

## Estudio comparativo de la petrofábrica de las inclusiones de cuarzo en cristales precinemáticos

Por A. APARICIO (\*\*\*) , J. L. BRANDLE (\*) y J. SEMPERE (\*\*)

### RESUMEN

El estudio de la petrofábrica de las inclusiones de cuarzo en cristales precinemáticos permite establecer la similitud entre la deformación experimentada por estas inclusiones y la deformación de la roca que las incluye. Se discute la validez de los criterios clásicos sobre cristales pre-sin y poscinemáticos.

### ABSTRACT

The petrofabric study of quartz inclusions in pre-tectonic crystals allows to establish a similarity between the tectonic deformation of the inclusions and the tectonic deformation of the host-rock. The classic rules about pre-syn-post tectonic crystals seems not to be suitable in this case.

### INTRODUCCION

Una de las características fundamentales de todo proceso metamórfico-deformativo con desarrollo regional es la formación de planos de esquistosidad, determinada fundamentalmente por los minerales micáceos. La relación de estos planos con los cristales que incluye o la incluyen permite establecer principios de cronología relativa que determinan el carácter pre, sin o post foliación de los cristales existentes en la roca metamórfica. El hecho de que los procesos metamórficos regionales estén acompañados de procesos deformativos, hace extender el concepto anterior a cristales pre, sin y post cinemáticos.

Los principios clásicos, sintetizados por SPRY (1969) sobre este problema, establecen como rasgos delimitativos principales para todo cristal heredado o preexistente al proceso metamórfico-deformativo y que genera la foliación que lo envuelve: a) Cristales rodeados por foliación; b) existencia de sombras de presión; c) extinción ondulante; d) bordes corroídos; e) textura helicética en inclusiones, etc.

Limitándonos a este último apartado sobre la presencia de inclusiones, éstas pueden en algunos casos llegar a definir una foliación interna ( $S_i$ ) cuya orien-

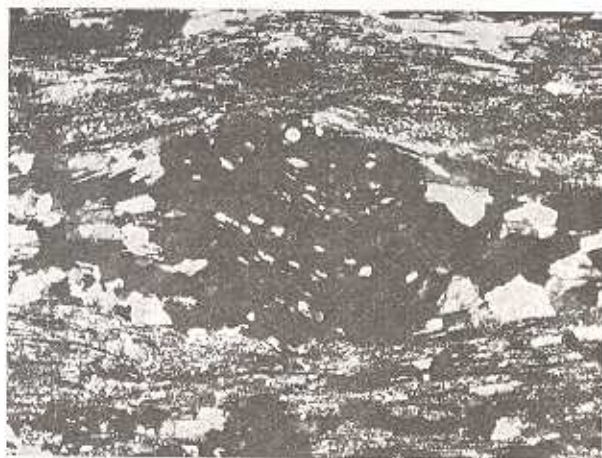


Figura 1

Cristal de granate con foliación interna ( $S_i$ ) en continuidad con foliación externa ( $S_e$ ) en esquistos granatífero.

N X 12,5

(\*) Departamento de Petrología y Geoquímica, C.S.I.C., Madrid.

(\*\*) Cátedra de Criaderos, E. T. S. de Minas, Madrid.

(\*\*\*) Instituto de Geología, C.S.I.C. Madrid-6.

tación concordante (fig. 1) o discordante (fig. 2) con la foliación externa ( $S_e$ ) sirve para establecer el carácter sincrónico o no del cristal que la contiene



Figura 2

Crystal de granate con foliación interna ( $S_i$ ) en discordancia con ( $S_e$ ), en esquistó granatífero.

