

LAS VAUGNERITAS DE LA REGION DE FINISTERRE (GALICIA, NW. ESPAÑA). PROBABLES PRODUCTOS DE MAGMAS ANATECTICOS RESIDUALES.

Por J. I. Gil Ibarguchi

Departamento de Petrología, Universitat Autònoma de Barcelona,
Bellaterra, BARCELONA.

RESUMEN

Los resultados del estudio petrográfico y geoquímico de las rocas vaugneríticas de la región de Finisterre muestran que estas rocas podrían haberse formado por cristalización de magmas procedentes de la fusión parcial de materiales residuales derivados de la anatexia en las partes media e inferior de la Corteza. También se han considerado otras posibilidades tales como la de acumulación magmática o el metasomatismo de rocas de composición basáltica, sin embargo los datos de que disponemos no parecen apoyar estas hipótesis.

ABSTRACT

Vaugneritic rocks from the Finisterre region have been studied both petrographically and geochemically. Results show that these rocks could be formed by crystallization of magmas produced by partial melting of residual materials derived from the anatexis in the middle and lower parts of the Crust. Other possibilities, such as magmatic cumulation or metasomatism of rocks of basaltic composition, are considered; however, the present data do not support these hypotheses.

INTRODUCCION:

El término vaugnerita fue utilizado por primera vez por Fournet (1837) para referirse a algunas rocas melanocráticas del Macizo Central Francés que poseían una composición de diorita a granodiorita micáceas. Lacroix en 1917 mostró que estas rocas presentaban composiciones químicas aberrantes ya que aunque podían ser consideradas como rocas básicas desde un punto de vista químico, no se ajustaban a ninguna clasificación coherente químico-mineralógica. De hecho su composición química, tal como fue señalado más adelante por Velde (1969) es más o menos similar a la de algunos lamprófiros. El origen de estas rocas todavía no es bien conocido; así p. ej. el origen magmático de las vaugneritas de las

Cevènes (Francia) propuesto por Palm (1954, 1957) fue discutido por Weisbrod (1970) que veía en estas rocas el producto de algún tipo de metasomatismo potásico sobre rocas de composición basáltica. Recientemente Sabatier (1978) revisó esta hipótesis con la ayuda de un cierto número de análisis de roca total y de algunos constituyentes llegando a la misma conclusión que Palm, esto es, que las vaugneritas constituyen rocas magmáticas intrusivas ricas en potasio. Actualmente este origen magmático parece aceptado por la mayor parte de los autores que han estudiado rocas de este tipo (Couturié, 1977; Gagny, 1979, etc.); algunos incluso, como Gagny (op. cit.) sugieren un origen como acumulados magmáticos y establece una clasificación de este tipo de cumulos en base a los contenidos relativos en plagioclasa, feldespato potásico y minerales ferro-magnesianos.

La falta de estudios petrológicos y geoquímicos de vaugneritas en la Península Ibérica creemos que es debida fundamentalmente al carácter restringido de sus afloramientos y al hecho de que frecuentemente han debido ser confundidas con los enclaves melanocráticos comunes de los granitoides hercínicos. De hecho, en ocasiones, las descripciones microscópicas que se dan de algunos de estos enclaves, en estudios de granitos de carácter más general, parecen coincidir bastante bien con las de las vaugneritas tal como fueron definidas por Fournet p. ej. (cf. Aparicio et al. 1975, etc.). En otros casos, rocas de este tipo han sido descritas con nombres petrográficos más comunes, p. ej. tonalitas biotíticas de Albuquerque, 1967, a pesar de sus características petrográficas y geoquímicas nada comunes.

PETROGRAFIA

Las vaugneritas de la región de Finisterre forman enclaves de varios decímetros a varios metros de diámetro en el seno de los granitos hercínicos autóctonos a subautóctonos y de las migmatitas nebulíticas, siendo especialmente abundantes en los alrededores del Cabo Toriñana. Los contactos con el granito pueden ser netos aunque más a menudo son difusos debido a la mezcla de constituyentes graníticos con los de las vaugneritas. Examinados cuidadosamente se observa que los contactos son casi siempre irregulares, con formas lobulares que sugieren la intrusión de estas rocas como un magma viscoso mientras la roca encajante todavía no estaba del todo consolidada. La cristalización (o recristalización) de las vaugneritas pudo haber tenido lugar al mismo tiempo que la de la roca encajante, no obstante, la consolidación de las vaugneritas debió suceder generalmente antes que la del granito como lo sugieren las numerosas venas de material granítico y/o pegmatítico que a menudo cortan a las vaugneritas.

