

Cuadernos Geología Ibérica	Vol. 7	Págs. 275-293	Madrid 1981
----------------------------	--------	---------------	-------------

ASPECTOS PETROLOGICOS
Y GEOQUIMICOS DE LAS ROCAS ULTRAMAFICAS
ASOCIADAS A LA GRANODIORITA PRECOZ
DE VIVERO (LUGO)

POR
G. GALÁN *

ABSTRACT

This paper deals with the mineralogy and petrography of ultramafic and mafic rocks associated with a granodiorite belonging to the calc-alkaline serie of Older Hercynian granitic rocks, near Vivero (Lugo, NW of Spain). They range from peridotites to tonalites through piroxenites, hornblendites...; these rocks and the associated granitoid ones show a typical calc-alkaline trend. We think they could probably be formed from high P_{H_2O} basaltic magma.

INTRODUCCION

Una de las características de los granitoides precoces de la serie híbrida en el NW de la Península es su asociación con rocas de naturaleza más básica (CAPDEVILA, CORRETGE y FLOOR, 1973). El presente trabajo se refiere a unas rocas ultramáficas y máficas asociadas con tonalitas, granodioritas y adamellitas deformadas que forman un pequeño macizo alargado perteneciente al grupo de granodioritas precoces hercínicas, situado en el límite E. de la ría de Vivero, dentro de la Zona Asturoccidental-Leonesa de Lotze.

Estas rocas, ya mencionadas por NISSEN (1960), y que fueron objeto de una nota previa (GALAN, 1981, *in litt.*), aparecen principalmente al norte de la playa del Esteiro (Fig. 1), en forma de megaenclaves decamétricas en el granito alcalino de Vivero, posterior e intrusivo

* Departamento de Petrología y Geoquímica. Universidad de Oviedo.

en la granodiorita precoz. En la presente nota se hace una descripción más detallada de las relaciones de campo, petrología y quimismo de las mismas, así como de su posible conexión genética con las graníticas asociadas.

En el campo, donde destacan fácilmente por su color oscuro, casi negro y gran consistencia, se pueden ver en contacto, además de con el granito alcalino de Vivero, con el encajante metamórfico y con las tonalitas.

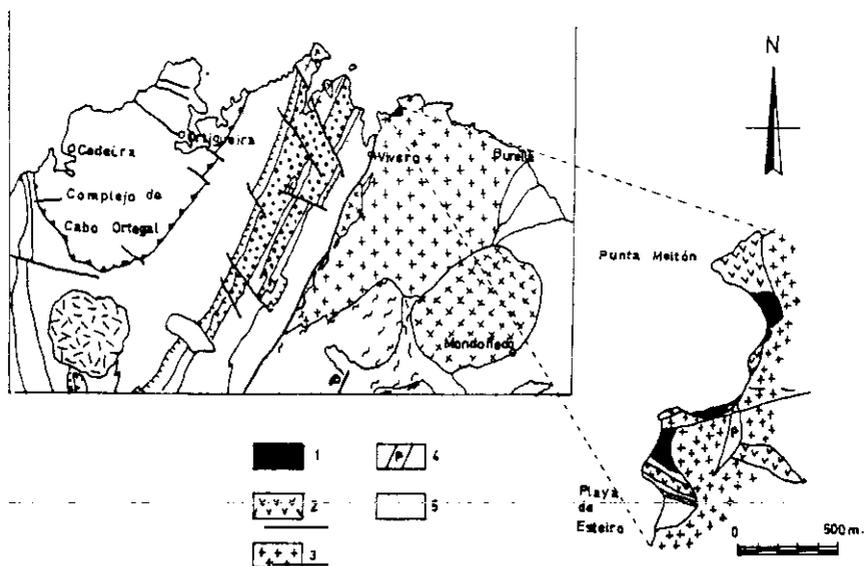


FIG. 1.—Esquema de situación de las rocas ultramáficas. 1. Rocas ultramáficas. 2. Tonalitas.—3. Granito alcalino.—4. Pegmatitas.—5. Rocas metamórficas.

El contacto con las rocas metamórficas, de naturaleza calcosilicada y arcósica pertenecientes a la formación Cándana de edad Cámbrico Inferior (MARTINEZ CATALAN, 1981) y atribuidas a la serie de Trastoy, de posible edad Precámbrico o Cámbrico Inferior según la hoja 1 : 50.000 del MAGNA, núm. 2 (Cillero), parece intrusivo y originar efectos de metamorfismo de contacto, cuyas condiciones se están estudiando actualmente. Las ultramáficas en este punto muestran un borde muy estrecho de grano muy fino y orientación determinada por la disposición de los anfíboles, existiendo también unos diques de naturaleza diorítico-gabroica, de unos 0,40 m. de espesor, intrusivos en las rocas metamórficas, que deben representar facies más diferenciadas en relación con las ultramáficas.

Por último, en el contacto con las tonalitas se observa una disposición de la orientación que presentan éstas, adaptándose a los bordes del mismo.

