

- VYDRIN, V. N., ROZNIKOVA, A. P., STEBLEVA, A. T. (1964).—Relationship between sphalerite-galena mineralization and dolerite dikes (Yenisey Ridge). *Dokl. Acad. Sci. U.S.S.R., Earth Sci. Sect.*, vol. 159, pp. 131-134, 1 fig. (Transl. from Dokl. Akad. Nauk SSSR, vol. 159, pp. 1309-1312).
- ZAMARREÑO, I. (1972).—Las litofacias carbonatadas del Cámbrico de la Zona Cantábrica (NW. España) y su distribución paleográfica. *Trabajos de Geología*, N.º 5, Fac. Ciencias, Univ. de Oviedo, pp. 1-118, 70 figs., 17 láms.

**Francisco J. Martínez (\*)**.—COMPOSICION Y ORIGEN DE LAS ANFIBOLITAS DE FERMOSELLE (SW DE ZAMORA, ESPAÑA).

Las anfibolitas objeto de estudio se sitúan en la parte SW de la provincia de Zamora y Tras-Os-Montes Oriental (fig. 1), dentro de la zona centro ibérica del macizo herciniano (JULIVERT et al. 1972).

Estas rocas se encuentran en la base del «complejo xisto-grauvaquico», inmediatamente por encima de los gneises glandulares tipo Ollo de Sapo de Fermoselle (MATTE 1968). Se sitúan exclusivamente en la zona de la sillimanita-feldespato K en un área con abundancia de movilizados anatéticos y granitos palingenéticos (MARTÍNEZ 1974). En ocasiones, asociadas con las anfibolitas se encuentran rocas calcosilicatadas. Las anfibolitas aparecen siempre en niveles concordantes con contactos netos respecto a las rocas pelíticas y psamíticas encajantes. Están compuestas por un anfíbol del tipo hornblenda que generalmente constituye más del 90 % de su volumen; las plagioclasas en algunos casos forman solamente el 1 % del volumen total de la roca.

Mesoscópicamente presentan una débil estructura foliada que en ocasiones llega a ser isótropa. Su textura es granoblástica decusada, con los anfíboles formando una trama a veces ligeramente orientada pero cuya cristalización parece haber sido completamente postectónica no mostrando signos de deformación postcristalina.

**Mineralogía.**—Los anfíboles presentan las características ópticas siguientes:  $2V_x = 84-85^\circ$ ,  $Z \wedge c = 17-18^\circ$ . Tienen un pleocroismo muy acusado  $X =$  verde o pardo verdoso,  $Y =$  verdoso o pardo verdoso claro,  $Z =$  incoloro. Estas características son propias de una hornblenda. Se ha calculado la fórmula estructural, en base a 24 oxígenos, del anfíbol de la muestra 95E que proyectada en un diagrama Si, Ca + Na + K para anfíboles cálcicos y subcálcicos (LEAKE 1968) se ve que corresponde a una hornblenda magnesiana (fig. 2). La fórmula puede ser escrita:  $(Ca_{1,78}Na_{0,63})^x (Mg_{1,44}Fe_{1,25}Fe_{1,20}Al_{1,80}Ti_{0,10})^y (Si_{7,22}Al_{0,74})^z O_{22}(OH)_2$ . La composición de la hornblenda ha sido calculada a partir de la composición de la roca 95E, teniendo en cuenta que la cantidad de plagioclasas presentes es menor del 2 %, esto significa que el valor calculado debe desplazarse hacia términos con valores más bajos de los parámetros considerados en el gráfico de Leake.

Otros minerales además de la hornblenda son plagioclasas An<sub>59-60</sub>. Como accesorios contienen esporádicamente mica negra con pleocroismo débil e igualmente magnetita que en algunos casos representa hasta el 2 % del volumen de la roca.

(\*) Departamento de Geotectónica. Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo.