N X 6,3

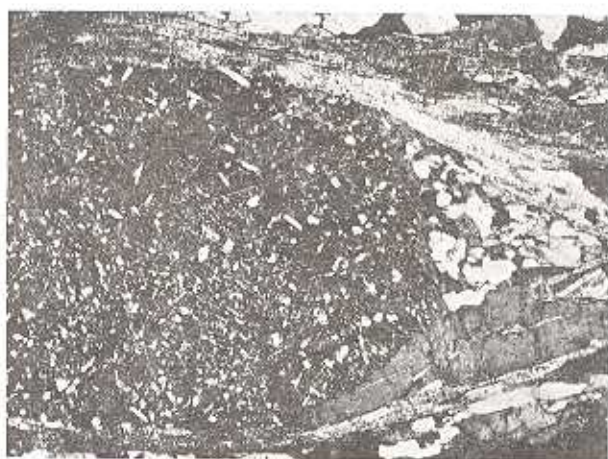


Figura 4

Crystal de plagioclasa con sombra de presión y foliación envolvente en neis augen.

N X 10

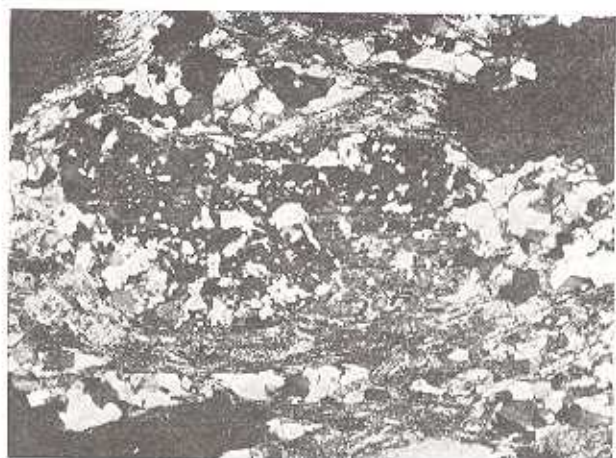


Figura 3

Inclusiones de cuarzo sin orientar en cristal de plagioclasa envuelto por foliación externa ( $S_e$ ), en esquistó augen plagioclásico.

N X 10

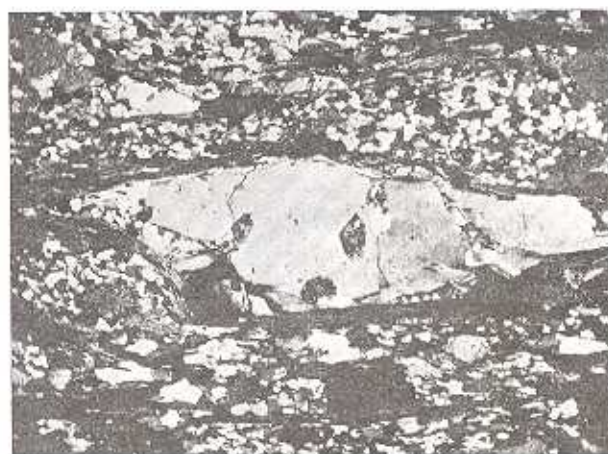


Figura 5

Fenómenos de "corrosión" en cristal de cuarzo en neis augen.

N X 4

con la foliación envolvente. En el caso de ser discordante, las inclusiones serán restos de una foliación anterior que ha quedado incluida en el interior de cristales cuyo crecimiento es anterior a la fase metamórfica-deformativa que crea la foliación externa.

En otros casos, las inclusiones en cristales precinemáticos no presentan orientación alguna y su distribución es homogénea dentro del cristal (fig. 3).

En contraposición con este carácter precinemático de los cristales con las características expuestas, otros autores, HARKER (1931), MISCH (1971), etc., definieron la existencia de "fuerzas de cristalización" capaces de permitir la generación de cristales posteriormente a la foliación, ejerciendo un empuje sobre ella, a la cual deforma y adapta. Así MISCH (op. cit.) pág. 235 dice: "Late-formed porphyroblasts that have simultáneously replaced and pushed our pre-

existing schistose matrix, are thought to have made room for themselves by a combination of chemical and mechanical forces ("crystallization force")."