MINERALOGIA

Para el estudio de los minerales se empleó el microscopio óptico de transmisión, la platina universal de cuatro ejes en la determinación de algunos parámetros ópticos y análisis químicos con microsonda, además de técnicas de tinción para la determinación de carbonatos. Como principales constituyentes se han diferenciado:

Olivino

Su proporción varía desde un porcentaje del 45 % para las rocas de tipo peridotita hasta desaparecer totalmente en las más evolucionadas. Se presenta en cristales de milimétricos a centimétricos con formas automorfas a xenomorfas, en ocasiones con hábito tabular muy marcado y disposición orientada (Fig. 7). Pueden aparecer incluidos o no en anfíbol, piroxenos y flogopita. Los análisis químicos de las muestras estudiadas dan composiciones de FO_{78-79} a FO_{70-71} , en correspondencia con los datos ópticos ($2V_z = 88-96^\circ$). No presentan generalmente extinciones anómalas y suelen mostrar una partición muy intensa rellena por minerales opacos y serpentina. En general, no están muy alterados, comenzando el proceso por la formación de un borde de serpentina verde algo parda, y progresando hacia el interior aprovechando la intensa partición, rellena normalmente por serpentina incolora. Como norma general, los olivinos incluidos en otros minerales suelen estar menos alterados.

Piroxenos

Su proporción varía considerablemente en las distintas muestras, constituyendo el principal mineral en las rocas de tipo piroxenita y llegando a desaparecer o conservarse sólo como relictos en otras. Su tamaño suele ser inferior al de olivinos y anfíboles ($\approx 80 \mu s$), si exceptuamos algunos poiquilíticos de tamaño algo mayor. Presentan formas subautomorfas a xenomorfas y son incoloros o ligeramente pardos. Pueden estar incluidos o no en anfíbol, predominando una u otra forma de presentación según el tipo de roca. Los análisis que disponemos dan piroxenos del tipo diópsido más o menos cromífero ($2V_z = 52^\circ$, Z_A , $c = 40^\circ$) (ver tabla II), si bien en otras muestras no analizadas se observan secciones con extinción recta y un $2V_x$ de 97° que,

junto con la baja birrefringencia que presentan, podrían atribuirse a un piroxeno de la serie orto del tipo enstatita-broncita (según el gráfico de H. HESS, 1962, en TROGUER, 1971). Como característica más general, está su transformación a anfíboles en forma de diminutas manchas que crecen sobre los piroxenos, originándose a la vez numerosos minerales opacos, posiblemente espinelas del tipo picromita-cromita (terminología de WINCHEL, 1959) y/o magnetita. Esta transformación les proporciona un aspecto sucio con luz natural y tonos de interferencia abigarrados. Cuando el proceso está más avanzado, se observan agregados de anfíboles incoloros asociados con una nube de diminutos opacos que se concentran en torno a los relictos de piroxenos (Fig. 8).

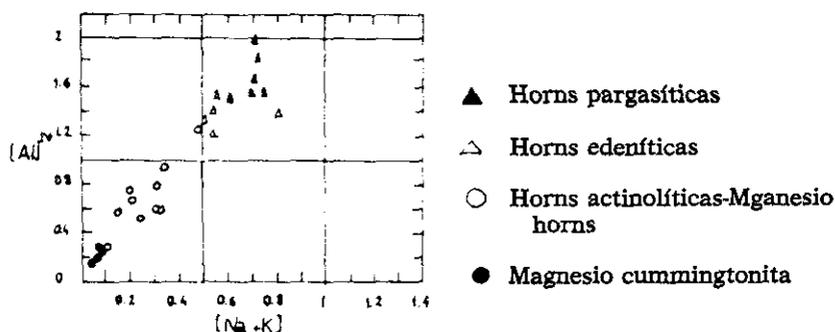


FIG. 2.—Variación composicional de Al^{IV} y álcalis que muestran los anfíboles analizados.

Anfíboles

Es el mineral más frecuente, alcanzando un porcentaje de hasta el 93 % de la totalidad de la roca (tabla I). Su forma de presentación es muy diversa, diferenciándose:

- Agregados de anfíboles incoloros, muy pequeños y xenomorfos, asociados o no con multitud de opacos. Alguno de estos agregados, pseudomorfos de minerales previos, pueden estar incluidos a su vez en otros anfíboles.
- Anfíboles automorfos a subautomorfos, con hábito prismático largo (Fig. 9).
- Anfíboles subautomorfos, que pueden llegar a medir hasta 4 y 5 cm. con típica textura poiquilítica, incluyendo olivinos, piroxenos y otros anfíboles.

TABLA I
ANALISIS MODAL DE ROCAS ULTRAMAFICAS Y MAFICAS

	6119	6123	5828	5827	5815	6122	5952	6019
OI	45,5		35,80	7,47				
Pxs	8,5	55,5	1,017	11,49	4,8		16,53	
Anf	23,8	26,8	59,20	74,23	93,7	39,15	52,49	29,4
Fp-Biot	5,1	2,4	0,10	4,15	0,1	11,97		25,7
Plag						44,62	19,92	22,3
Feld K							6,17	
Q							1,79	21,7
Opc	10,6	4,4	0,10	2,22		0,20		0,6
Ap					0,2	0,51		0,2
Serp	6,4	8,3	0,81					
Cc		0,2	2,95					
Cl		2,4		0,47	1,2			
TOTAL	99,9	100	99,98	100	99,8	100	99,98	99,9

6119: peridotita horn-piroxénica.
 6123: piroxenita.
 5828: hornblendita olivínica.
 5827: hornblendita pirox.-olivínica.
 5815: hornblendita.
 6122: gabro/diorita.
 5952: cuarzo monzogabro/-diorita.
 6019: melanotonalita.

En general, suelen presentar zonación con una disposición concéntrica y/o parcheada irregular, visible sobre todo en los grandes anfíboles poiquilíticos, lo que dificulta su determinación óptica.

