

## ROCAS ESTICTOLITICAS EN LA SIERRA DE GUADARRAMA

C. VILLASECA \*

RESUMEN.— En las zonas centrales de la Sierra de Guadarrama, y fundamentalmente en sectores próximos a Sotosalbos y St<sup>o</sup> Domingo de Pirón (Hoja de Turégano), se emplazan tardimetamórficamente unas rocas granitoideas nodulares de yacimiento heteromorfo, que han sido definidas como rocas estictolíticas por presentarse, frecuentemente, como facies de carácter migmatítico.

Las rocas estictolíticas afloran fundamentalmente como: nódulos dispersos en la roca metamórfica, con o sin halo granítico ( $E_1$ ); como venas graníticas nodulares tardías, a veces según microbandas de cizalla ( $E_2$ ); o bien como bolsadas graníticas inhomogéneas, de extensiones métricas a lo sumo ( $E_3$ ).

Todas estas facies estictolíticas se componen de una fracción granítica, con biotita dominante sobre la moscovita, y de un nódulo máfico, generalmente cuarzo cordierítico, aunque existen variedades cuarzo-turmaliníferas asociadas.

El estudio geoquímico indica un origen anatético de dichas rocas, con probables fenómenos de inmiscibilidad (o de segregación) que originan el carácter nodular que presentan. No proceden de anatexis «in situ» del material gneísico encajante, aunque existen fenómenos de asimilación en las facies estictolíticas de mayor envergadura ( $E_3$ ).

SUMMARY.— Some finimetamorphic granitoidic rocks, rich in nodules, with metamorphic outcropping, appear in the central part of the Sierra de Guadarrama, specially close to Sotosalbos and Santo Domingo de Piron (Turégano's Map). Because of its frequent migmatitic character, these rocks have been defined as stictolithitic.

The stictolithitic rocks appear as: separated nodules between the metamorphic rocks, with or without granitic halo ( $E_1$ ); as nodular granitic veins, sometimes according to shear microbands ( $E_2$ ); or like inhomogeneous granitic bodies, no more than some meters in shape ( $E_3$ ).

All of these stictolithitic facies are composed by one two-mica granitic fraction, and a quartz-cordieritic mafic nodule, moreover there are also some nodules with quartz-turmaline.

The geochemical study points out and anatetical origin of these rocks. In this contest the nodular character could be due by immiscibility phenomena (or segregation). These rocks are subautochthonous (there are incongruencies in an idea of anatexis in situ), and in more advanced stictolithitic facies ( $E_3$ ), they show some assimilation of metamorphic wall rocks.

\* Departamento de Petrología. Universidad Complutense. Madrid.

## INTRODUCCION

En el Sector Central de la Sierra de Guadarrama, es frecuente la aparición dispersa de rocas estictolíticas entre los ortogneises cuarzofeldespáticos, a los que confieren un aspecto migmatítico. De hecho, la frecuente definición de estructuras migmatíticas es lo que nos ha conducido a denominarlas rocas estictolíticas (MENHERT, 1968) y no, por ejemplo, granitoides cordieríticos, como aparecen en alguna de sus variedades de afloramiento.

Las primeras observaciones sobre facies migmatíticas semejantes en la Sierra, provienen de DE WAARD (1950). Este autor empleó el término «crocidita» para describir venas leucograníticas parecidas, sin que en ningún momento haga referencia a la existencia de nódulos máficos en su interior, carácter esencial en la definición de roca estictolítica. Posteriormente, FERNÁNDEZ CASALS (1979) y ALVARO, et al. (1981) citan fenómenos parecidos, también en el Valle del Lozoya. FUSTER y VILLASECA (1979) describen, por primera vez, estas facies nodulares como fenómenos de anatexia que generan estructuras migmatíticas de morfología estictolítica. Son, sin embargo, los trabajos de VILLASECA (1983) los utilizados como base de esta comunicación.