El objeto de este trabajo fue la determinación de la petrofábrica de las inclusiones existentes en cristales de características "precinemáticas", bien bajo formas orientadas con texturas helicíticas, definiendo una foliación relicta  $S_1$  discontinua con  $S_2$ , o bien con distribuciones más homogéneas en el interior del cristal. Las fábricas así obtenidas y sus consecuentes deformaciones, fueron comparadas con la fábrica determinada por el proceso metamórfico-deformativo generador de la foliación externa ( $S_2$ ), estableciendo las diferencias que pudieran existir entre las dos fases metamórficas-deformativas.

La zona seleccionada para este estudio corresponde a sectores representativos del macizo metamórfico Guadarrama-Somosierra en el Sistema Central Español, cuya evolución se realizó durante el ciclo Hercínico. En esta zona han sido establecidas dos secuencias metamórficas ( $M_1$  y  $M_2$ ), separadas en el tiempo, y definidas por gradientes béricos diferentes (FUSTER et. al., 1974; LÓPEZ RUIZ et. al., 1975). La primera fase ( $M_1$ ) presenta una sucesión progresiva característica de presiones intermedias y la segunda ( $M_2$ ) con paragénesis de baja presiones. Ambas fases metamórficas fueron coincidentes con dos fases deformativas  $F_1$  y  $F_2$  (BARD et. al., 1970; FERNÁNDEZ