Los análisis químicos de las muestras estudiadas con microsonda han proporcionado los siguientes tipos principales, la mayor parte pertenecientes a la serie cálcica, que pueden constituir cristales individuales o formar distintas zonas en un mismo cristal, pareciendo existir una continuidad composicional entre los diversos tipos (Fig. 2). La nomenclatura empleada es la de LEAKE (1978):

— Pargasitas-hornblendas pargasíticas:

Se corresponden con las zonas más pardas, generalmente ocupando el núcleo de los grandes anfíboles poiquilíticos. Presentan un $2V_x = 96^\circ$, Z_A , $c = 24^\circ$ y el siguiente esquema pleocroico:

- X = incoloro algo pardo.
Y = pardo a veces algo verdoso.
Z = pardo más oscuro a veces algo verdoso.

En ocasiones llevan asociados opacos dispuestos según la exfoliación.

— Hornblendas edeníticas:

Se corresponden con algunos cristales y zonas de los grandes anfíboles poiquilíticos de color menos pardo que los anteriores, y también con los agregados de anfíboles incoloros de pequeño tamaño, ya mencionados anteriormente, asociados con multitud de opacos que sustituyen a los piroxenos. Poseen un $2V_x = 76^\circ$, Z_A , $c = 19-24^\circ$ y un esquema pleocroico semejante al anterior con tonos más verdosos.

— Magnesio-hornblendas a hornblendas actinolíticas:

Pueden formar cristales individuales incoloros con hábito prismático o constituir la zona de borde de los tipos anteriores. En ocasiones también suelen formar finos bordes alrededor de las inclusiones (Fig. 11). Esta composición también se corresponde con los anfíboles de algunos pegmatoides de estas rocas.

— Magnesio cummingtonita:

Forma cristales pequeños de subautomorfos a xenomorfos, incoloros o verde muy pálido, generalmente en agregados con aspecto de pseudomorfosear un mineral previo, incluidos en anfíboles poiquilíticos u ocupando los intersticios entre ellos. Frecuentemente presentan varias maclas del tipo (100). Con este anfíbol se ha recalculado la fórmula (tabla II) en base a 15 cationes para determinar la cantidad de Fe^{3+} .

No se dispone de análisis químicos de los anfíboles presentes en las rocas más evolucionadas (gabros-dioritas, melanotonalitas y monzonitas) que suelen mostrar un hábito prismático largo y el siguiente esquema pleocroico:

- X = incoloro, ligeramente pardo.
Y = verde, algo pardo.
Z = verde, algo pardo, de tonalidad más fuerte.

Pueden presentar un borde de tonalidad más clara y maclas del tipo (100). En base a los datos ópticos ($2V_x = 86-88^\circ$, Z_A , $c = 13-24^\circ$) lo

denominamos hornblenda común (ref. DEER, HOWIE y ZUSSMAN, 1963).

En cuanto a las relaciones temporales con otros minerales, el anfíbol es claramente posterior a olivinos y piroxenos y anterior o simultáneo con las micas (flogopita y biotita).

Micas

Prácticamente existen en todas las muestras estudiadas, alcanzando un tamaño de hasta 2 y 3 cm. en las de grano más grueso. Forman cristales individuales o agregados de varios cristales asociados con opacos y carbonatos. Puede ser de incolora y prácticamente nada pleocroica a fuertemente pleocroica en las rocas más evolucionadas. Las muestras analizadas dan composiciones de tipo flogopita con una relación $Mg/Mg + Fe$ de 0,79 a 0,88 decreciente hacia los términos más evolucionados. A veces muestran texturas poiquilíticas, incluyendo piroxenos y olivino, extinción ondulante, líneas de exfoliación dobladas y opacos asociados. Se suelen presentar en relación con el anfíbol. La alteración es a clorita (clinocloro).

Otros minerales sólo presentes en muestras de rocas más evolucionadas son: la *plagioclasa*, con una composición alrededor de An_{50} cuando no está zonada; *feldespato K*, sólo en las rocas de tipo monzonítico con una proporción hasta del 26 %, extinción ondulante marcada y evidencias de la macla de la Microclina; *cuarzo*, sólo en las rocas más evolucionadas con carácter intersticial. Como accesorios más frecuentes se encuentran opacos, esfena, apatito, circón, epidota y brokita, siendo los secundarios principales; serpentina a partir de olivino, calcita ferrosa, clorita a partir de flogopita y sericita-sausurita a partir de plagioclasa.

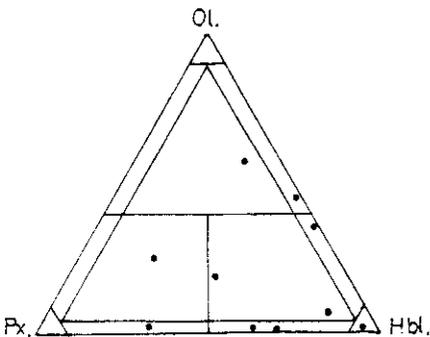


FIG. 3.—Representación gráfica de los análisis modales de rocas ultramáficas.