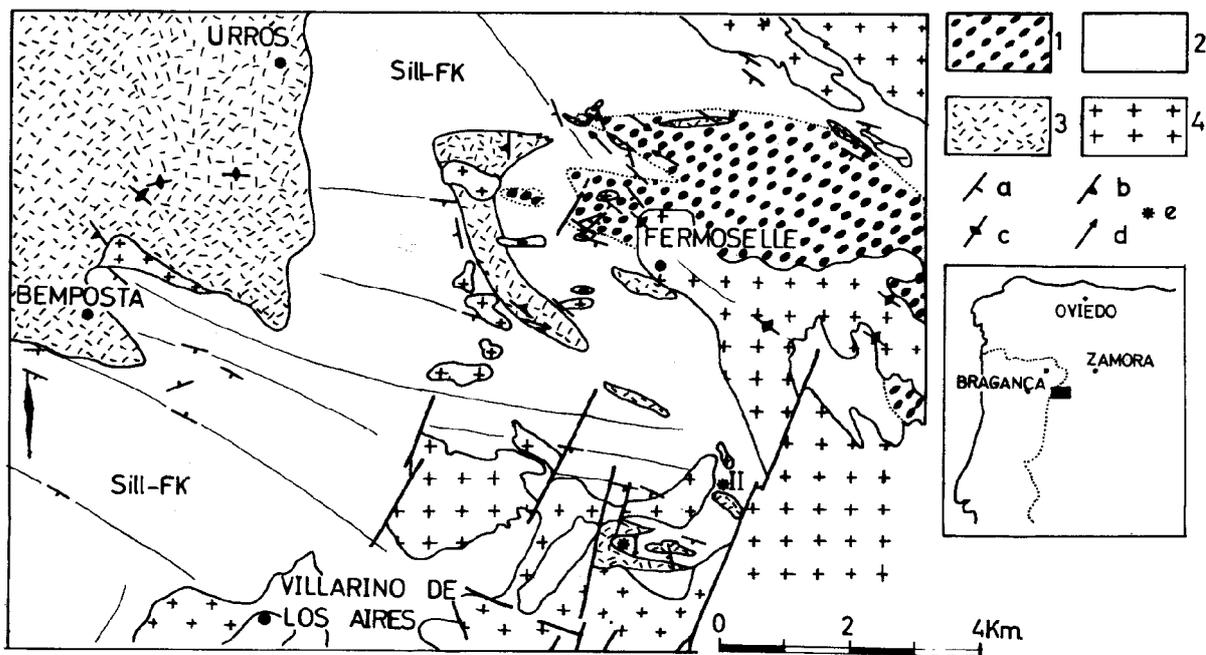


Fig. 1.—Esquema geológico de situación. 1. Gneises glandulares; 2. Metasedimentos del Complejo xisto-grauváquico; 3. Tonalitas y granodioritas pretectónicas; 4. Granitos de dos micas. a) Esquistosidad; b,c) Foliación en las tonalitas y granitos; d) Lineaciones de crenulación; e) situación de las muestras analizadas: I) 95E y II) 96E.

**Geoquímica y origen.**—Considerando los análisis de los elementos mayores correspondientes a las muestras 95E y 96E (\*) que se expresan a continuación, y proyectándolos en un diagrama ACF se observa que estas rocas caen dentro del campo de composición basáltica o andesítica (fig. 3a). Por otra parte los valores de Niggli proyectados en un diagrama mg-c (fig. 4) se sitúan sobre el «igneous trend» (LEAKE 1964). Su posible origen ortoderivado se deduce también de la proyección en un diagrama MgO-CaO-FeO (total) (WALKER et al. 1960) (fig. 3b), así como de su

