

Cuadernos Geología Ibérica	Vol. 7	Págs. 183-199	Madrid 1981
----------------------------	--------	---------------	-------------

ORTOGNEISES Y METASEDIMENTOS
DE LA FORMACION INFRABASAL
AL OLLO DE SAPO
(MACIZO DE HIENDELAENCINA,
GUADARRAMA ORIENTAL)

M. NAVIDAD * y M. PEINADO *

ABSTRACT

This paper deals with an augengneiss unit called Antonita-gneiss. On the basis of their petrological and geochemical characteristics these gneisses are considered as old two-mica granites, with a silicose-dic trend.

These gneisses and their late manifestations (metaaplitites and metapegmatites) are included in a metasedimentary series, belonging to the metamorphic grade of staurolite - kyanite.

INTRODUCCION

Los materiales que constituyen el objeto del presente trabajo (metasedimentos y ortogneises) afloran dentro del extremo oriental de la sierra de Guadarrama (Sistema Central español), en los sectores metamórficos de Hiendelaencina y de La Bodega (SHÄFER, 1969, y SOMMER, 1965, hojas 460 y 461 del MTN, 1 : 50.000).

Son parte de las formaciones preordovícicas definidas en el Sistema Central (CAPOTE *et al.*, 1977) y, dentro de este sector, constituyen, desde el punto de vista estructural, la unidad metamórfica más profunda sobre la cual se dispone la formación glandular «Ollo de Sapo», que a su vez reposa bajo la cuarcita skidawiense.

Estructuralmente, tanto los metasedimentos que conforman la «Greenzserie» (SHÄFER, 1969) y la «formación Angón» (BASCONES

* Departamento de Petrología. Universidad Complutense. Madrid.

et al., 1980) (GONZALEZ LODEIRO, 1981) como los gneises («Antoñita gneis», SHÄFER, 1969) que se incluyen en ellos, afloran en el núcleo de una antiforma paleozoica formada por los macizos de Hien-delaencina y Boderá que se encuentran desconectados entre sí por el desgarre de Robledo de Corpes (Fig. 1).

Debido a la presencia en este sector de la formación «Ollo de Sapo» se considera como un importante eslabón de enlace con otros sectores del NW peninsular. Esta zona ha sido desde muy antaño objeto de estudio de numerosos autores. Sin embargo, es de destacar la escasa atención prestada a los materiales que afloran por debajo de dicha formación y que, por el contrario, representan un punto importante de correlación entre este sector oriental del Sistema Central

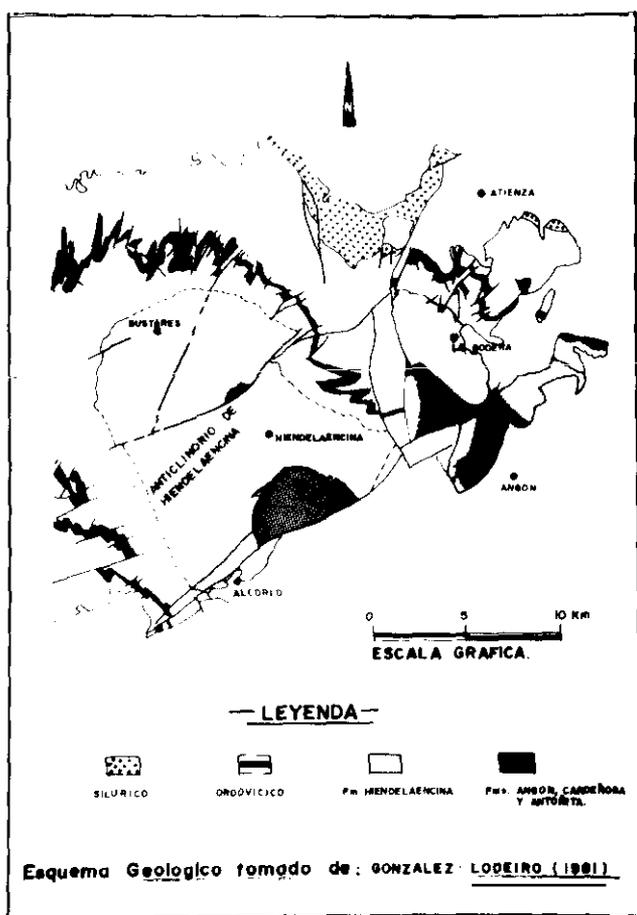


FIG. 1.—Mapa geológico del sector.

menos metamórfico y los que se sitúan más hacia el oeste en niveles metamórficamente más profundos.