PETROGRAFIA

Uno de los rasgos más sobresalientes es la diversidad de rocas que muestran estos afloramientos. La clasificación y denominación de las mismas se ha realizado en base al análisis modal de las muestras estudiadas, siguiendo las normas de la I.U.G.S., si bien en ocasiones se ha creído conveniente utilizar nombres distintos para denominar algún tipo de roca que aparece claramente individualizada por su aspecto de campo, tamaño de grano, textura, etc. Se han diferenciado:

Peridotitas

Se localizan hacia el borde norte de los afloramientos (Fig. 1). Son de grano medio y con un color de gris a negro en sección fresca. En muestra de mano se diferencian unos minerales muy oscuros (olivinos) en una matriz más clara de piroxenos y/o anfíboles y micas. Presentan texturas de tipo ortocumulado (WAGER *et al.*, 1960) con acumulados de olivino (FO_{78-79}) y el resto de los minerales como material intercúmulo. Los piroxenos, a veces, sólo se conservan como relictos. Suelen ser frecuentes los anfíboles de 1 a 2 cm., a veces algún piroxeno y flogopita con textura poiquilítica. El accesorio más frecuente son los minerales opacos, con un porcentaje mayor que en el resto de las rocas, y como secundarios serpentina y carbonatos. También muestran una foliación determinada por el trazado algo sinuoso de superficies muy finas y penetrativas rellenas de opacos y serpentina.

Piroxenitas

De aspecto semejante a las anteriores, con un tamaño de grano algo más fino. El tránsito entre las mismas es gradual por disminución del porcentaje de olivino y anfíboles y aumento de piroxenos (tabla I). La desaparición del olivino en algunas muestras es total. En los afloramientos situados más al norte también muestran una foliación como la anteriormente descrita.

Hornblenditas olivínicas

Se localizan a continuación de las anteriores siguiendo los afloramientos hacia el sur, con un tamaño de grano medio a grueso, diferenciándose en muestra de mano olivinos de color pardo o negro en sección fresca, en una matriz de anfíboles de color verde. Las muestras de grano grueso presentan olivinos centimétricos con hábito tabular dispuestos de forma orientada que dan un aspecto particular a la roca (Fig. 7). Las texturas también son de tipo ortocumulado

con cumulos de olivino que muestran fracturas, visibles en muestra de mano, rellenas por el material intercúmulo formado principalmente por anfíboles y flogopita. Los accesorios y secundarios son básicamente los mismos que en los tipos anteriores.

Cortlanditas y hornblenditas

En el análisis modal se corresponden con hornblenditas olivínico piroxénicas, empleándose el nombre de cortlanditas para designar rocas formadas por una trama de anfíboles centimétricos (algunos por encima de 5 cm.) dispuestos al azar, con típica textura poiquilítica incluyendo olivinos, piroxenos y agregados de anfíboles. Estos anfíboles son los que mejor muestran la zonación composicional con núcleos más o menos pardos de hornblendas pargasíticas y edeníticas y bordes incoloros de hornblendas actinolíticas. Como rasgo a destacar, los olivinos son menos magnésicos (Fe_{70-71}) y el resto de los minerales tienen una relación $Mg/Mg + Fe$ menor que en los tipos anteriores. Por disminución gradual de las inclusiones de olivino se pasa de las cortlanditas a hornblenditas, que suelen mostrar un aspecto más masivo.

Estas rocas intruyen a las descritas anteriormente y suelen presentar contactos netos entre ellas.

Melanogabros-dioritas

Forman bolsadas pegmatoides, diques o constituyen enclaves aislados en el granito alcalino de Vivero. Suelen estar rodeadas de facies más hornblendíticas y enriquecidas de micas hacia el centro. El tamaño de grano oscila de fino a muy grueso, con anfíboles de hábito prismático muy largo, fracturados según el eje c y rellenas las fracturas por el material de la matriz formado fundamentalmente por plagioclasa (Fig. 12). Estas texturas en agujero de los anfíboles son debidas, según KEY (1977), a un enfriamiento rápido a partir de un magma enriquecido en volátiles. La composición de la plagioclasa oscila alrededor de An_{50} ; el piroxeno no existe o sólo se conserva como relicto; la esfena, apatito, minerales opacos y epidota son los accesorios más frecuentes. En este grupo se podrían incluir los diques mencionados anteriormente, que aparecen en el encajante metamórfico próximo a las ultramáficas.

Melanotonalitas

Texturalmente son semejantes a las anteriores, de las que sólo se diferencian por el mayor contenido en cuarzo, biotita y plagioclasa

menos cálcica (An_{45}). Tanto estas rocas como las anteriores podrían encajar en la definición de rocas apiniticas dada por BAILEY y MAUFE (1916) y FRENCH (1966), en PITCHER y BERGER (1972). FRENCH considera que rocas con hornblendas prismáticas alargadas pertenecerían a series apiniticas, mientras que aquellas con anfíboles cortos o en agregados pertenecerían a las series dioríticas.