### *Aspectos del campo*

La aparición de estas facies nodulares no parece condicionada por ninguna pauta de distribución definida, aflorando de manera dispersa en gran parte de estas regiones centro-septentrionales de la Sierra (Fig. 1). Pueden llegar a definir áreas pequeñas donde afloran con relativa frecuencia, e incluso en algunos de estos sectores aparecen como bolsadas granitoideas relativamente isótropas. Estas condiciones heteromorfas de afloramiento de las rocas estictolíticas nos ha conducido a su clasificación en facies:

- 1.- E<sub>1</sub>. Roca estictolítica como nódulos máficos dispersos en la roca metamórfica, con/sin halo leucocrático de composición y textura granítica (Fig. 2). Estas «manchas» de textura granuda, varían de 1 a 25 cms. y suelen ser de morfologías subsféricas u ovoidales, o más frecuentemente irregulares, cuanto mayor es el tamaño del agregado.
- 2.- E<sub>2</sub>. Roca estictolítica como venas pegmatíticas ricas en nódulos máficos, más o menos arrosariados (Fig. 3). Estas venas graníticas, discordantes con la foliación del gneis, pueden mantener una cierta constancia en su orientación, así como presentar fenómenos de flexión de la esquistosidad

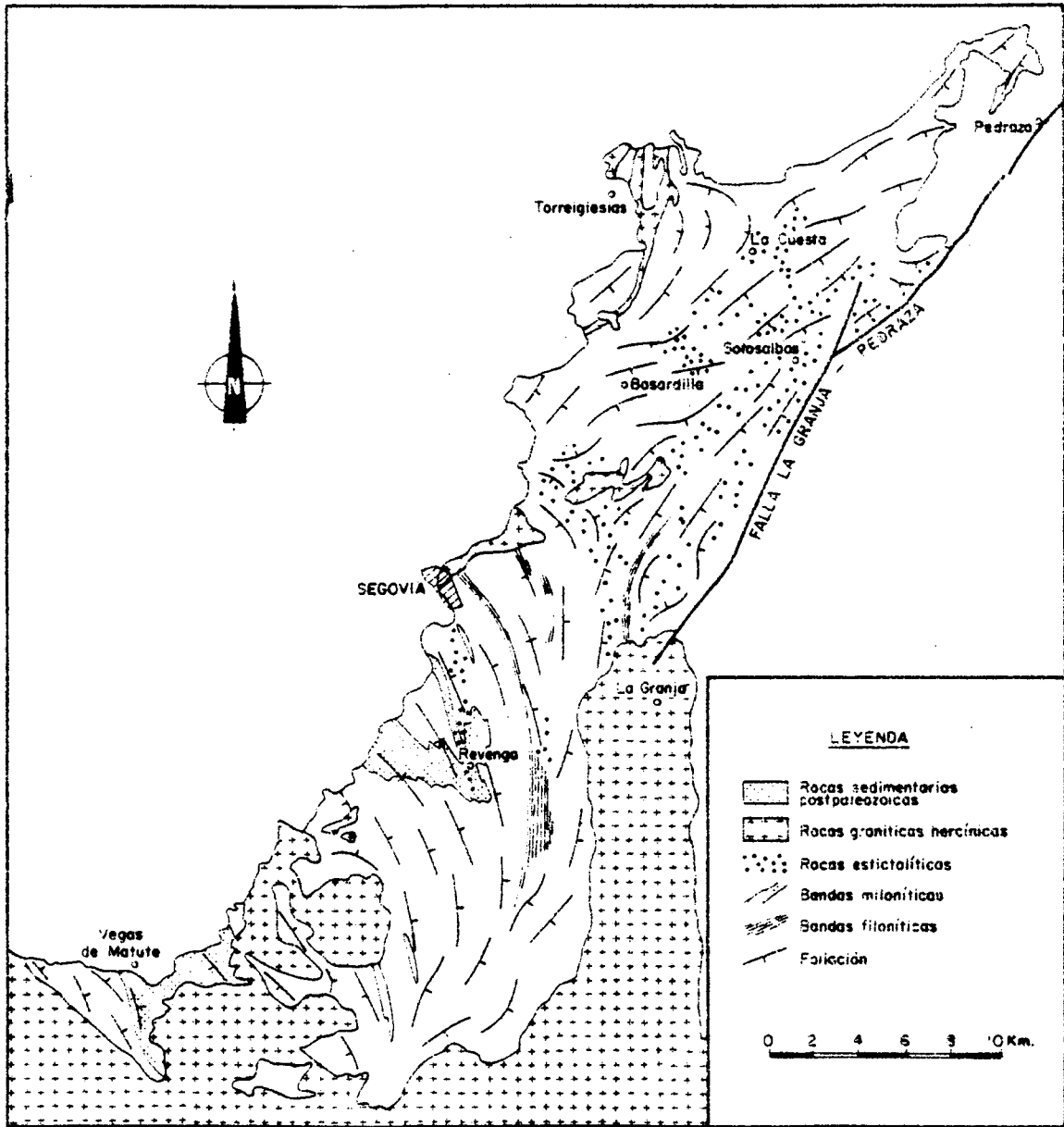


Fig. 1.: Afloramiento de rocas estictolíticas.



Fig. 2.: Facies estictolíticas  $E_1$ . Nódulos cuarzo-cordieríticos a veces rodeados de un halo granítico.



Fig. 3.: Facies estictolíticas  $E_2$ . Venas graníticas nodulares, discordantes con la estructura metamórfica del gneis.

metamórfica, a ambos lados de la vena. Estos caracteres también los encontró DE WAARD (op. cit.) en otras venas graníticas.