ORTOGNEISES

Presentan una disposición estratoidal entre los metasedimentos localizados dentro de la zona de la distena. El contacto entre ambas unidades: ortogneises y metasedimentos, no es siempre neto, observándose con frecuencia pequeñas bandas de gneises entre ellos y la aparición de diques esquistosados e inyectados de forma generalizada en todos los niveles de la serie metasedimentaria.

Macroscópicamente son gneises glandulares de tipo bandeado y de carácter muy homogéneo. En su estructura destacan niveles centimétricos cuarzofeldespáticos que contienen megacristales de tipo glandular, alternando con otros micáceos que definen la esquistosidad de la roca. No presentan intercalaciones de metasedimentos entre ellos y sí diques aplíticos y pegmoaplíticos esquistosados, que aparecen bien con sus bordes paralelos o formando un cierto ángulo con ella (Figs. 2-3) (de hasta 90°) y en los que puede observarse con relativa

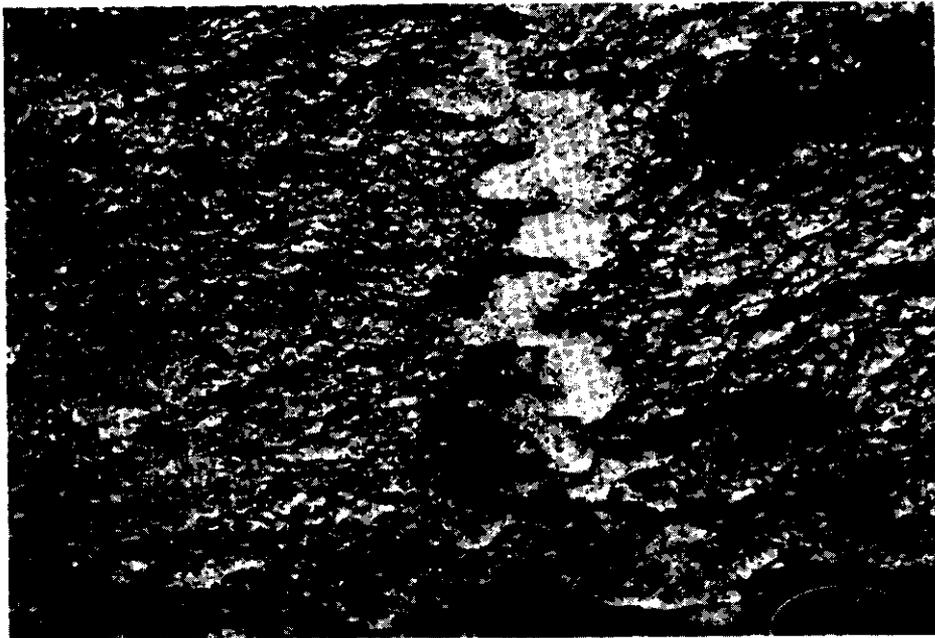
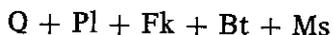


FIG. 2.—Antoñita-gneis con dique plegado.



FIG. 3.—*Antoñita-gneis con intercalación aplítica.*

frecuencia nidos de turmalina y/o granate orientados conforme a la esquistosidad visible, al igual que sulfuros de impregnación (Fig. 4). Texturalmente son blastoporfídicos y en ellos destacan megacrystales de plagioclasa y feldespato-potásico. Composicionalmente están formados por



y como accesorios más frecuentes Ap y Zr, Ru, idiomorfos y opacos (posiblemente casiterita) y, ocasionalmente, turmal y berilo, pudiendo aparecer esporádicamente, en las proximidades al contacto con los metasedimentos, granate esquelético.

Algunas facies marginales del ortogneis, al igual que algunos de los diques que aparecen inyectados en los metasedimentos, carecen de ortosa, son fundamentalmente plagioclásicos (An_{0-5}) con zonación marginal y contienen berilo y granate esporádico desprovisto de inclusiones.