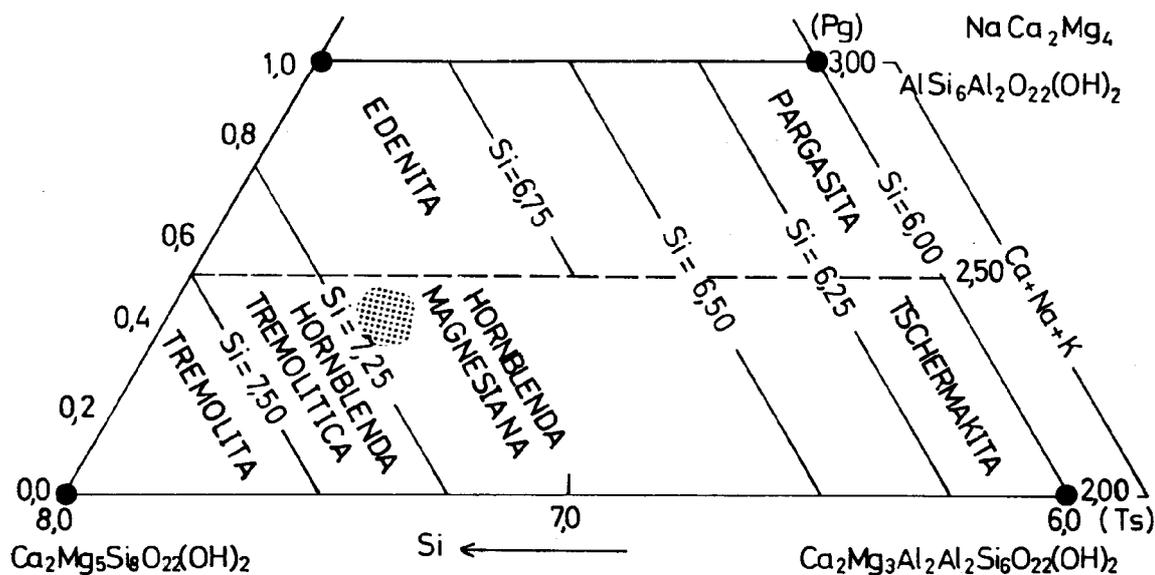


Fig. 2.—Diagrama Si, Na + Ca + K de LEAKE (1968). La trama de puntos representa la composición aproximada de la hornblenda de la muestra 95E.

(\*) Analista F. Bea (Depto. Petrología, Univ. Salamanca).

contenido relativamente alto en  $\text{TiO}_2$ . Por otra parte su relación espacial con rocas tonalíticas pertenecientes a la serie calcoalcalina pretectónica (MARTÍNEZ 1974) es otro hecho que apoya un origen ígneo para estas rocas. Se consideró en principio que las rocas de las que derivan estas anfibolitas son exclusivamente gabroicas del tipo de los precursores básicos (MARTÍNEZ 1974) asociados con las tonalitas. Esta interpreta-

	95 E	96 E
$\text{SiO}_2$ .....	49,02	51,57
$\text{TiO}_2$ .....	1,26	1,43
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	14,71	17,87
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	3,26	1,89
$\text{FeO}$ .....	10,39	5,45
$\text{MgO}$ .....	6,60	3,84
$\text{CaO}$ .....	11,36	6,74
$\text{Na}_2\text{O}$ .....	2,25	1,90
$\text{K}_2\text{O}$ .....	0,30	2,81
$\text{P}_2\text{O}_5$ .....	0,27	0,27
$\text{MnO}$ .....	0,03	0,15
Volat. ....	0,69	1,15
<b>TOTAL</b> .....	<b>100,24</b>	<b>99,63</b>

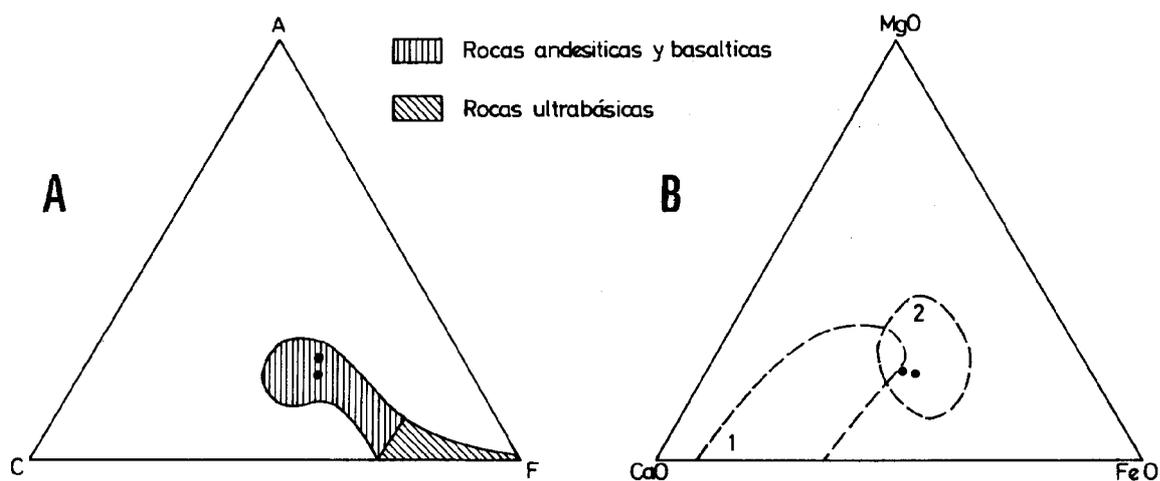


Fig. 3a.—Situación de las muestras en un diagrama ACF. Las áreas están delimitadas según NOCKOLDS (1954).

Fig.3b.—Diagrama MgO-CaO-FeO (total), según WALKER et al. (1960). Los campos 1 y 2 corresponden respectivamente a para y ortoanfíbolitas. Los puntos representan muestras analizadas.

ción es la más probable para las rocas como la 95E (fig. 1) y para otras situadas al N y W de Fermoselle que forman niveles bastante constantes de más de 1 m de potencia situados cerca de las tonalitas.