Estas facies estictolíticas penetran durante una etapa de microcizalla tardimetamórfica, a veces en sistemas conjugados subverticales, generalmente según direcciones dominantes de N50 a 90E. Parece probable que esta pequeña fase de deformación se sitúe en momentos post- $F_3$  (CAPOTE et. al., 1982; VILLASECA, 1983).

- 3.-  $E_3$ . Roca estictolítica como bolsadas granitoideas inhomogéneas, de pequeñas dimensiones (algunos  $ms^2$ ). En estos granitoides estictolíticos los nódulos máficos carecen de halo, dispersos heterogéneamente en el granito, aunque a veces se dispongan según bandas definidas (Fig. 4). Estos pequeños macizos de granitos nodulares son parecidos a los descritos en el área de Béjar (Salamanca) por UGIDOS (1973) y BABIN (1974). Presentan diversos tipos de inclusiones:
- 1.- Microenclaves en formas de huso de roca esquistosa micácea. Otras veces son enclaves surmicáceos.
  - 2.- Enclaves de ortogneis, de dimensiones variadas, a veces como verdaderas bolsadas «flotantes» de gneis, muy irregulares, con contactos algo difusos.
  - 3.- Xenocristales de feldespato potásico (glándulas) del gneis, parcialmente corroidos, a veces con aureolas de reacción biotíticas. Estas xenoglándulas aparecen tanto en la fracción granítica como, menos frecuentemente, en los nódulos máficos.

### *Aspectos petrográficos*

La fracción granitoidea de la roca estictolítica es un agregado hipidiomórfico de grano grueso, generalmente indeformado, de composición granítica:



Los cristales de feldespato potásico (ortosa pertítica, a veces microlinizada), suelen ser los de mayor tamaño. La oligoclasa ( $An_{26}$ ) aparece en prismas idiomorfos con borde albítico, mirmequítico a veces. La biotita, mica primaria del granitoide, puede estar cloritizada. La moscovita, en proporciones subordinadas, parece cristalizar tardíamente, e incluso en condiciones subsólidas (sericita).