La composición modal va de diorita a cuarzo-diorita micácea (la última es la más abundante). La asociación mineralógica presente es: cuarzo-flogopita-plagioclasa-anfíbol, existiendo pequeñas cantidades de titanomagnetita, esfena, allanita, zircón, feldespato potásico. La textura es ge-

neralmente pseudo-dolerítica y formada por placas xenomórficas a hipidiomórficas de plagioclasa, mica y en ocasiones anfíbol. El tamaño de grano disminuye hacia los bordes donde la textura suele ser bastante similar a la de los enclaves microgranudos de los granitos; en estas zonas, las micas suelen estar a veces orientadas paralelamente a los límites de la vaugnerita con el granito.

Al microscopio las características principales son:

Plagioclasa generalmente xenomórfica conteniendo pequeños cristales de anfíbol, mica y gotas de cuarzo. El zonado, cuando existe, suele ser a veces oscilatorio y va de An40-50 en los núcleos a An15-20 en los bordes.

Flogopita formando cristales hipidiomorfos a veces corroídos por cuarzo o plagioclasa y conteniendo numerosas inclusiones de minerales accesorios. Constituye la principal fase ferro-magnésiana presente en estas rocas.

Anfíbol ligeramente pleocroico, verde pálido a incoloro, en cristales xenomorfos corroídos por cuarzo o plagioclasa.

La cristalización del anfíbol y de la mica parece haber sido más o menos contemporánea.

Cuarzo formando gotas en plagioclasas o bien cristales poiquiloblásticos intersticiales. A menudo existen pequeños «glóbulos» u «ocelos» de cuarzo, a veces monocristalino, separados del resto de la roca por una franja de anfíbol y/o mica. Este cuarzo se caracteriza por la ausencia de inclusiones de apatito.

Esfena, ya sea incluida en mica o anfíbol, ya sea como grandes cristales hipidiomórficos a menudo conteniendo un opaco; es un accesorio muy común. **Allanita** formando cristales idiomórficos de hasta 3 milímetros de diámetro generalmente en estado metamórfico. **Apatito** en forma de pequeños prismas idiomórficos con un núcleo oscuro sistemáticamente, probablemente más rico en Fe según descripciones comparables de Sabourdy (1975). **Feldespato potásico**, microclina, ligeramente peritítico; es un mineral raro, siendo intersticial cuando aparece.

COMPOSICION QUIMICA

a) Roca total:

La composición química de estas rocas (TABLA I) refleja exactamente (elementos mayores) las características petrográficas y mineralógicas mencionadas anteriormente. Todos los análisis muestran que las vaugneritas son rocas particularmente ricas en FeO₃ y MgO y pobres en SiO₂. Los altos contenidos en CaO de las vaugneritas no están relacionados con el contenido en anortita de las plagioclasas sino que son debidos a la presencia de un anfíbol tremolítico, a causa probablemente de los débiles contenidos en Al₂O₃ de estas rocas. La comparación de estos

análisis con los de las otras vaugneritas (TABLA I), como p. ej. las de la Margeride o el Velay (Macizo Central Francés) muestran que estas rocas pueden ser más o menos ricas en FeO_t o MgO , pero siempre se caracterizan por una elevada relación $\text{MgO}/\text{MgO} + \text{FeO}_t$ y un elevado contenido en K_2O (5,59 % en promedio para las de Finisterre). Si comparamos su composición con la de los enclaves microgranudos de las mismas rocas encajantes (TABLA I) es de señalar el incremento de los contenidos en Al_2O_3 compensado por una disminución en prácticamente los contenidos de todos los demás elementos.

b) Flogopitas:

Las micas oscuras de estas rocas son en realidad flogopitas intermedias entre los polos eastonita y flogopita (TABLA II). Estas micas son más ricas en Si y más pobres en Al que las biotitas de los granitos encajantes, así como que las de los enclaves microgranudos en estos granitos (TABLA II). Su relación $\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}_t$ también es más elevada, lo que sugiere condiciones de T y $f\text{O}_2$ más elevadas durante su formación (cf. Eugster & Woner, 1962); no obstante no hay que descartar una posible influencia sobre dicha relación de los altos valores de la relación $\text{MgO}/\text{MgO} + \text{FeO}_t$ de la roca huésped. Todas las demás rocas de la región de Finisterre, tanto las ígneas como las metamórficas, poseen biotitas con una relación $\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}_t$ inferior a la que presentan las micas de las vaugneritas.

c) Anfíboles:

Se trata de tremolitas (suponiendo $\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}_t$ 80 % para las tremolitas) con una relación $\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}_t$ aún más elevada que la de las flogopitas de la misma roca (80.7 % y 71.3 % respectivamente). Asimismo, los anfíboles son más pobres en Ti que las biotitas (TABLA III).

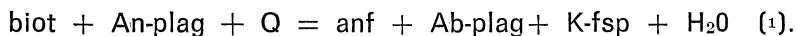
DISCUSION

Suponiendo que el origen de las vaugneritas debe ser interpretado en relación con la historia geológica del sector hercínico donde se hallan, en este sentido hay que señalar que la región de Finisterre registra una historia metamórfica que se inicia con un episodio de P intermedia-alta T seguido de una fase de P intermedia a baja-alta T; ambos episodios son responsables de la formación de la mayor parte de las rocas graníticas halladas en dicha región (cf. Gil Ibarguchi, 1979). Por otra parte, la evolución del metamorfismo y del magmatismo en esta región va acompañada de una serie de cambios en la composición de determinadas fases; algunos de ellos como la variación del contenido en Fe-Mg de las biotitas son perfectamente correlacionables con las variaciones de P-T, observándose un aumento progresivo del contenido en Mg de las mismas desde

las rocas mesozonales hacia los granitos anatéticos. Asimismo, las condiciones de P-T a que han estado sometidas las rocas catazonales de aquella región, determinadas a partir de una serie de curvas experimentales (cf. Gil Ibarra, op. cit.), debieron ser del orden de 5 Kbars y 700° C e incluso en algunos casos se debieron superar estas cifras en algunas de las rocas catazonales autóctonas observables en la actualidad como es el caso de los gneises glandulares migmáticos.

En estas condiciones, es posible suponer que las vaugneritas se formaron por la cristalización de un magma producido como resultado de la fusión de los residuos de la anatexia mesocrustal en las partes más profundas de la Corteza.

En efecto, los residuos de esa anatexia estarían formados por rocas pobres en SiO₂ y ricas en plagioclasas básicas y fases tales como esfena, apatito y biotitas magnesianas o los productos de su transformación, los cuales se admite clásicamente que suelen ser cordieritas, granate o hiperstena. Algunos de estos productos son visibles actualmente en las rocas catazonales de la región de Finisterre, p. ej. cordierita en las rocas de origen sedimentario o granate en los gneises glandulares migmáticos. No obstante, tal como mostraron Busch et al. (1974) la biotita puede descomponerse también dando lugar a un anfíbol según una reacción del tipo:



La presencia de un anfíbol tremolítico en las vaugneritas permite suponer que en los niveles más profundos de la Corteza debieron de alcanzarse las condiciones de P-T necesarias para que tuviese lugar la fusión parcial de los residuos mencionados así como la reacción (1). Esta reacción explicaría la abundancia de esfena en estas rocas ya que en la destrucción de las micas se libera Ti, al ser más ricas en este elemento que los anfíboles, el cual también podría combinarse con el Ca de las plagioclasas para dar lugar a aquel mineral. Por otra parte, el hecho de que las vaugneritas posean tan altos contenidos en micas sugiere que en la reacción (1) la biotita primitiva no se descompone totalmente (quizás debido a la escasez de cuarzo en los residuos) sino que sufre una fusión incongruente dando lugar a una nueva fase refractaria, más rica en Mg, la tremolita y/o la flogopita. Del mismo modo, si PH₂O fuese suficientemente baja, no solamente se podrían haber formado anfíboles, sino piroxenos ricos en Mg-Ca (diopsídicos), tal como se ha observado en algunas vaugneritas del Macizo Central Francés (Pygeires Hautes, según Couturié 1977). En todo caso, la plagioclasa ácida, el feldespato potásico y el agua producidos en la reacción anterior formarían un líquido que contendría las micas residuales y los anfíboles; si la temperatura fue suficientemente elevada el volumen del líquido aumentaría permitiendo el ascenso de este magma, favorecido por su propia temperatura elevada, y su emplazamiento en niveles superiores de la Corteza. Si estos acontecimientos tuvieron lugar durante o después del primer episodio metamórfico pero antes del segundo, las vaugneritas podrían encontrarse como enclaves o masas refractarias en el seno de las rocas anatéc-