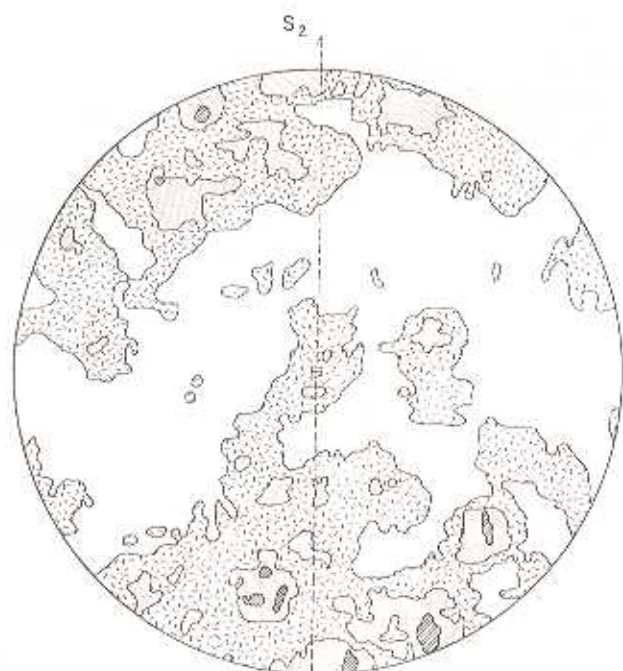


Figura 6-A

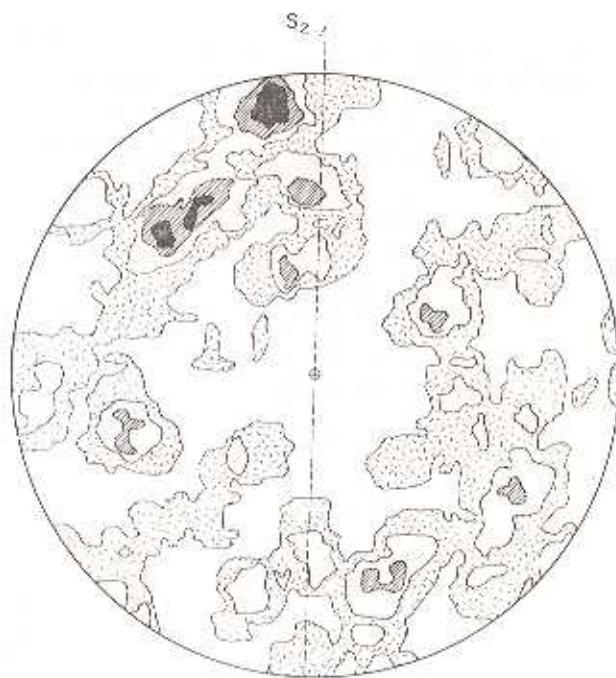


Figura 6-B

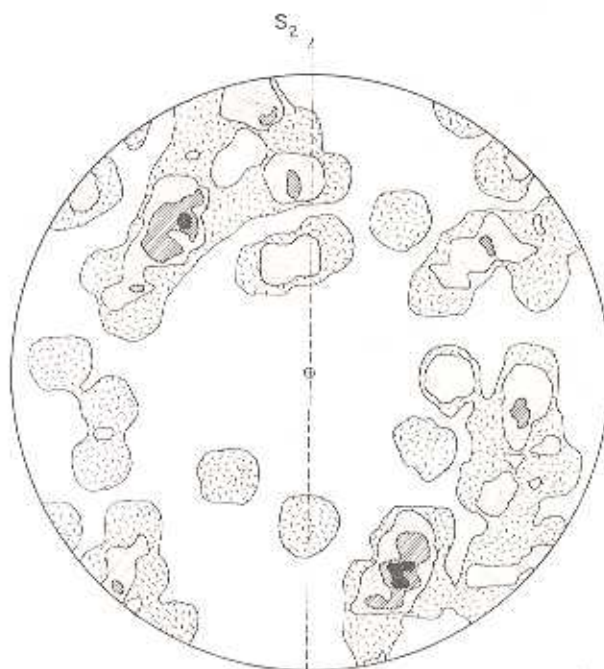


Figura 6-C

Figura 6

Muestra A-92. Esquisto con granate y cloritoide. Localidad: La Hiruela (Madrid). A) 361 ejes C de cuarzo en matriz ( $S_2$ ), áreas del 0,1 y 3 %. B) 178 ejes C de cuarzo en inclusiones ( $S_1$ ) de tres granates pre- $F_2$ , áreas 0, 1, 2, 3, 5 %. C) 56 ejes C de cuarzo en inclusiones ( $S_1$ ) de granate pre- $F_2$ , áreas de 0, 1-2, 3-4, 5-6 y 7 %.

CASALS, CAPOTE, 1970). Durante  $M_1-F_1$  se desarrollan ampliamente granate, estauroлита, cloritoide, micas, feldespatos.  $M_2-F_2$  genera nuevos cristales de feldespatos, micas, cordierita, andalucita, etc., y recristalización y recrecimientos de minerales previamente formados.

WAARD (1950); SOMMER (1965), SCHAFER (1969), BARD et. al. (1970), FERNÁNDEZ CASALS y CAPOTE (1970, 1971); CAPOTE y FERNÁNDEZ CASALS (1971, 1975), CAPOTE (1973), FERNÁNDEZ CASALS (1974), SÁNCHEZ DE LA FUENTE et. al. (1971), BABIN (1971), SOERS (1972), PEINADO (1973), BISCHOFF et. al. (1973), BISCHOFF et. al. (1978), NAVIDAD (1975, 1978 a, 1978 b, 1979), NAVIDAD y PEINADO (1977), CASQUET (1975), CAPOTE et. al. (1977 a, b, ARCHE, et al (1977), etc. citan la presencia de cristales precinemáticos de granate con inclusiones ( $S_1$ ) representativas de una fase anterior a la foliación que le rodea ( $S_2$ ) (fig. 2) o bien cristales de feldespatos (fig. 4) y cuarzo (fig. 5) heredados de tébricas formaciones antiguas de carácter ígneo (plutónicas o volcánicas) y conservados casi intactos dentro de una foliación  $S_2$  posterior a estos cristales.

## MÉTODOS

El estudio de la petrofábrica de las inclusiones de cuarzo ( $S_1$ ) en los cristales y de la matriz ( $S_2$ ) de la roca se realizó sobre muestras orientadas según planos de esquistosidad-foliación y lineaciones. Las láminas delgadas se obtuvieron siempre perpendiculares al plano definido por la esquistosidad. En presencia de lineaciones definidas sobre la muestra, los cortes fueron paralelos o normales a las mismas. Cuando no existía lineación, las láminas obtenidas fueron paralelas a la dirección y buzamiento.