En aquellas facies en que los nódulos máficos no presentan halo ( $E_1$ ), ni aparecen netos y contrastados con el leucogranitoide ( $E_2$ ), nos encontramos con variedades más complejas de granitoides, de composición granodiorítica:

### Q-Plag-Fk-Bi-Cdta-Ms-Sill-Acc

En ellos existe una clara asociación espacial de la sillimanita con la cordierita (que la incluye, junto a biotita), y más raramente, con algún feldespato o mica. Hay apatito, zircón y turmalina, accesorios.

Los nódulos máficos consisten en un agregado alotriomorfo, más o menos equigranular, de cordierita y cuarzo, con proporciones subordinadas de micas, feldespatos, sillimanita y accesorios (Fig. 5). Esporádicamente, se observan nódulos de cuarzo-turmalina asociados, de características semejantes a éstos. La cordierita suele ser intersticial respecto al cuarzo y puede incluir sillimanita o biotita. Composicionalmente (cuadro 1) presenta relaciones Fe/Mg de 0,5 y un contenido mayor de MnO que las cordieritas de rocas esquistosas (0,55% en vez de 0,14% de aquellas).

#### *Aspectos geoquímicos y petrogenéticos*

Sobre la petrogénesis de estas facies o tipos semejantes existen escasos estudios detallados. DE WAARD (1950) explica la génesis de venulillas leucograníticas no nodulares (crociditas) como procesos metatécnicos *in situ*, favorecidos por los fenómenos de desgarramiento de las bandas de microcizalla a las que se asocian. CAPOTE et. al. (1982) y ALVARO et. al. (1981) utilizan este mismo esquema ya para rocas estictolíticas (que igualan a las crociditas de DE WAARD), suponiendo entonces que los nódulos máficos representan material restítico del proceso ectéctico al que aluden. En nuestra zona de estudio, FUSTER y VILLASECA (1979) también suponen un carácter autóctono para los materiales estictolíticos, en un contexto de generación de magmas anatécnicos progresivamente extravasados.

Petrográficamente, las rocas estictolíticas presentan nódulos máficos de carácter granudo, con silicatos aluminico-magnésicos de cristalización tardía y distinta composición que los de rocas metamórficas. Por otra parte, el estudio comparado de la composición química del nódulo máfico, matriz aplogranítica y gneises encajantes (Cuadro 1), muestra claramente la inexistencia de una evolución anatéctica directa entre las rocas metamórficas y estictolíticas. Los nódulos máficos no representan material restítico ni estructural ni geoquímicamente (Fig. 6).

No parece existir un proceso de fusión anatéctica «*in situ*» del gneis encajante, pues faltan los extractos restíticos de esas transformaciones, aunque sea indudable la granitización parcial del mismo en las facies estictolíticas de mayor volumen (E<sub>3</sub>).

La proyección en un triángulo Q-Ab-Or de la matriz granítica y del nódulo máfico, apunta hacia ideas sobre el probable carácter inmisible de ambos líquidos (Fig. 7). Así, el bajo contenido en Ab del nódulo, o incluso de Or, concuerda con líquidos en que dichos componentes apenas existían (fenómenos de inmiscibilidad



Fig. 4.: Facies estictolíticas E<sub>3</sub>. Granitoide con nódulos cordieríticos arrosariados.