ticas formadas durante este segundo episodio metamórfico. De todas formas teniendo en cuenta el tipo de contacto con los granitos parece que el proceso de emplazamiento de las vaugneritas debe ser más bien un proceso largo en el tiempo y no puntual; incluso en algunos casos, cuando el magma vaugnerítico se intruyese en cuerpos graníticos bastante consolidados, la roca resultante podría aparecer actualmente en forma de diques de aspecto lamprofídico (cf. algunos filones de kersantitas en la Margaride, Macizo Central Francés).

Según Busch et al. (1974) la reacción (1) tiene lugar a una T del orden de 800° C para P de unos 6 Kbares. Estas condiciones han debido ser superadas ampliamente en las partes más profundas de la región de Finisterre durante la Orogénesis Hercínica dando lugar como hemos dicho a la fusión parcial de los residuos de la anatexia mesocrustal y a la formación de rocas vaugneríticas (y quizás kersantíticas); no obstante, la escasez de estas rocas en relación con el volumen de residuos que deben producirse durante la anatexia de la Corteza sugiere que una gran parte de estos magmas no alcanzaron los niveles superiores de la Corteza sino que debieron permanecer probablemente en niveles inferiores. Eventualmente, los magmas vaugneríticos podrían haber sufrido hibridaciones con magmas anatéticos más ácidos dando lugar a la formación de algunos de los granitos calco-alcalinos potásicos existentes en el Orógeno Hercínico (cf. Corretgé, 1971; Capdevila et al. 1973, etc.).

CONCLUSION

Los datos petrográficos, mineralógicos y geoquímicos indican que las vaugneritas se han formado a partir de un magma particularmente pobre en SiO₂ y rico en FeO y MgO, bastante diferente de los magmas que dieron lugar a los granitoides de la región estudiada. No obstante, las vaugneritas muestran una serie de características tales como el xenomorfismo o hipidiomorfismo de los minerales esenciales, tipo de contacto con la roca encajante, etc., que sugieren que estas rocas han, al menos parcialmente, recristalizado durante o posteriormente a su emplazamiento por lo que no es posible conocer el número de fases que se han formado directamente a partir del magma y cuales corresponden a la recristalización de minerales magmáticos.

La hipótesis enunciada más arriba de un origen a partir de un magma residual excluye, en principio, la de acumulación magmática a partir de magmas graníticos; no obstante, en algunos casos creemos que es posible la formación de rocas de tipo vaugnerítico por ese método a partir de magmas más básicos, tal parece ser el caso de algunos granitoides de los Vosgos (Francia, cf. Gagny, 1979) y de otros lugares (New England, Flood & Shaw, 1979). De todas formas, creemos que en estos casos los magmas parentales representan probablemente grandes masas de magmas anatéticos de carácter parcialmente residual, hipótesis esta que debería confirmarse mediante un estudio a gran escala de la composición de los materiales afectados por la Orogénesis Hercínica y de los procesos de su fusión.

Igualmente, creemos que la hipótesis de un origen por metasomatismo potásico de rocas de composición basáltica también puede excluirse. En efecto, en varios puntos de la región de Finisterre aparecen rocas de composición basáltica las cuales se encuentran por lo general transformadas en anfibolitas. Muchas de ellas aparecen incluidas en los granitos anatéticos como masas refractarias habiendo sufrido en algunos casos fenómenos metasomáticos en el contacto con los granitos. No obstante, cuando esto sucede, los anfíboles, tanto en las partes centrales como en las zonas de contacto son siempre hornblendas (Mg-hastingsita a Fe-edenita) o cumingtonitas (TABLA III), de composición pues muy diferente de la de las tremolitas de las vaugneritas. Por otra parte, en algunos casos suelen formarse biotitas en esas zonas de contacto, debido seguramente a algún tipo de metasomatismo (K^+ y OH^- procedentes de los granitos) pero tanto estas biotitas como las de las anfibolitas con la asociación biotita-anfibol poseen una composición muy similar a la de las biotitas de los granitos encajantes (TABLA III), muy diferente por tanto de la de las flogopitas de las vaugneritas.