En cuanto a su paragénesis primaria, la plagioclasa es de composición oligoclásica (An_{14-25}), se encuentra maclada polisintéticamente y presenta un zonado residual.

El feldespato potásico es con frecuencia idiomorfo con macla de Carlsbad, escasas pertitas y zonación marginal, incluye plagioclasa análoga a la de la matriz. Las micas (Ms, Bt) constituyen un agregado lepidoblástico orientado que define la foliación.

Fenómenos deutéricos tardíos ligados a un proceso hidrotermal posterior producen una cloritización de la biotita con neoformación de feldespato potásico de tipo adularia, que se dispone bien como pequeños «lentes» o «cuñas» entre los planos de esquistosidad, bien en venillas que cortan la esquistosidad.



FIG. 4.—*Nidos de turmalina en dique.*

Los tipos leucognésicos «aplitas y pegmoaplitas esquistosadas» son blastogranudos, con notable idiomorfismo de plagioclasas. Su paragénesis, al igual que los ortogneises, está formada por: $Q + Pl + Fk + Bt \pm Ms$, siendo el feldespato potásico más abundante que en ellos. Como accesorios frecuentes figuran: Ap, Zr, Be y abundantes opacos y, ocasionalmente, turmalina, granates.

Como inclusiones se han encontrado tipos metasamíticos cuya textura está formada por un mosaico granoblástico muy idioblástico

de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico. Dicha textura es muy similar a la que presentan las facies con metamorfismo de contacto (Fig. 5).

Caracteres geoquímicos

El cuadro I incluye diez análisis químicos pertenecientes a ortogneises glandulares procedentes de distintos afloramientos de los macizos de Hiendelaencina (núms. 1, 2, 5) y Bodega (núms. 3, 4, 6, 7).

Se incluyen, asimismo, dos análisis químicos de leucogneises asociados a ellos (núms. 8, 9).

Considerando los tipos glandulares se deduce a partir de sus composiciones que se trata de un macizo composicionalmente muy homo-



FIG. 5.—Enclave metasamítico. Textura. L.P. $\times 10$.

CUADRO I
ANALISIS QUIMICOS DE LOS ORTOGNEISES GLANDULARES
(Analista: M. Navidad)

	1	2	3	4	5	6	7	Media
SiO ₂	70,60	72,90	71,70	70,64	71,03	72,85	71,03	71,53
Al ₂ O ₃	14,40	14,38	14,02	14,55	14,60	13,61	14,40	14,28
F ₂ O _{3r}	2,93	2,49	2,98	2,84	2,61	1,64	2,79	2,61
MnO	0,07	0,03	0,03	Tr	Tr	Tr	Tr	0,06
MgO	1,00	0,81	0,50	0,91	1,01	0,61	1,22	0,86
CaO	1,12	0,84	1,66	0,84	0,99	0,85	0,99	1,04
Na ₂ O	2,74	2,83	3,61	3,61	2,70	3,00	2,67	3,02
K ₂ O	4,11	4,12	3,42	4,48	4,39	4,53	4,54	4,23
TiO ₂	0,45	0,33	0,60	0,34	0,28	0,30	0,35	0,38
P ₂ O ₅	0,09	0,10	0,14	0,28	0,17	0,22	0,17	0,17
H ₂ O	2,07	1,42	1,01	1,54	1,67	1,85	1,72	1,61
T	99,58	100,18	99,56	100,03	99,50	99,46	99,86	99,79
Q	35,57	38,17	34,13	30,38	35,59	36,18	34,93	34,99
Or	24,29	24,35	20,21	26,48	25,94	26,77	26,83	24,98
Ab	23,19	23,95	30,55	30,55	22,85	25,39	22,59	25,58
An	4,97	3,51	7,32	2,34	3,80	2,78	3,80	4,07
C	3,63	3,98	1,70	2,91	4,02	2,76	3,70	3,24
Hy	1,88	1,53	0,31	1,70	2,05	1,02	2,46	1,56
Ap	0,21	0,23	0,32	0,65	0,39	0,51	0,39	0,38
Hm	3,67	3,08	4,11	3,52	3,17	2,24	3,49	3,32
Ilm	0,85	0,63	1,14	0,65	0,53	0,57	0,66	0,72

1. Congostrina (49967).
2. Congostrina (52827).
3. Rebollosa de Jadrake (54746).
4. La Boderá (64790).
5. Hiendelaencina (64813).
6. Angón.
7. Angón (67781).