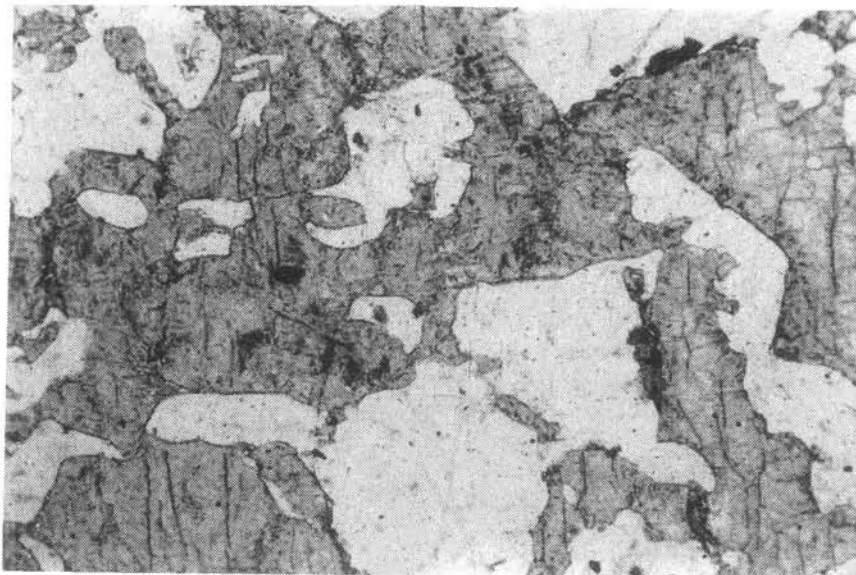


Fig. 5.: Agregado alotriomorfo de cuarzo y cordierita pinnitizada. Nódulo máfico de roca estictolítica. 66574.NP $\times$ 10.