Un análisis detallado de los niveles calcosilicatados existentes en la base del complejo xisto-grauváquico, en el contacto entre éste y los gneises (MATTE 1968; MARTÍNEZ 1974) en toda el área estudiada, muestra que la proporción de anfíboles es muy variable en estos niveles, pudiendo llegar a ser importante (más de 50 %) aunque frecuentemente están asociados con diopsido y grosularia. En las proximidades de Urrós (Tras-Os-Montes Oriental) estas rocas se encuentran íntimamente asociadas con niveles finos de anfibolitas. Estos niveles se interpretan como paraderivados similares a los descritos por SMITHSON et al (1971) y ORVILLE (1969) y originados como consecuencia de reacciones de intercambio de cationes, a través de la fase fluída abundante en facies anfibolítica, entre niveles con un contenido apreciable de carbonatos (20-40 %) y las rocas pelíticas encajantes.

Las paragénesis mineralógicas de los niveles calcosilicatados y de las anfibolitas se exponen en la fig. 5. Se aprecia un paso gradual entre paragénesis que corresponden a composiciones ricas en Ca y otras ricas en Fe y Mg. Por otra parte únicamente la paragénesis biotita-plagioclasas contiene feldespato K, lo que supone que al aumentar la movilidad iónica este mineral emigra fácilmente.

El proceso que parece más normal en la formación de estas anfibolitas es el de diferenciación metamórfica, el cual supone una pérdida progresiva de Ca de los niveles sedimentarios calcosilicatados y una ganancia en Fe y Mg provenientes de la roca encajante, manteniéndose constante la proporción relativa de Al. Este hecho causaría una zonación como la observada en algunos boudins en los que en el centro se encuen-

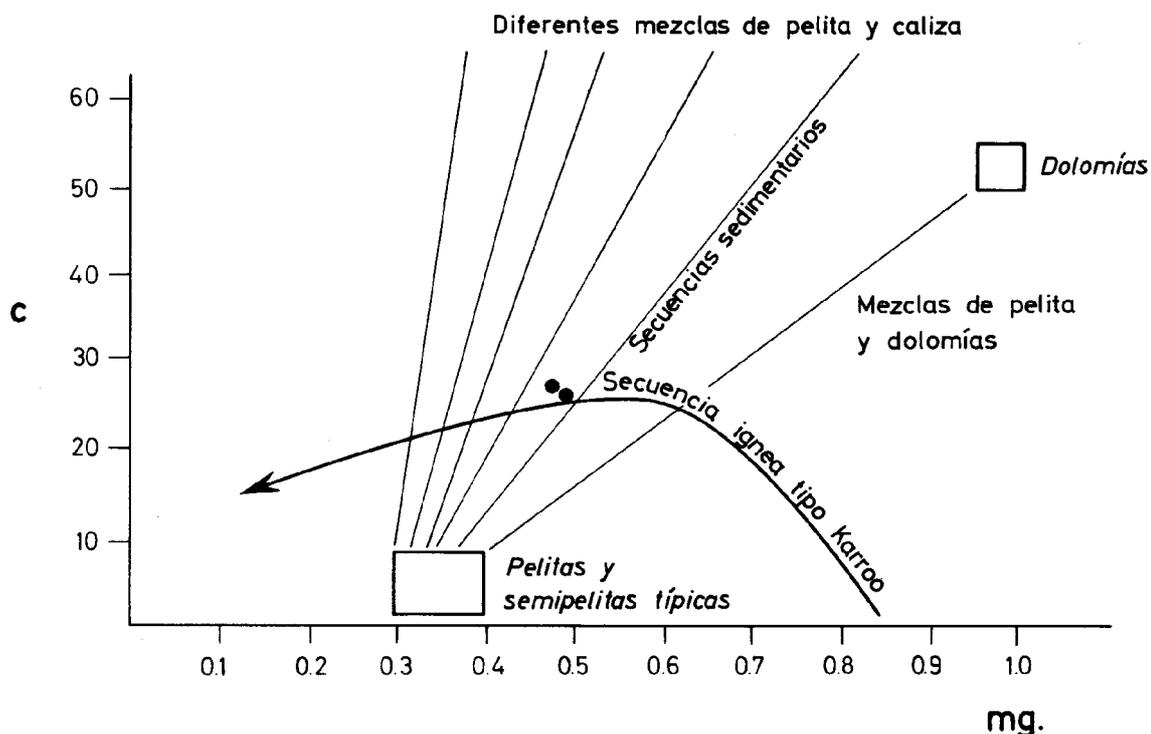


Fig. 4.—Diagrama mg-c de LEAKE (1964). Los puntos representan las muestras analizadas.