CUADRO I (Continuación)
ANÁLISIS QUÍMICO DE METAAPLITAS
(Analista: M. Navidad)

	8	9
SiO ₂	74,16	69,50
Al ₂ O ₃	13,40	15,30
Fe ₂ O _{3T}	1,06	3,53
MnO	Tr	0,03
MgO	0,41	1,01
CaO	0,56	1,39
Na ₂ O	2,96	2,43
K ₂ O	5,71	4,57
TiO ₂	0,05	0,48
P ₂ O ₅	0,13	0,22
H ₂ O	1,26	1,59
T	99,87	99,90
Q	33,68	34,35
Or	33,74	27,01
Ab	25,05	20,59
An	1,93	5,46
C	1,65	4,36
Hy	0,94	1,78
Ap	0,30	0,51
Hm	1,16	4,42
Ilm	0,09	0,91

8. Hiendelaencina (64814).

9. Rebollosa de Jadraque (54745).

géneo, ya que no existen variaciones geoquímicas apreciables entre las facies analizadas. Se trata, por consiguiente, de gneises muy ácidos con un fuerte contenido en sílice (Md: 71,50 %) y álcalis (Na₂O + K₂O = 7,50 %) y bajo en Al₂O₃ (≈ 14 %), CaO (≈ 1 %) y Fe₂O_{3T} (2,50 %). Presentan, asimismo, en su composición, corindón normativo (≈ 3 %), lo que, unido a los caracteres anteriormente señalados permite caracterizarlos como tipos aluminosos.

La composición media (cuadro I), obtenida a partir de los siete análisis realizados, comparada con la de otros tipos litológicos, es muy similar a la que presentan los granitos más diferenciados de cualquier secuencia calocalcalina (LE MAITRE, 1976; DE LA ROCHE *et al.*, 1980; GAUTHIER, 1973), y, comparándolos con los tipos dados por CHAPELL y WHITE (1976), pueden clasificarse, en función de sus caracteres químico-mineralógicos, como granitoides tipo «S» y, dentro de éstos, como términos muy diferenciados con abundante moscovita primaria y plagioclasa con escaso contenido de anortita; por otra parte, parecen estar ausentes dentro de ellos representantes de tipos más básicos, ya que no se han encontrado enclaves de composición cuarzodiorítica.

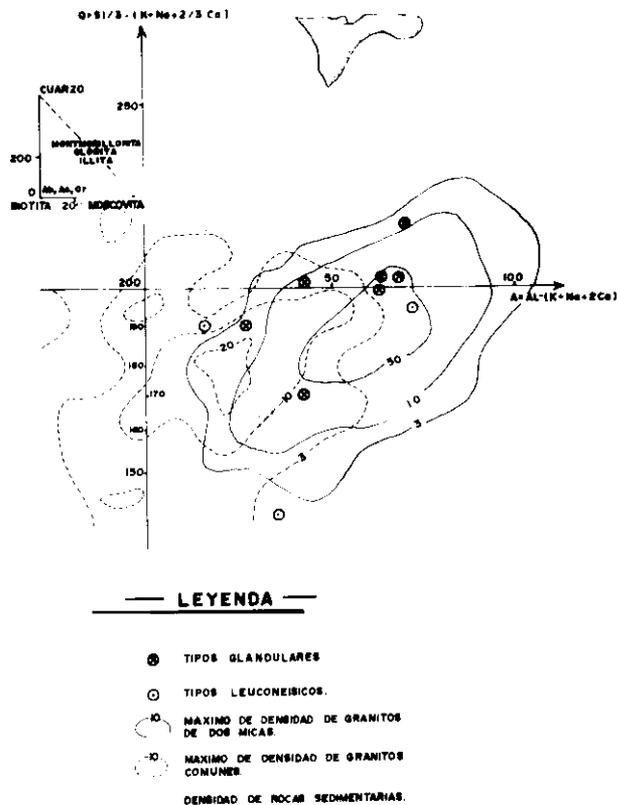
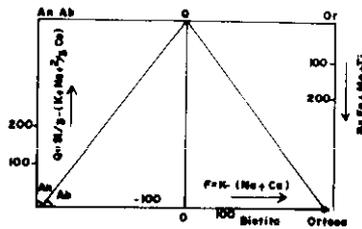
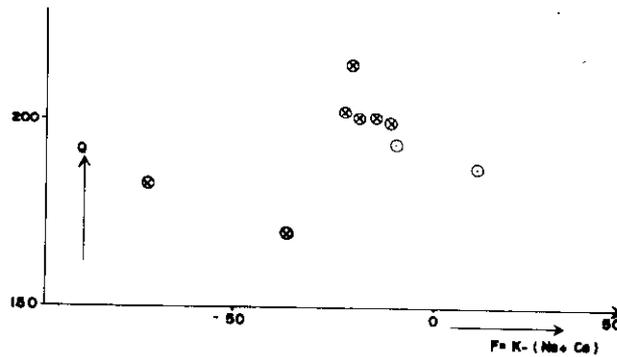