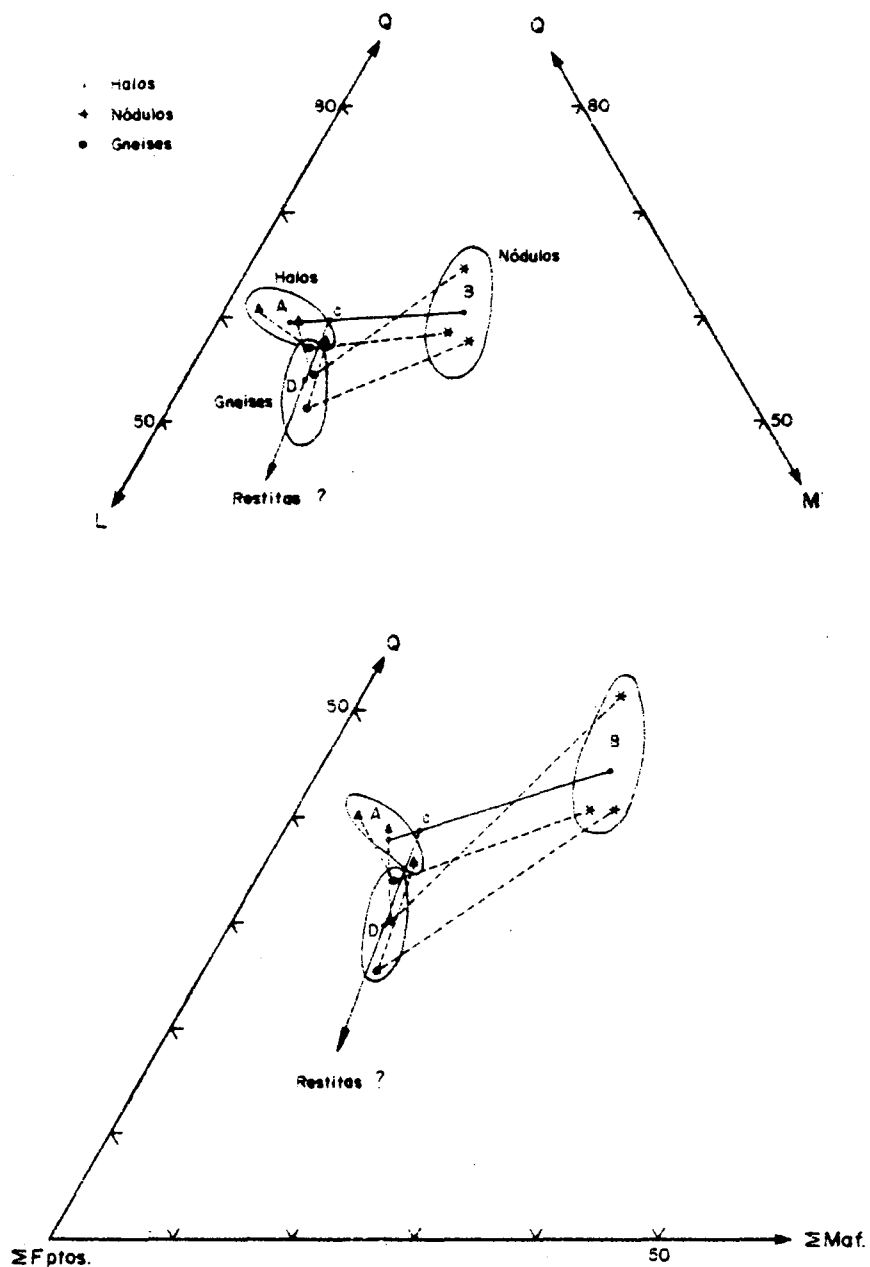


Fig. 6.: Diagramas QLM y QFM de nódulos y halos de rocas estictolíticas y de los gneises glandulares en que aparecen. A, B, D son valores medios de composición. La relación  $A_c/B_c$  es un promedio nódulos/granitoide de rocas estictolíticas.



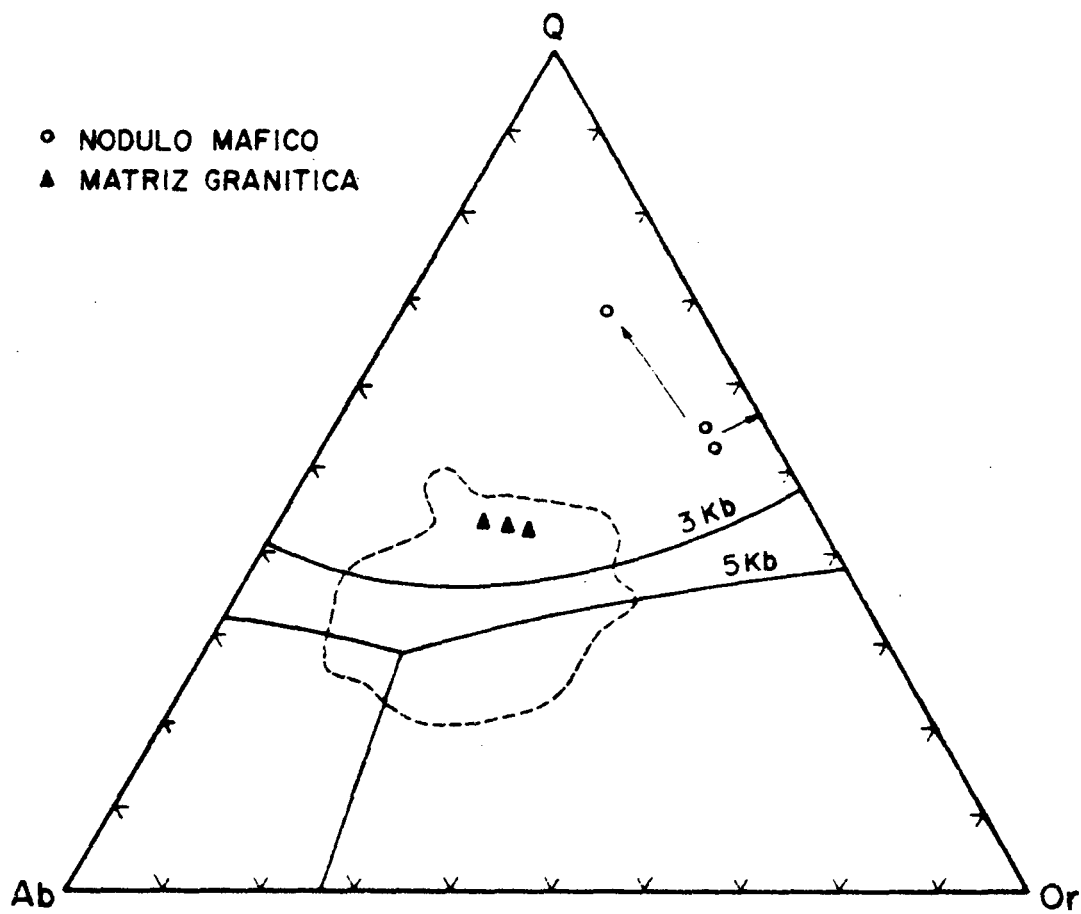


Fig. 7.: Diagrama Q-Ab-Or de rocas estictolíticas.