El origen de las vaugneritas a partir de magmas básicos que asimilaron material siálico o sufrieron granitización durante su ascenso no puede ser totalmente excluido (cf. Albuquerque, 1967). No obstante, en ausencia de datos convincentes para probar esta hipótesis, retendremos la de su formación a partir de un magma formado por fusión parcial de los materiales residuales de la anatexia mesocrustal en las partes más inferiores de la Corteza. En cuanto a la fuente de calor para este proceso y desde un punto de vista especulativo, podríamos considerar dos posibilidades: a) fusión de los residuos en relación con una disminución de la P en la base de la Corteza que podría corresponder al desarrollo de grandes fracturas profundas sin a post-cinemáticas (zonas profundas de cizalla); b) fusión inducida por los materiales básicos de origen mantélico que acompañan a los granitoides calcoalcalinos (sin y post-cinemáticos) de la región estudiada. Probablemente las dos hipótesis pueden estar relacionadas, sin embargo con los datos de que disponemos no es posible adoptar una decisión definitiva.

AGRADECIMIENTOS: Este trabajo fue efectuado durante la realización de nuestra Tesis Doctoral. Agradecemos al Prof. J. Lameyre de la Universidad de París VI la colaboración prestada para la realización de dicha Tesis y de los análisis presentados en este trabajo (minerales analizados con la microsonda Cameca MS46 de aquella Universidad).

BIBLIOGRAFIA

- Albuquerque C. A. R. de 1967: Petrochemistry of a series of granitic rocks from Northern Portugal. *Geol. Soc. of America Bulletin*, 82, 2783-2798.
- Aparicio, A., Barrera, J. L., Carballo, J. M., Peinado, M. & Tíno, J. M. 1975: Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español. *Mem. Instit. Geol. y Min. de España*, 88, 145 pp.
- Busch, W., Schneider, G. & Mehnert, K. R. 1974: Initial melting et grain boundaries in rocks of granodioritic, quartzdioritic and tonalitic composition. *Neues Jb. Min. Mh.*, 345-370.
- Corretgé, L. C. 1971: Estudio petrológico del batolito de Cabeza de Araya (Cáceres). Tesis Universidad de Salamanca, 453 pp.
- Capdevila, R., Corretgé, L. G. & Floor, P. 1973: Les granitoïdes varisques de la Meseta Ibérique. *Bull. Soc. Géol. de France, série 7, XV*, 209-228.
- Couturié, J. P. 1977: Le massif granitique de la Margeride (Massif Central Française). Thèse Univ. de Clermont-Ferrand, 319 pp.
- Didier, J. 1964: Etude pétrographique des enclaves de quelques granites du Massif Central Français. Thèse Univ. de Clermont-Ferrand, 254 pp.
- Eugster, H. P. & Wones, D. R. 1962: Stability relations of the ferruginous biotite, annite. *Jour. of Petrology*, 8, 82-125.
- Floor, R. H., Shaw S. E. 1979: K-rich cumulate diorite at the base of a tilted granodiorite pluton from the New England Batholith, Australia. *Journal of Geology*, 87, 417-425.
- Fournet, J. 1837: Géologie lyonnaise. De Barret, Lyon, 744 pp.
- Gagny, C. 1979: Vaugnerites et durbachites sont des cumulats de magma granitique (l'exemple du magma des Crêtes, Vosges). *C. R. Acad. Sc. Paris, t. 287*, 1361-1364.
- Gil Ibarguchi, J. I. 1979: Metamorfismo y plutonismo en la región de Muxía-Finisterre (NW. España). Tesis Univ. Autónoma de Barcelona, 267 pp.
- Lacroix, A. 1917: La composition chimique de la vaugnérite et la position de cette roche dans la systématique. *Bull. Soc. Fr. de Minér. et Crist.*, 11, 158-162.
- Palm, Q. A. 1954: Vaugnérites et amphibolites, deux types de roches amphiboliques dans les Cévennes a la hauteur de Largentière (Ardèche). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7è. série, t. IV, 627-641.
- Palm, Q. A. 1957: Les roches cristallines des Cévennes Médiannes à hauteur de Largentière, Ardèche, France. Thèse Univ. de Utrecht, 121 pp.
- Sabatier, H. 1978: Remarques préliminaires sur quelques vaugnérites du Massif Central Français. *Cr. R. Acad. Sc. Paris*, 286, 9-11.
- Sabourdy, G. 1975: Apport de la géochimie à la connaissance des granitoïdes des Cévennes Meridionales, Massif Central Français. Thèse Univ. de Clermont-Ferrand, 278 pp.
- Velde, D. 1969: Minettes et kersantites. Une contribution à l'étude des lamprophyres. Thèse Univ. de Paris, 235 pp.
- Weisbrod, A. 1970: Pétrologie du socle métamorphique des Cévennes médianes (Massif Central Français). Thèse Univ. de Nancy, 3 vol.