DIAGRAMA DE LA ROCHE ET AL 1974

FIGURA 6

Los tipos leucogénicos que aparecen dentro de este conjunto ortognésico (análisis 8, 9; cuadro I) presentan una composición análoga a la de los gneises glandulares encajantes; su composición varía, sin embargo, en función del contenido en micas o respecto a la concentración de granates que ellos presentan. Son, al igual que los anteriores tipos, muy diferenciados, con elevado contenido en sílice y álcalis. Se interpretan como tipos aplíticos o pegmoaplíticos asociados al conjunto ortognésico.

Se han escogido los diagramas de DE LA ROCHE (1964, 1968) por ser los más adecuados para el estudio petrogenético de estas facies. Así, el diagrama $Q = f(A)$ (Fig. 6) contrasta los dominios ígneos con los sedimentarios, considerando, a su vez, el enriquecimiento que tiene



— LEYENDA —

- ⊗ TIPOS GLANDULARES.
- ⊙ TIPOS LEUCOGENICOS.

DIAGRAMA DE LA ROCHE (1964)

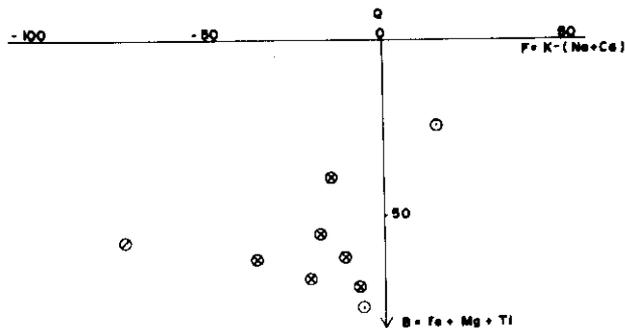
FIGURA 7

lugar durante el proceso sedimentario, tanto en cuarzo como en minerales ricos en aluminio, dentro de las rocas procedentes de la erosión de antiguos macizos ígneos. La proyección de las rocas analizadas corresponde a un máximo de densidad determinado por los granitos de dos micas.

Por otra parte, considerando el diagrama binario $Q = f(F)$, es decir, el cuarzo que queda libre en relación con el que forma parte de la red de los feldespatos (Fig. 7), se observa una tendencia silícea en todo el conjunto, tendencia que se pone nuevamente de manifiesto al considerar también los minerales ferromagnesianos (Fig. 8, según GAUTHIER, 1976), y en el que se observa claramente un desplazamiento hacia el polo de la albita, es decir, una variación silico-sódica para todo el conjunto considerado.

METASEDIMENTOS

El conjunto gnéisico anteriormente descrito se encuentra limitado a techo estructural por una delgada serie de 25-30 m. de espesor, com-



— LEYENDA —

- ⊗ TIPOS GLANDULARES.
- TIPOS LEUCOCRÁTICOS.