El tratamiento estadístico de los datos se hizo de acuerdo con el programa realizado por BONYUN y STEVENS (1969) y modificado para la introducción de los datos por uno de los autores (J. L. Brändle). Dada la similitud de los datos obtenidos, de las 13 muestras de facies esquistosas y neísicas estudiadas, sólo se presentan cinco, que corresponden a muestras con la mayor representatividad litológica, entre las que se incluyen dos esquistos granatíferos, un esquisto augen, un neis augen y una migmatita augen.



Figura 7-A

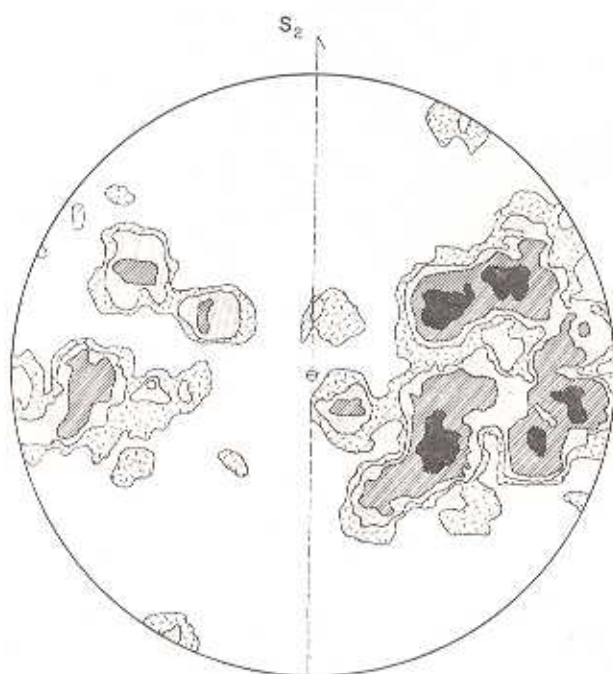


Figura 7-B

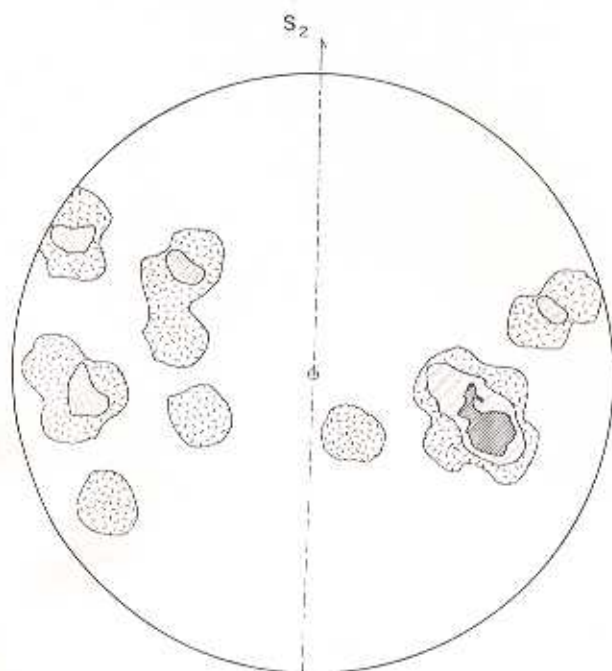


Figura 7-C

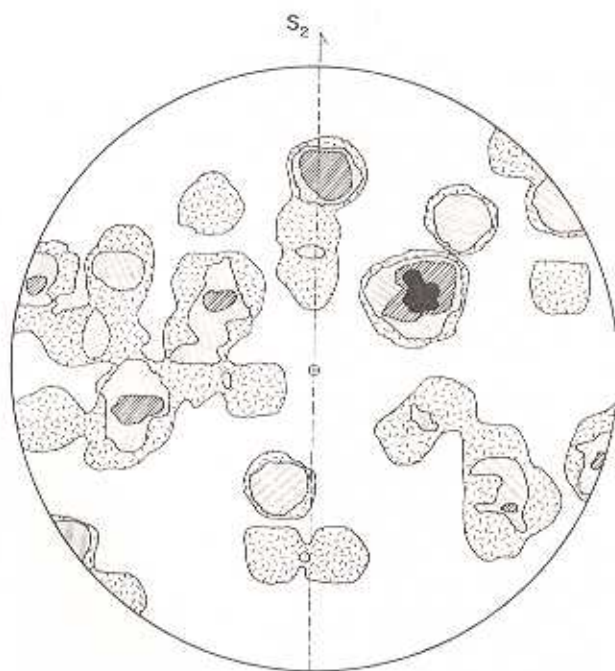


Figura 7-E

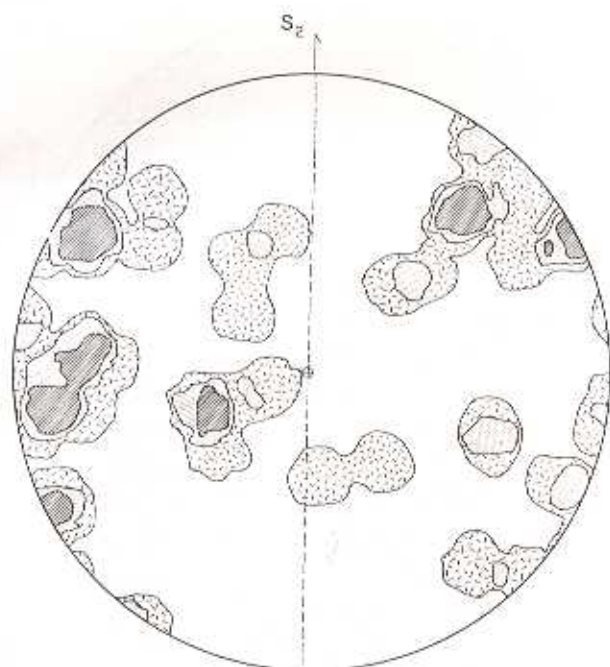


Figura 7-D