Rocas de tipo monzonítico

Forman enclaves de varias dimensiones en la granodiorita precoz y en el granito alcalino posterior. Son rocas de grano fino a medio, diferenciándose en muestra de mano anfíboles verdes idiomórficos en una masa más clara de plagioclasa, feldespato K, anfíboles y/o piroxenos y cuarzo. Las texturas son de tipo orto a heteradacumulado con cumulos de anfíboles y a veces piroxenos e intercúmulos formados por gran-

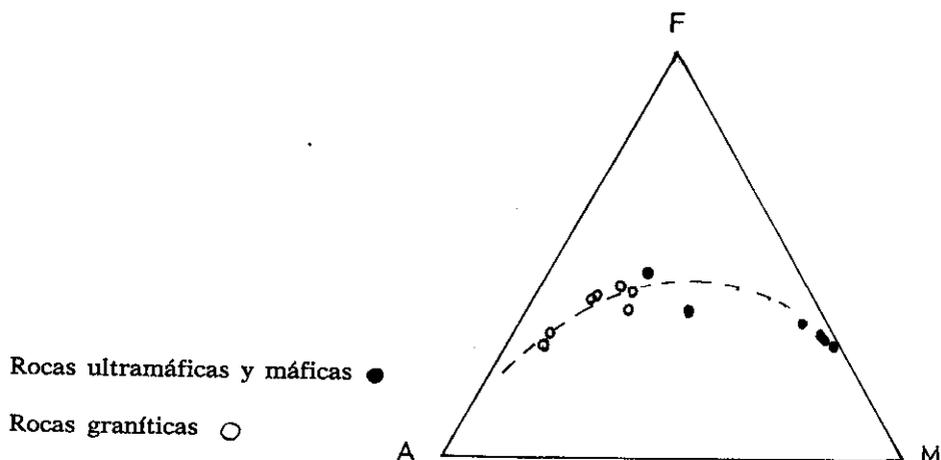


FIG. 4.—Proyección triangular AFM de los dos grupos de rocas, mostrando una tendencia calcoalcalina.

des placas poiquilíticas de plagioclasa (An_{50}) y feldespato K, con cuarzo en menor proporción. Los accesorios principales son apatitos, allanita, esfena, algún circón y opacos.

GEOQUIMICA

La asociación entre las rocas ultramáficas y las graníticas en esta zona plantea varios problemas de orden tectónico y petrogenético.

De la observación objetiva de los análisis químicos y modales (tablas I y III) deducimos que se trata de rocas ultramáficas y máficas con carácter básico ($\text{SiO}_2 > 45\%$) (WYLLIE, 1967). En efecto, el contenido en SiO_2 para los distintos tipos analizados se mantiene prácticamente constante alrededor del 50%. No ocurre así con el MgO , del que se observa una disminución progresiva hacia los términos más evolucionados, acompañada de una disminución de la relación $\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}$ en los distintos minerales (Ol., Pxs., flogopita...). En cuanto al contenido en K_2O oscila de 0,02 para las rocas de tipo peridotita a 2,29 en los gabro-dioritas y melanotonalitas.

Si proyectamos los análisis químicos de las rocas ultramáficas y máficas junto con los de las graníticas asociadas en un diagrama AFM, ambos grupos parecen adaptarse a una curva de evolución de tendencia calcoalcalina (Fig. 4).

Esta misma tendencia se observa en los diagramas de MIYASHIRO (1975), que separa los campos calcoalcalino y toleítico a partir de la ecuación:

$$\text{SiO}_2 \% = 42,8 + 6,4 \text{ FeO}^*/\text{MgO}$$

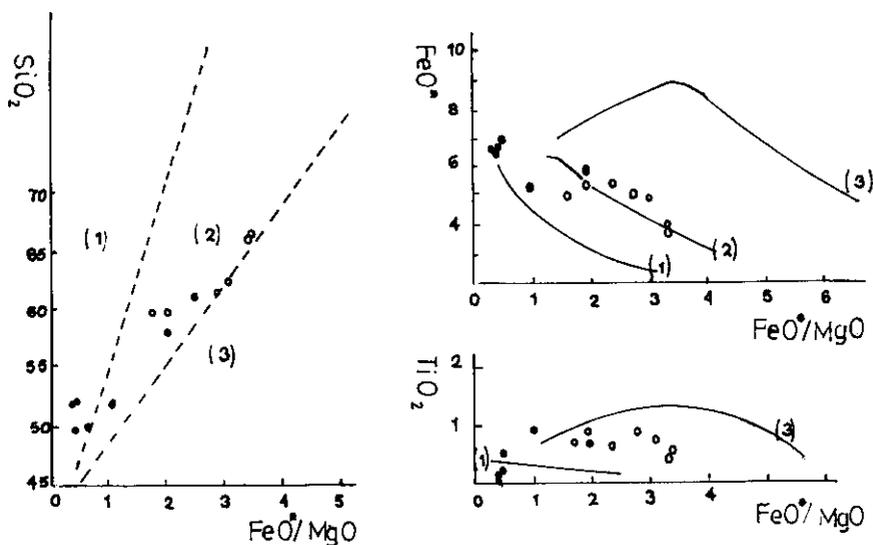


FIG. 5.—Diagramas de MIYASHIRO (1975) mostrando los tres campos de series calcoalcalinas típicas (1), intermedias (2) y series toleíticas (3), con la proyección de las rocas de Vivero.