DIAGRAMA DE GAUTHIER (1973)

FIGURA 8

puesta por esquistos y cuarcitas; esta serie fue primeramente definida por SHÄFER (1969) con el nombre de Greenzserie y, posteriormente, por BASCONES *et al.* (1978) y GONZALEZ LODEIRO (1981) como formación Cardeñosa. A muro estructural, aparece otra serie de mayor potencia aparente, cartografiada y descrita por BASCONES *et al.* (1978) y por GONZALEZ LODEIRO (1981) como formación Angón.

Greenzserie/formación Cardeñosa

Presenta un delgado espesor (de 15 a 30 m.) y se localiza entre la formación «Ollo de Sapo» y el conjunto ortognésico anteriormente tratado.

Hacia el techo estructural presenta, en general, un tramo más samítico con intercalaciones pelíticas que se hacen más potentes hacia la base. Es una serie fundamentalmente samítico-pelítica, muy pobre en feldespatos potásico y con niveles que incluyen distena y abundante estaurolita, localizados, en el muro aparente.

Dentro del macizo de Hiendelaencina la mejor exposición de esta serie se encuentra al sur de dicha localidad, en el A.º *Diógenes*. En este sector aflora, a techo estructural e inmediatamente debajo del Ollo de Sapo, una capa de cuarcitas de unos 2 m. de espesor con intercalaciones de 50 cm. de esquistos a techo y muro. Esta alternancia se mantiene con espesores de 1-0,50 m. a lo ancho del corte.

— Las cuarcitas son de composición variable, con cuarzo, moscovita y biotita, en menor proporción granate disperso y esquelético y con abundantes inclusiones de cuarzo; como accesorios, circón, apatito y rutilo. Algunos tipos situados a techo contienen plagioclasas zonadas de pequeña dimensión. No se han observado en este sector facies con feldespatos potásico.

— Los esquistos intercalados son más ricos en plagioclasa que las cuarcitas y son de grano más grosero. Los situados a techo estructural de la serie contienen estaurolita y granate, mientras que los inferiores estructuralmente contienen además Ky. En ellos, el granate presenta estructuras rotacionales restringidas al núcleo, y la estaurolita es de tendencia automorfa, está deformada, incluye Gr y puede incluir distena con síntomas de reemplazamiento de distena por estaurolita (Fig. 9).

En *Villares de Jadraque* esta serie presenta a techo estructural:

- Samitas plagioclásicas con granate esquelético.
- Esquistos plagioclásicos con granate, estaurolita y, en niveles más altos estructuralmente, distena.



FIG. 9.—Intercrecimiento de Ky-St. L.N.×16.

La estaurolita muestra en este sector un crecimiento zonal, aparece incluida en plagioclasa mostrando frente a ésta una interfase moscovítica. Incluidos en ella aparecen turmalina y distena.

Dentro del *macizo de La Bodera* esta serie incluye niveles con feldespato potásico. En el sector de Angón aparece formado por:

- Cuarzitas feldespáticas con plagioclasa escasa, feldespato potásico y moscovita predominante.
- Esquistos plagioclásicos con Gr, St y Ky.
- Esquistos plagioclásicos con Ms predominante.

Al sur de La Bodera se encuentran además niveles calcomagnésicos que ya anteriormente habían sido citados por SHÄFER (1969) en Villares de Jadraque, presentando la serie desde su techo estructural hasta el muro:

- Metasamitas.
- Cuarzitas feldespáticas-micáceas en paquetes de 30 cm.
- Cuarzitas feldespáticas-micáceas en paquetes de 30 cm. Contienen Pl escasa, Zr, Ms y sulfuros como accesorios.

- Esquistos plagioclásicos con o sin silicatos de aluminio. Presentan venas de Fk afectadas por la esquistosidad visible. Los niveles pobres en plagioclasa contienen Gr fragmentado y aplastado, St automorfa orientada con la esquistosidad que incluye Pl y Gr.
- Niveles calcomagnésicos que presentan un bandeo con niveles ricos en cuarzo, zoisita y esfena alternantes con otros formados por Pl, Clpx (diópsido), Gr esquelético y prismas bien orientados de actinolita poiquiloblástica y Esf abundante.