CUADRO.- 1

## COMPOSICION QUIMICA DE ROCAS ESTICTOLITICAS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	73.93	75.58	70.54	71.45	68.97	67.47	70.10	70.81	67.27	47.66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.65	14.30	16.08	15.46	15.15	15.24	15.81	15.00	15.75	32.36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.12	0.07	0.26	0.36	0.77	1.07	0.73	0.43	0.25	ND.
FeO	1.11	0.56	2.06	3.34	4.09	4.42	2.15	2.28	3.51	10.62
MnO	-	-	0.05	0.12	0.10	0.06	0.04	0.06	0.05	0.55
MgO	0.68	0.22	0.90	2.02	2.77	2.71	1.15	1.01	1.39	6.19
CaO	0.98	0.95	1.81	1.13	0.42	0.56	1.32	1.69	1.59	0.03
Na <sub>2</sub> O	3.42	3.32	3.53	1.15	0.70	0.71	3.15	2.35	2.88	0.43
K <sub>2</sub> O	3.31	3.79	2.37	2.09	4.57	4.25	4.24	4.50	4.82	Tr
TiO <sub>2</sub>	0.19	0.09	0.63	0.12	0.25	0.40	0.36	0.32	0.61	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.21	0.13	0.23	0.19	0.05	0.22	0.19	0.14	0.21	ND.
H <sub>2</sub> O	0.84	0.80	1.06	2.19	1.86	2.32	0.96	0.95	1.12	ND.
TOTAL	99.44	99.81	99.52	99.62	99.70	99.43	100.20	99.54	99.45	97.84
Ba	306	360	469	126	137	269	499	400	793	
Ce	40	31	73	30	32	39	35	26	80	
Ga	21	20	21	25	26	21	25	21	20	Si 5.00
La	-	7	43	13	11	32	25	11	45	Al 4.00
Ni	10	10	11	12	12	10	26	26	20	Fe 0.93
Rb	160	187	98	186	342	181	220	275	149	Mn 0.05
Sr	164	220	174	69	49	53	171	167	148	Mg 0.97
Th	1	-	36	3	5	12	14	2	34	Na 0.09
Y	21	19	33	31	30	24	29	32	31	
Zr	92	72	249	124	132	130	137	137	241	

1, 4 y 7.- Halo granítico, nódulo cordierítico y gneis. 67.055. Analista: C. Villaseca

2, 5 y 8.- Halo granítico, nódulo cordierítico y gneis. 66.709. Analista: C. Villaseca

3, 6 y 9.- Halo granítico, nódulo cordierítico y gneis. 70.090. Analista: C. Villaseca

10.- Cordierita del nódulo estictolítico. 62.974. Analistas: C. Villaseca y C. Casquet

entre líquidos de composición distinta), o han sido segregados como líquidos residuales tardíos.

La hipótesis de inmiscibilidad de los agregados cuarzo-cordieríticos, concuerda mejor con el carácter nodular de la roca, con ausencia de venulas o cavidades miarolíticas cordieríticas.

### *Discusión*

Las rocas estictolíticas se emplazan en volúmenes discretos y muy discretos (las facies E<sub>1</sub> plantean grandes problemas de migración, VILLASECA, 1983), en momentos finimetamórficos, fundamentalmente desde tardi F<sub>2</sub>. Incorporan parcialmente al encajante, suficientemente caliente como para explicar no sólo la ausencia de fenómenos de contacto sino también la granitización limitada del mismo.