Por otra parte, según los datos que proporciona la norma CIPW (tabla III), la presencia o ausencia de olivino o cuarzo junto con hiperstena confiere a estas rocas un carácter equivalente a basaltos del tipo toleíta olivínica a toleíta sobresaturada. Según las experiencias de YODER y TILLEY (1962), en condiciones hidratadas, la mayor parte de los basaltos tienen un anfíbol de composición química equivalente, de manera que se puede establecer una correspondencia entre ambos (Fig. 6). De los tres tipos de anfíboles cálcicos determinados en estas ultramáficas, sólo las magnesio hornblendas y hornblendas actinolíticas se corresponden con el tipo de basalto que proporciona el análisis de roca total, mientras que las hornblendas pargasíticas y edeníticas están en correspondencia con basaltos por encima del plano de subsaturación, lo que nos lleva a pensar en la posibilidad de formación de anfíboles deficitarios en sílice y enriquecidos en aluminio, durante las primeras etapas de cristalización en un magma de naturaleza basáltica por debajo del plano de subsaturación, evolucionando

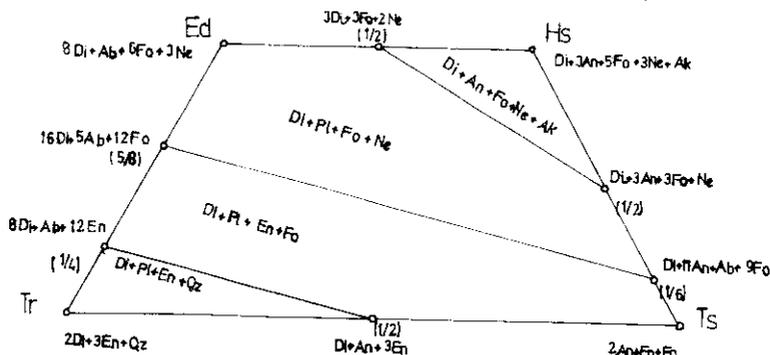


FIG. 6.—Representación de la equivalencia entre los distintos tipos de basaltos y la composición de los anfíboles expresada en forma normativa. YODER y TILLEY (1962). Obsérvese que la diagonal inferior representa la traza del plano de saturación y la diagonal media el plano de subsaturación.

hacia tipos más ricos en SiO_2 y deficitarios en Al_2O_3 a medida que el proceso avanza (Fig. 2). A esta conclusión llegan GREEN y RINGWOOD y otros autores en el estudio de series volcánicas orogénicas. Según los datos experimentales aportados por ellos, la fraccionación de los anfíboles juega un papel muy importante en la evolución de los magmas de naturaleza basáltica hacia una tendencia calcoalcalina en condiciones de P_{H_2O} elevada. Bajo estas condiciones, el campo de cristalización del anfíbol aumenta y disminuye el de la plagioclasa. Los anfíboles que se originarían tendrían una relación $Mg/Mg + Fe$ mucho menor que la de olivinos y piroxenos coexistentes (ver tabla II), evitándose así el enriquecimiento en Fe propio de las series toleíticas.

Salvando las diferencias existentes entre las series volcánicas y plutónicas, estas ideas podrían ser aplicables a las rocas ultramáficas anfíbólicas de Vivero que, junto con las de la granodiorita precoz, definen una serie clara de tendencia calcoalcalina, según los gráficos que aquí se muestran, por lo que parece probable que genéticamente estén relacionadas, representando diversas etapas de diferenciación a partir de un mismo magma, o bien dos magmas diferentes entre los cuales existiría un mecanismo de hibridación hacia el que parecen apuntar agrupaciones de anfíboles y cuarzos con coronas de reacción de máficos que se encuentran en las facies más básicas de la granodiorita precoz.

CONCLUSION

En principio, y a partir de los datos anteriormente expuestos, parece posible que las rocas ultramáficas de Vivero se hayan originado a partir de un magma de naturaleza basáltica en condiciones de P_{H_2O} elevadas que favorecería la precipitación de anfíboles y condicionaría su evolución hacia una tendencia calcoalcalina, relacionándose con la granodiorita precoz representando bien diversas etapas durante la evolución de un mismo magma o como mezcla de dos magmas diferentes: uno de origen más profundo (ultramáficas) con otro de origen más superficial.

Rocas semejantes a las aquí descritas, también relacionadas con granitos, han sido descritas por varios autores como PITCHER y BERGER (1972), BOWES y MCARTHUR (1976) y otros, constituyendo las denominadas series apiniticas.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a los doctores I. GIL IBARGUCHI, de la Universidad Autónoma de Barcelona, y F. BEA BARREDO, de la Universidad de Salamanca, por la realización de análisis químicos con microsonda de minerales y análisis de roca total, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- ARCE DUARTE, J. M.; FERNÁNDEZ TOMÁS, J., y MONTESERÍN LÓPEZ, V. (1977): *Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja núm. 2 (Cillero)*. I. G. M. E.