Formación Angón: Presenta mayor potencia que la anterior (100 m.), se localiza al NNE de la localidad de Angón y fue descrita por vez primera por BASCONES *et al.* (1978) como:

- Micacitas a techo con intercalaciones de niveles cuarcíticos.
- Lentejones de calizas y anfibolitas.
- Cuarcitas microconglomeráticas.
- Cuarcitas y cuarcitas feldespáticas.
- Cuarcitas y esquistos con St y Gr en la base.

Dentro de esta serie, aparecen también intercalaciones de leucogneises similares a los que aparecen en el conjunto ortognésico, así como turmalinitas que pueden suponerse paleodiques y productos hidrotermales en relación con el complejo gnésico.

Es, pues, una serie formada fundamentalmente por esquistos y metasamitas.

Los primeros se hacen más pelíticos en la proximidad a los gneises; son cuarzoesquistos plagioclásicos de dos micas con Gr y St, de manera que estos dos últimos minerales, junto con las micas, aumentan hacia posiciones estructuralmente superiores, aumentando en sentido inverso la proporción de Q, Pl y Fk en niveles desprovistos de silicoaluminatos.

Como minerales índice del metamorfismo aparecen St y Gr en proporciones variables. Aumentando la primera hacia el techo estructural en niveles que contienen Ky frecuente, la cual no se ha encontrado fuera de este nivel.

El granate se presenta bien fracturado o con un núcleo rotacional, y en este caso la esquistosidad interna (Si) es discordante con la externa (Se), de segunda fase que encierra a su vez arcos poligonales (S₁); este gránate puede llegar a tener una zona externa carente de inclusiones.

La *estaurolita* tiende a estar elongada con la esquistosidad externa y con frecuencia aparece incluida en plagioclasa, pudiendo a su vez incluir granate.

La *distena* se encuentra deformada, tiende a estar parcial o totalmente incluida en plagioclasa, siendo ésta en algunos niveles su única forma de aparición.

Es muy escasa la presencia de *fibrolita* derivada de biotita, se encuentra en muestras que contienen St dentro de los esquistos que aparecen situados estructuralmente por debajo del ortogneis.

La *plagioclasa* es xenoblástica, maclada, de crecimiento tardío respecto a los minerales índice, y el *feldespató potásico*, cuando aparece, es muy pobre en inclusiones.

Como accesorios aparecen Zr xenomorfo, Ap en grandes prismas y Ru con frecuencia incluido en estauroлита.

Las metasamitas se encuentran bien como intercalaciones entre esquistos o en bancos de potencia variable (desde centímetros a 10 m.), son composicionalmente subarcosas con variable proporción de micas, plagioclasa o, lo que es más frecuente, Pl y Fk.

Suelen ser de grano fino (2-3 cm.) y conservan laminaciones sedimentarias. Los bancos más groseros presentan un aspecto microconglomerático, son heterométricas y con intensa recristalización.

La *plagioclasa* maclada puede estar incluida en Fk y presenta mirmequititas, y el *feldespató potásico* presenta escasas pertitas que, cuando aparecen, son de aspecto flameado. Como accesorios: Zr, Ap, Ru abundante, Gr esquelético y abundantes sulfuros.

Se trata, pues, de una serie metasedimentaria inmadura, con elevada proporción de feldespatos, aunque no se puede excluir que su aparición de forma intersticial se deba en ocasiones a venulaciones, quizá en relación con los gneises.

METAMORFISMO

El metamorfismo, considerado de tipo barrowiense por SHÄFER (1969), con la presencia de almandino, estauroлита y, en las capas superiores, clorita, cloritoide, se completa con la cita de *distena* por BASCONES *et al.* (1968) en micacitas de la Greenzserie. Se confirma la presencia generalizada de *distena* en esta formación y en la de Angón, por lo que el metamorfismo es de características similares al descrito por GARCIA CACHO (1973) en el sector de El Cardoso.

Establecer zonas y conocer sus dimensiones en este sector es problemático, debido a la escasez de material pelítico adecuado para la formación de minerales índice; sin embargo, los paragneises estudiados muestran *distena* tanto a techo como a muro dentro de litologías similares.