TABLA I
ANALISIS QUIMICOS DE VAUGNERITAS Y ENCLAVES

	V5	V7	208	VL	MGD	EF
SiO ₂	50.70	45.10	52.02	50.5	57.48	62.29
Al ₂ O ₃	13.74	12.68	15.74	14.6	15.14	15.41
Fe ₂ O ₃	1.61	2.27	4.78	1.9	2.85	1.50
FeO	4.72	5.08	1.62	6.2	4.43	3.38
MnO	0.06	0.13	0.14	0.1	0.09	0.06
MgO	7.28	12.07	7.50	11.4	5.93	3.73
CaO	8.10	8.71	5.70	7.6	4.57	3.92
Na ₂ O	0.44	1.34	0.62	1.8	2.78	3.09
K ₂ O	5.99	6.25	4.53	2.8	3.75	2.91
TiO ₂	1.72	1.68	1.51	1.0	1.06	0.84
P ₂ O ₅	1.00	1.18	0.68	0.5	0.52	0.46
H ₂ O	2.46	2.82	2.83	1.0	1.14	1.56
H ₂ O	0.63	0.63	0.67	0.2	0.16	0.30
TOTAL	98.45	99.84	98.34	99.9	99.89	99.45

V5, V7, 208: vaugneritas de la región de Finisterre.

VL: composición media de las vaugneritas del Velay (Macizo Central Francés, según Didier, 1964, 6 análisis).

MGD: composición media de las vaugneritas de la Margeride (Macizo Central Francés, según Couturié, 1977, 12 análisis).

VF: enclave microgranular en los granitos, región de Finisterre.

TABLA II
ANALISIS QUIMICOS DE LAS MICAS

	208B	V7	96A	B1	B8C	BD5G	BDIAN1
SiO ₂	38.76	36.75	33.47	34.85	34.99	34.46	34.18
Al ₂ O ₃	16.48	14.52	20.96	16.83	16.39	19.54	19.69
FeO _r	11.73	13.33	19.37	22.25	22.30	22.62	19.93
MnO	0.42	0.43	0.36	0.56	0.27	0.50	0.44
MgO	15.90	19.12	8.31	8.84	9.01	6.43	8.03
CaO	0.38	—	—	0.31	0.43	—	—
Na ₂ O	0.28	0.50	0.49	0.36	0.31	0.40	0.29
K ₂ O	9.65	8.95	8.96	9.20	9.08	9.32	9.74
TiO ₂	2.65	3.00	3.70	2.16	2.08	2.97	3.84
TOTAL	96.24	96.61	95.63	95.36	94.85	96.24	96.14

Fórmula estructural, 0:22

Si	5.635	5.393	5.090	5.417	5.462	5.313	5.205
Al ^{IV}	2.365	2.513	2.910	2.583	2.538	2.687	2.795
Mg	3.445	4.183	1.884	2.889	2.096	1.466	1.822
Al ^{VI}	0.459	—	0.848	0.501	0.477	0.839	0.739
Ti	0.289	0.331	0.423	0.253	0.244	0.342	0.440
Mn	0.051	0.054	0.047	0.074	0.036	0.065	0.057
Fe _t	1.426	1.636	2.464	2.889	2.911	2.898	2.538
Ca	0.059	—	—	0.052	0.072	—	—
Na	0.078	0.142	0.145	0.108	0.093	0.118	0.085
K	1.790	1.676	1.738	1.825	1.808	1.822	1.892
Mg/Mg + Fe %	70.7	71.9	43.3	41.6	41.8	33.6	41.7

208B, V7: flogopitas de las vaugneritas.