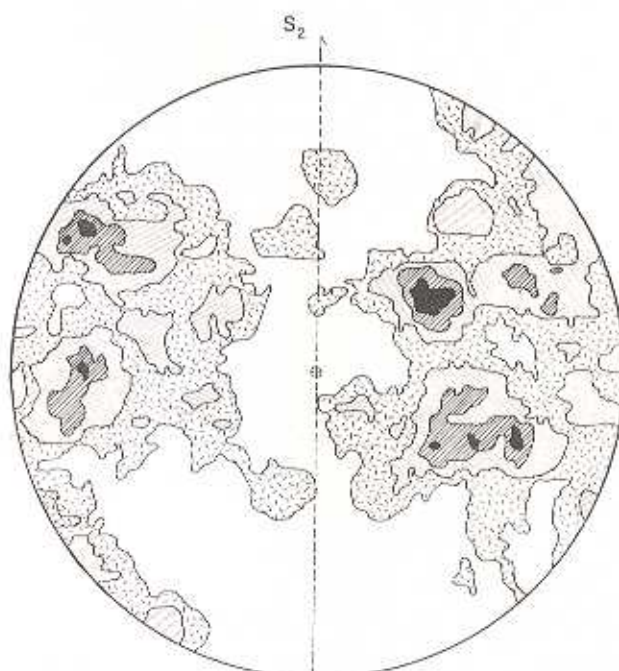


Figura 7-F

Figura 7

Muestra A-45. Neis augen cuarcífero. Localidad: Honrubia (Segovia). A) 304 ejes C de cuarzo en matriz ( $S_2$ ), áreas de 0, 1, 2 y 3 %. B) 122 ejes C de cuarzo en augen de composición cuarcífera envuelta por  $S_2$ , áreas 0, 1, 2, 3-4, 5-6 %. C) 20 ejes C de cuarzo en augen de composición cuarcífera envuelta por  $S_2$ , áreas del 0-4, 5-9,

10-20 %. D) 47 ejes C de cuarzo en augen de composición cuarcífera envuelta por  $S_2$ , áreas del 0-1, 2-3, 4-5, 6-10. E) 47 ejes C de cuarzo en augen de composición cuarcífera envuelta por  $S_2$ , áreas del 0-1, 2-3, 4-5, 6-9, 10-15 %. F) 286 ejes C de cuarzo en varios augen de composición cuarcífera todas ellas envueltas por  $S_2$ , áreas del 0, 1, 2, 3, 4-5 %.