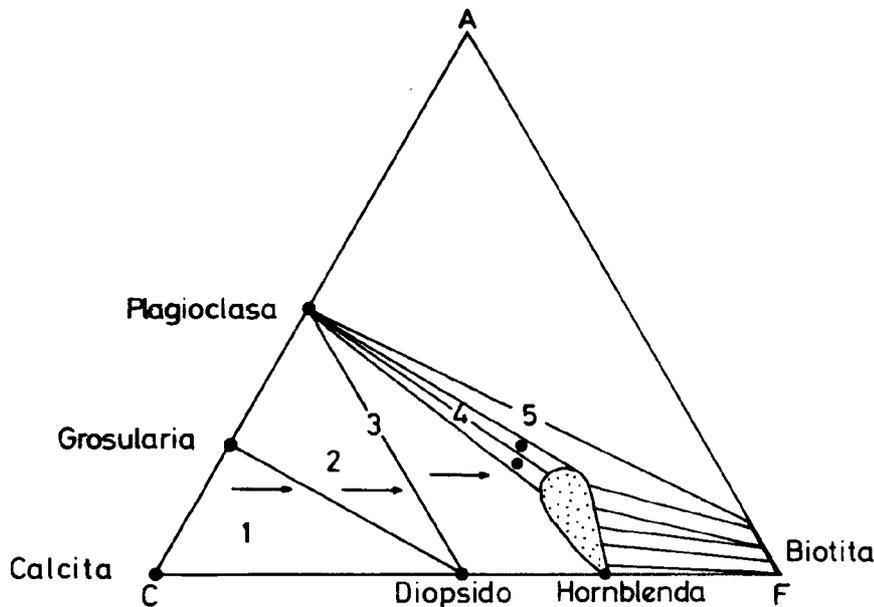


Fig. 5.—Sucesivas paragénesis observadas en las rocas calcosilicatadas. La paragénesis 4 corresponde a las anfibolitas. Los puntos representan muestras analizadas. Las flechas representan los sucesivos cambios mineralógicos desde el centro hasta los bordes en los niveles calcosilicatados.

tran las paragénesis más calcíferas y en los bordes las ferromagnesianas con anfíboles, directamente en contacto con la roca encajante. Por el momento, sin embargo, no se ha hecho un estudio sistemático de los niveles delgados de anfibolitas para comprobar si estos presentan bordes ricos en biotita-plagioclasa sin moscovita primaria como intermedios entre la asociación plagioclasa-hornblenda y la plagioclasa-biotita-moscovita común en los esquistos e incompatible con la anterior. Esto último sería un argumento importante, además de los expresados, a favor del origen metasomático local de estas anfibolitas y permitiría separar los dos posibles grupos existentes en la región.

JULIVERT, M., FONTBOTE, J. M., RIBEIRO, A. & CONDE, L. (1972).—Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. *Inst. Geol. Min. España*.

LEAKE, B. E. (1964).—The chemical distinction between ortho-and para-amphibolites. *Jour. Petrol.*, vol. 5, pp. 238-254.

——— (1968).—A catalog of analysed calciferous and subcalciferous amphiboles together with their nomenclature and associated minerals. *Geol. Soc. Am. Spec. Paper* 98, 210 pp.

MARTÍNEZ, F. J. (1974).—Petrografía, estructura y geoquímica de los diferentes tipos de granitos del NW de Salamanca (Cordillera Herciniana, España). *Trabajos de Geol.*, n.º 7, pp. 61-141, Oviedo.

MATTE, Ph. (1968).—La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne). *Trav. Labor. Geol. Fac. Sciences Grenoble*, vol. 44, pp. 1-128.

NOCKOLDS, S. R. (1954).—Average chemical composition of some igneous rocks. *Geol. Soc. Am. Bull.*, vol. 65, pp. 1007-1032.

ORVILLE, P. M. (1969).—A model for metamorphic differentiation origin of thin-layered amphibolites. *Am. J. Science*, vol. 267, pp. 64-86.

SMITHSON, S. B., FIKKAN, P. R. & HOUSTON, R. S. (1971).—Amphibolitization of calc-silicate meta-sedimentary rocks. *Cont. Miner. and. Petrol.*, vol. 31, pp. 228-237.

WALKER, K. R., JOPLIN, G. A., LOVERING, J. F. & GREEN, R. (1960).—Metamorphic and metasomatic convergence of basic igneous rocks and lime-magnesia sediments of the precambrian of North-western Queensland. *Jour. Geol. Soc. Australia*, vol. 6, pp. 149-178.