96A: biotitas de los enclaves microgranudos.

B1: biotitas de anfibolitas con anfíbol-piroxeno.

B8C: biotitas de anfibolitas con anfíbol-biotitas.

BD5G, BDIAN1: biotitas de los granitos anatéticos.

TABLA III
ANALISIS QUIMICOS DE LOS ANFIBOLES

	208A	V7	67	200B2	8C
SiO ₂	54.08	51.11	40.14	42.18	50.44
Al ₂ O ₃	3.66	2.84	11.82	9.94	2.15
FeO _t	8.20	7.77	20.98	19.15	29.78
MnO	0.41	0.50	0.57	0.64	0.63
MgO	17.33	20.09	6.68	8.69	12.55
CaO	12.08	13.10	12.51	12.09	1.10
Na ₂ O	0.54	1.63	1.42	1.26	0.36
K ₂ O	0.16	0.45	1.57	1.06	0.07
TiO ₂	0.41	0.53	1.22	0.58	0.23
TOTAL	97.11	98.02	97.02	95.60	97.31
Fórmula estructural, 0:23					
Si	7.673	7.310	6.288	6.578	7.695
Al ^{IV}	0.327	0.479	1.712	1.422	0.305
Ti	0.044	0.057	0.145	0.076	0.026
Fe _t	0.973	0.929	2.749	2.518	3.800
Mg	3.668	4.283	1.560	2.021	2.855
Al ^{VI}	0.285	—	0.465	0.406	0.081
Mn	0.078	0.061	0.078	0.075	0.081
Na	0.150	0.452	0.455	0.368	0.107
Ca	1.837	2.008	2.093	2.059	0.179
K	0.029	0.082	0.314	0.218	0.015

208A, V7: anfíboles de las vaugneritas.

67: anfíboles de las anfibolitas con piroxeno-anfíbol, partes internas (ver texto).

200B2: íd. partes externas.

8c: anfíboles de las anfibolitas con biotita-anfíbol.