Parece claro el origen anatético de estas rocas, de fracción granítica siempre con proporciones de Q-Ab-Or apropiadas, así como el carácter peraluminico del magma, con cristalización de dos micas, cordierita, sillimanita y turmalina. La cristalización tardía, e incluso subsólidos, de moscovita (CHATTERJE y JOHANNES, 1974), y la aparición de cordierita con relaciones Fe/Mg de 0,50, a veces a partir de biotita y sillimanita (HOLDAWAY y LEE, 1977), sugieren unas condiciones termodinámicas aproximadas a los 700C de temperatura y menos de 4 Kb de presión, para rocas obviamente saturadas en agua.

Poco han debido desplazarse de su nivel de generación para emplazarse en un encajante sometido a condiciones termodinámicas y gradientes geotérmicos similares, por lo que parece correcto incluir estas rocas entre los fenómenos magmáticos de carácter subautóctono, finimetamórficos (VILLASECA, op. cit.)

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco la labor crítica mantenida sobre esta temática con el Prof. J.M. Fúster Casas.

En la confección de este trabajo han intervenido J.M. Angulo, en las tareas de delineación, E.Alegre en el trabajo fotográfico, y M.B. Pascual en la mecanografía del texto.

**BIBLIOGRAFIA**

- ALVARO, M., BELLIDO, F., CAPOTE, R., CASQUET, C., FERNÁNDEZ CASALS, M.J. FUSTER, J.M., GONZÁLEZ LODEIRO, F., NAVIDAD, M., PEINADO, M. y VILLASECA, C.: «Excursión sobre el metamorfismo y estructura de las series preordovícias del Sistema Central y plutonismo asociado» *Cuad. Geol. Iber.* 7, 53-97, 1981.
- BABIN VICH, R.B.: «Materiales metamórficos y plutónicos presentes en la región de Piedrahita-Barco de Avila-Béjar». *Studia Geológica VII*, 41-46, 1974.
- CAPOTE, R., CASQUET, C., FERNÁNDEZ CASALS, M.J.: Los grandes complejos estructurales del Sistema Central modelo de evolución tectonometamórfica. *Rev. R. Ac. Cienc. Ex. Fis. y Nat.*, Madrid, 76, 313-331, 1982.
- CHATERJEE, N.D., JOHANNES, W.: Thermal stability and standard thermodynamic properties of synthetic  $2M_1$  muscovite,  $KA_1_2A_1Si_3O_{10}(OH)_2$ . *Contr. Min. petrol.* 48, 89-114, 1950.
- DE WAARD, D.: Petrogenetic structures in augengneis of the Sierra de Guadarrama, Spain. *Bull. Con. Geol. Finlande*, 51-66, 1950.
- FERNÁNDEZ CASALS, M.J.: Las deformaciones hercínicas del límite Somosierra-Guadarrama. *Est. Geol.* 35, 169-191, 1979.
- FUSTER, J.M., VILLASECA, C.: Migmatización en las series metamórficas de la vertiente norte de la Sierra de Guadarrama, *Est. Geol.* 35, 285-290, 1979.
- HOLDAWAY, M.J., LEE, S.M.: Fe-Mg cordierite stability in high-grade pelitic rocks based on experimented, theoretical, and natural observations. *Contrib. Min. Petrol.* 63, 175-198, 1977.
- MEHNERT: *Migmatites and the origin of granitic rocks*. Elsevier Publish Comp., Amsterdam, 1968.
- UGIDOS, J.M.: Los granitos aplíticos de nódulos en el área Béjar-Barco de Avila (Salamanca-Avila). *Stud. Geol.* VI, 85-93, 1973.
- VILLASECA, C. *Evolución metamórfica del sector centro-septentrional de la Sierra de Guadarrama*. Tesis doctoral. Fac. C. Geol. U.C. Madrid, 331 pp. 1983.