- BOWES, D. R., y McARTHUR, C. (1976): «Nature and genesis of the appinite suite». *Krystalinikum*, 12, 31-46.
- CAPDEVILA, R.; CORRETGE, G., y FLOOR, P. (1973): «Les granitoides varisques de la Mesete Iberica». *B. S. D. F.* (7), XV, núms. 3-4, 204-228.
- DEER, HOWIE y ZUSSMAN (1963): *Rock Forming Minerals*, v. 2, Longman.
- GALÁN, G. (1980): *Estudio petrológico y geoquímico de la granodiorita precoz de Vivero y rocas ultramáficas asociadas*. Tesis de licenciatura, Departamento de Petrología y Geoquímica, Universidad de Oviedo.
- (1981): «Aportaciones previas sobre la presencia de rocas ultramáficas asociadas a granitoides calcoalcalinos precoces en la zona de Vivero (Lugo)». *Cuadernos do Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, núm. 2 (*in litt.*).
- I. U. G. S. (1973): «Plutonic Rocks: classification and nomenclature recommended by I. U. G. S. Subcomission on the systematics of Igneous Rocks». *Geotimes*, 26-30.
- KEY, C. H. (1977): «Origin for appinitic pockets in the diorites of Jersey Channel Islands». *Min. Mag.*, 41, 183-192.
- LEAKE, E. (1978): «Nomenclature of amphiboles». *Bull. de Mineralogie*, v. 101, 4, 453-467.
- MARTÍNEZ CATALÁN, J. R. (1981): *Estratigrafía y estructura del domo de Lugo (sector oeste de la zona asturoccidental-leonesa)*. Tesis doctoral, Universidad de Salamanca.
- MIYASHIRO (1975): «Classification, characteristics, and origin of ophiolites». *Jour. of Geol.*, vol. 83, 249-281.
- NISSEN, H. V. (1960): *Deformation y Kristallisation in nordwest spanischen Kustengevirge bei Vivero*. Diss.-Univ. Münster.
- PITCHER y BERGER (1972): *The Geology of Donegal*. Wiley & Sons.
- RINGWOOD, A. E. (1975): *Composition and Petrology of the Earth's Mantle*. McGraw-Hill.
- TROGUER, W. E. (1971): *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
- WAGER, L. R., et al. (1960): «Types of Igneous cumulates». *Jour. of Petrology*, v. 1, part 1, 73-85.
- WINCHELL, A. N., y WINCHELL, H. (1959): *Elements of Optical Mineralogy*, Part II. Wiley & Sons.
- WYLLIE, P. J. (ed.) (1967): *Ultramafic and Related Rocks*. Wyley & Sons.
- YODER, J. R., y TILLEY, C. E. (1962): «Origin of Basalts Magmas: an experimental study of natural and synthetic rocks systems». *Jour. of Petrol.*, v. 3, núm. 3, 342-532.

TABLA II
ANALISIS QUIMICOS DE MINERALES

	Ol. (5912)	Px. (5915)	Fp. (5912)	Anf. (5827)	Anf. (5815)	Anf. (5912)	Anf. (5827)
Na ₂ O		0,33	0,45	2,25	1,41	0,95	0,95
MgO	39,06	16,26	24,15	17,03	16,87	20,86	25,31
Al ₂ O ₃	0,60	2,58	16,41	12,28	8,64	4,38	1,00
SiO ₂	39,87	50,18	40,47	43,83	46,39	52,95	55,23
CaO		24,88		13,36	13,46	13,14	1,37
TiO ₂		0,40	0,86	0,47	0,64	0,45	0,20
K ₂ O			9,70	0,46	0,61	0,23	0,06
MnO	0,64	0,48	0,29	0,40	0,37	0,38	0,64
Cr ₂ O ₃		0,78					
FeO ₂ (FeO)	18,87	4,47	5,55	7,94	8,69	4,05	8,33
Fe ₂ O ₃							6,18
TOTAL	99,04	100,36	97,88	98,07	97,08	97,39	97,90
Fórmula estructural	0=4	0=6	0=22	0=23	0=23	0=23	cat.=15
Si	1,027	1,860	5,608	6,334	6,732	7,413	7,634
Al ^{IV}	0,018	0,113	2,392	1,666	1,268	0,587	0,163
Al ^{VI}			0,289	0,424	0,263	0,138	
Fe ³⁺							0,203
Mg	1,499	0,898	4,987	3,663	3,649	4,353	5,213
Mn	0,014	0,015	0,034	0,049	0,045	0,045	0,075
Ti		0,011	0,084	0,051	0,070	0,047	0,020
Fe (Fe ²⁺)	0,406	0,183	0,643	0,958	1,05	0,474	0,873
Fe ³⁺							0,440
Cr		0,023					
Ca		0,988		2,065	2,093	1,971	0,202
Na		0,023	0,120	0,629	0,396	0,258	0,158
K			1,715	0,084	0,113	0,041	0,010
100×Mg/Mg+Fe	78-79	83	88	79	77	90	85-86

Ol. (5912): Olivino (peridotita).
 Px. (5915): piroxeno (hornblendita).
 Fp. (5912): flogopita (peridotita).
 Anf. (5827): horn. pargasítica (cortlandita).
 Anf. (5815): horn. edenítica (hornblendita).
 Anf. (5912): horn. actinolítica (peridotita).
 Anf. (5827): magn.-Cummingtonita (cortlandita).

TABLA III
ANALISIS QUIMICOSS DE ROCAS ULTRAMAFICAS Y MAFICAS

	G 6	G 9	G 3	G 11	G 13
SiO ₂	50,31	52,78	50,23	52,07	58,07
TiO ₂	0,09	0,06	0,58	0,96	0,66
Al ₂ O ₃	3,30	3,11	5,09	17,67	16,52
Fe ₂ O ₃	2,71	3,81	4,59	2,47	1,78
FeO	6,49	5,16	5,07	4,02	5,86
MgO	23,30	20,78	17,70	6,68	3,82
MnO	0,14	0,16	0,20	0,09	0,13
CaO	7,57	10,43	14,21	8,92	6,70
Na ₂ O	0,27	0,45	0,75	2,21	2,89
K ₂ O	0,02	0,22	0,53	2,29	2,29
P ₂ O ₅	0,05	0,06	0,09	0,51	0,27
M.V.	5,53	2,93	0,95	1,91	1,14
TOTAL	99,78	99,95	99,79	99,80	100,13
NORMA C.I.P.W.					
Q	0,00	3,03	0,00	3,06	10,69
Or	0,2	1,30	3,13	13,53	13,53
Ab	2,28	3,81	6,35	18,70	24,45
An	7,73	5,82	8,96	31,53	25,34
Dy	23,34	35,90	47,99	7,47	5,06
Hy	55,99	41,39	20,25	17,01	15,46
Ol	0,57	0,00	4,41	0,00	0,00
Mt	3,93	5,52	6,66	3,58	2,58
Il	0,17	0,11	1,10	1,82	1,25
Ap	0,12	0,14	0,21	1,18	0,63
% An	72,20	60,44	58,53	62,77	50,89

G 6: peridotita.
G 9: hornblendita olivínica.
G 3: hornblendita.
G 11: gabro/diorita.
G 13: melanotonalita.



