junio 1994

Manuscrito aceptado: 14 marzo 1995