Los minerales índice: granate, estauroлита, *distena*, son anteriores a la fase de esquistosidad visible en los esquistos sobre el terreno, en

los que también es anterior la formación de blastos de plagioclasa, que incluyen sistemáticamente a los tres minerales citados; las texturas son similares a las indicadas por GARCIA CACHO (1973), que señala la presencia de blastos de plagioclasa con los mismos caracteres en los metasedimentos adyacentes a la formación gnéisica de Riaza-Nazareth. Esta blastesis de plagioclasa puede ser debida a condiciones composicionales y, respecto a su etapa de crecimiento, es de resaltar el carácter blástico tardío.

Las relaciones entre los tres polimorfos son de crecimiento solapado, puesto que aparecen relaciones de inclusiones mutuas entre granate, estaurolita y, excepcionalmente, distena-estaurolita, donde parece que en parte la estaurolita se forma a expensas de la distena, aunque también se observan inclusiones de distena en estaurolita.

Se trata, pues, de un metamorfismo de tipo distena-almandino desarrollado en etapa temprana, con recristalizaciones posteriores de plagioclasa y micas. No se han encontrado síntomas de la segunda fase (FUSTER *et al.*, 1974) de presión moderada, salvo que sean asimilables a la misma estas últimas recristalizaciones.

BIBLIOGRAFIA

- BASCONES, L.; GONZÁLEZ LODEIRO, F., y MARTÍNEZ ALVAREZ, F. (1980): «Hoja de Hiendelaencina 460». *Mapa geológico de España, 1: 50.000* (2.^a serie, IGME) (en prensa).
- CAPOTE, R.; CASQUET, C.; FERNÁNDEZ CASALS, M. J.; MORENO, F.; NAVIDAD, M.; PEINADO, M., y VEGAS, R. (1977): «The Precambrian in the Central Part of the Iberian Massif». *Est. Geol.*, 33, 343-355.
- CHAPPELL, B. W., y WHITE, A. S. R. (1974): «Two contrasting granite types». *Pacific. Geol.*, 8, 173-174.
- FUSTER, J. M.; APARICIO, A.; CASQUET, C.; GARCÍA CACHO, L.; MORA, A., y PEINADO, M. (1974): «Interacciones entre los metamorfismos plurifaciales y polifásicos del Sistema Central español». *Bol. Geol. Min.*, 85, 5, 595-600.
- GARCÍA CACHO, L. (1973): *Evolución temporal del metamorfismo y procesos de blastesis sucesiva en el sector oriental del Sistema Central español*. Tesis doctor, Univ. Compl. Madrid.
- GAUTHIER (1973): «Evolution granitique, developpement des granites à deux micas et geochemie des alcalins dans la Marche Oriental (Massif Central Français). I. L'évolution granitique». *Sci. Terre*, t. XVIII, núm. 4, 315-352.
- GONZÁLEZ LODEIRO, F. (1981): *Estudio geológico estructural de la terminación oriental de la sierra de Guadarrama (Sistema Central español)*. Tesis doctoral, Universidad de Salamanca.
- LA ROCHE, H. de (1964): «Sur l'expression graphique des relations entre la composition chimique et la composition mineralogique quantitative des roches chistallines». *Scienc. Terre*, t. IX (1962-63), núm. 3, 293.

- (1968): «Comportement géochimique différentiel de Na, K, Al dans les formations métamorphiques et plutoniques». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 267.
- LA ROCHE, H. de; STUSSI, J. M., y CHAURIS, L. (1980): «Granites à deux micas Hercyniens français. Cartographie et corrélations géochimiques». *Sci de la Terre*, t. 24, núm. 1, 5-121.
- LE MAITRE, F. (1976): «The chemical variability of series igneous rocks». *Journ. Petrology*, vol. 17, part. 4, 589-637.
- SCHÄFER, G. (1969): «Geologie und Petrographie in östlichen Kastilischen Kautscheidegebirge (Sierra de Guadarrama, Spanien)». *Münst. Forsch. Geol. Paleont.*, H. 10, pág. 207.
- SOMMER, W. (1965): «Stratigraphie und Tektonik in östlichen Guadarrama-Gebirge». *Arbeiten Geol., Paläont. Inst. West. Wilhelms. Universität Münster*.