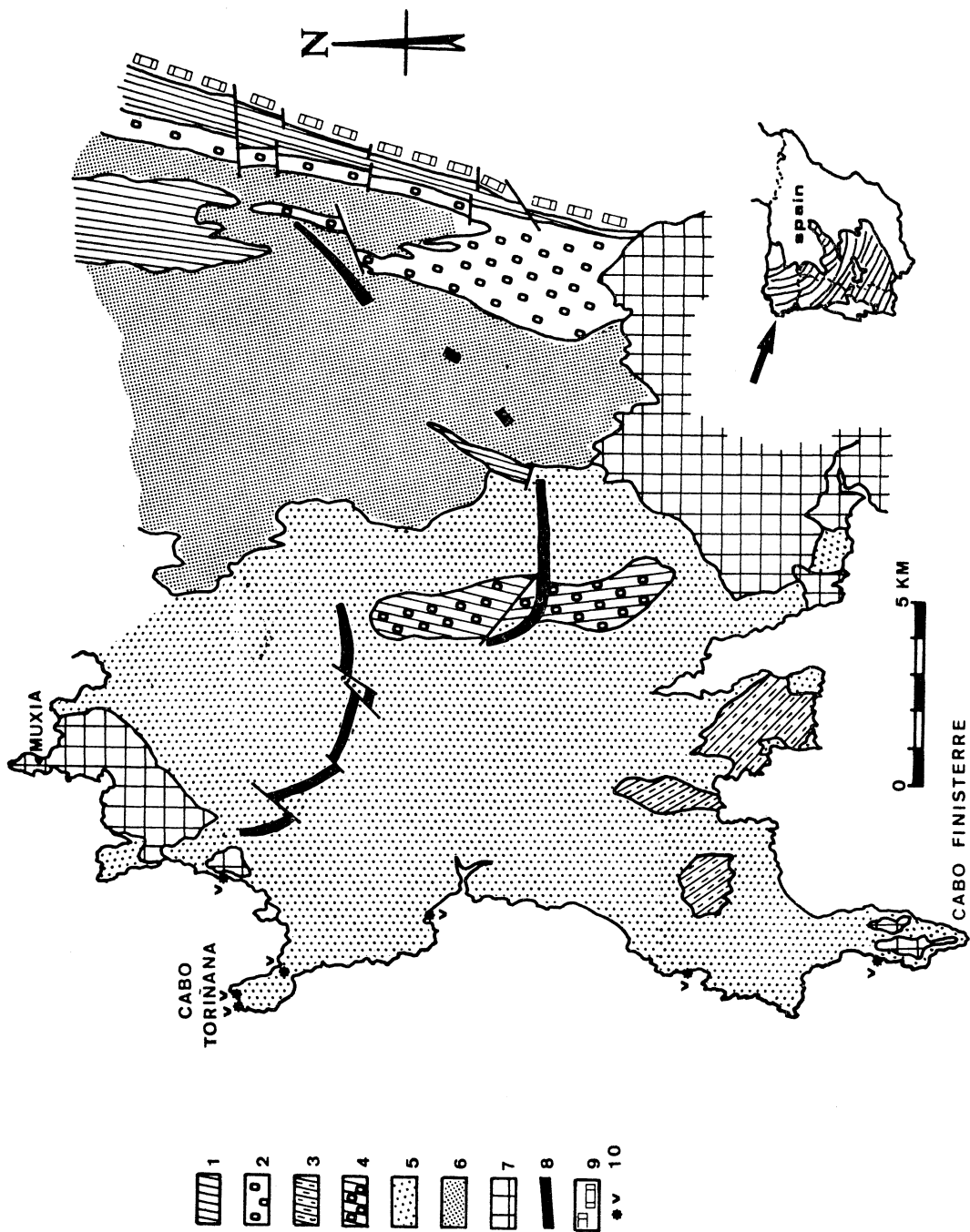


Fig. 1.—Mapa geológico simplificado de la región de Finisterre: 1, metasedimentos mesozonales; 2, gneises glandulares mesozonales; 3, metasedimentos catazonales; 4, gneises glandulares catazonales; 5, granitos anatéticos subautóctonos y migmatitas nebulíticas; 6, leucogranitos; 7, granodioritas a monzogranitos post-cinemáticos; 8, diques post-cinemáticos micrograníticos; 9, granodioritas sin-cinemáticas; 10, vaugneritas.



Fig. 2.—Enclaves de vaugneritas en los granitos anatócticos en las proximidades del Cabo Touriñana.

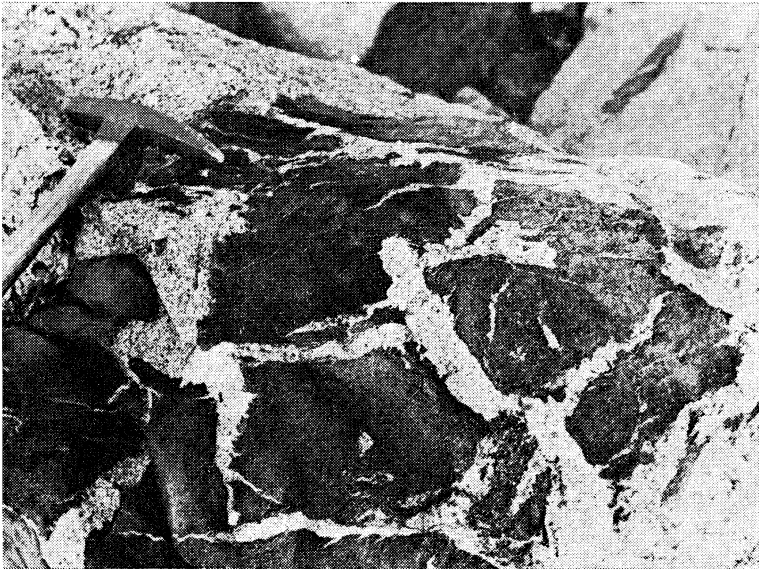


Fig. 3.—Contacto vaugnerita-granito, cerca del Cabo Touriñana.



Fig. 4.—Aspecto microscópico de las vaugneritas.