FIG. 7.—Aspecto macroscópico de las hornblenditas olivínicas de grano grueso con cumulados de olivino (minerales oscuros) en una matriz más clara de anfíboles.

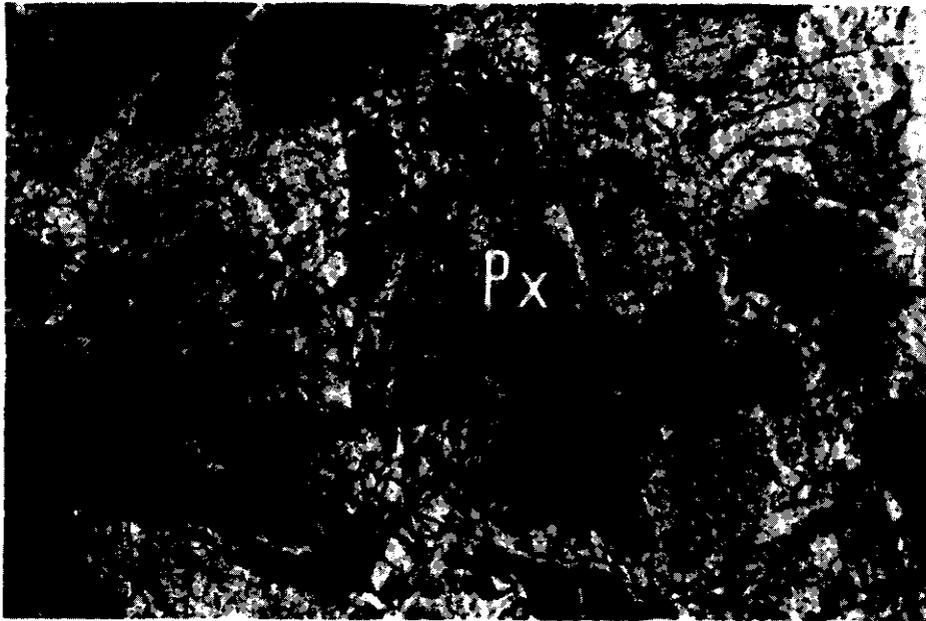


FIG. 8.—Cristales de *px*, diópsido en proceso de sustitución por agregados de anfíboles incoloros asociados con opacos. Peridotita. L.N. $\times 25$.



FIG. 9.—Anfibol con hábito prismático largo en peridotitas. L.P. $\times 25$.



FIG. 10.—Anfibol poiquilítico de tipo hornblenda pargasítica o edenítica (tonalidad oscura) con sobrecrecimientos de hornblenda actinolítica (en blanco). L.P. $\times 10$.



FIG. 11.—Cristal de piroxeno incluido en hornblenda pargasítica con borde de tipo hornblenda actinolítica. L.N.×63.

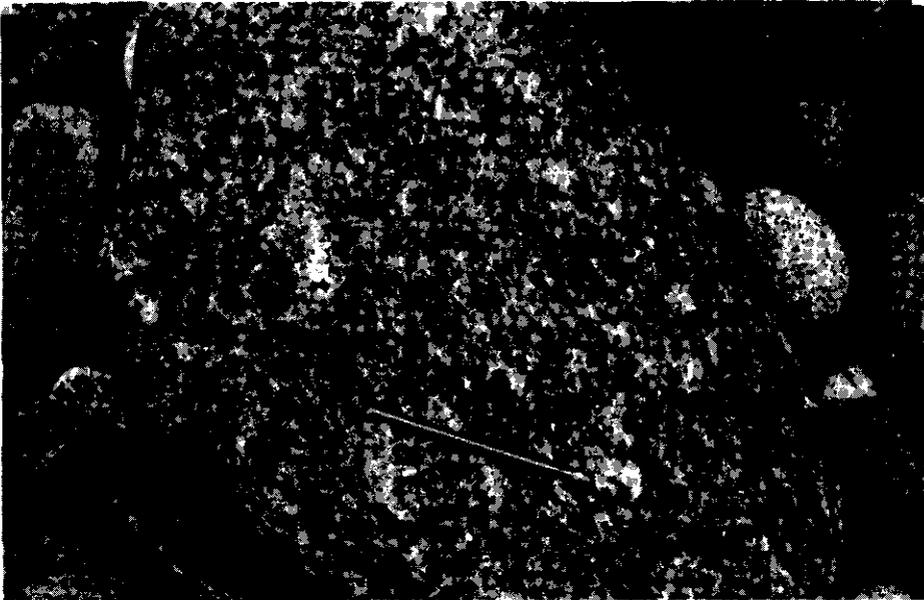


FIG. 12.—Pegmatoide de tipo gabro/diorita con anfíboles fracturados según el eje c. Textura apinitica.