## PETROFABRICA

En las muestras analizadas se observa siempre la similitud entre la fábrica de las inclusiones ( $S_1$ ) de los cristales reconocidos como pretectónicos (pre  $F_2$ ) y la determinada por la matriz de la roca ( $S_2$ ).

En la figura se analizan las inclusiones de cuarzo ( $S_1$ ) en granates y matriz ( $S_2$ ) de un esquistó granatífero de la zona del cloritoide.



Figura 8

Agregado policristalino de cuarzo rodeado por ( $S_2$ ), en neis augen.

NX × 10

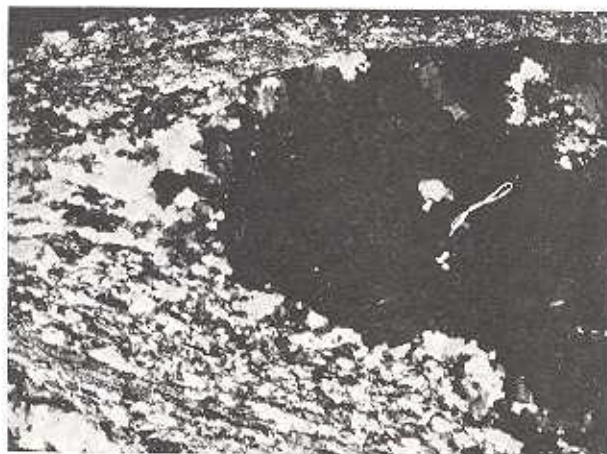


Figura 9

Cristal de cuarzo anterior a ( $S_2$ ) con extinción ondulante y sombra de presión.

NX × 4



Figura 10-A

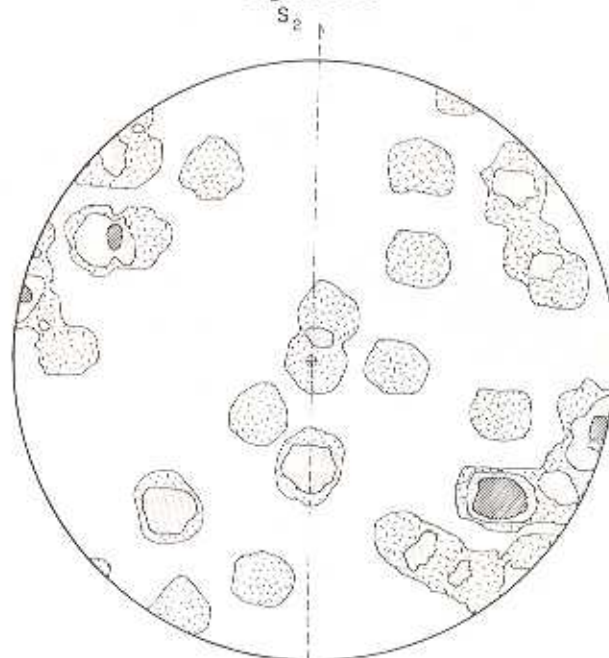


Figura 10-B

Figura 10

Muestra A-49. Esquistó augen cuarzo-plagioclásico. Localidad: El Cardoso (Guadarrama). A) 334 ejes C de cuarzo en matriz ( $S_2$ ), áreas del 0, 1, 2, 3 %. B) 35 ejes C de cuarzo en augen de composición cuarcifera envuelta por  $S_2$ , áreas del 0-1, 2-4, 5-7, 8 %. C) 105 ejes C en varios augen de composición cuarcifera, envuelta por  $S_2$ , áreas del 0, 1, 2, 3, 4-6 %. D) 156 ejes C en inclusiones de cuarzo en 14 cristales de plagioclasa pre- $F_2$ , áreas del 0, 1, 2, 3, 4-7 %.

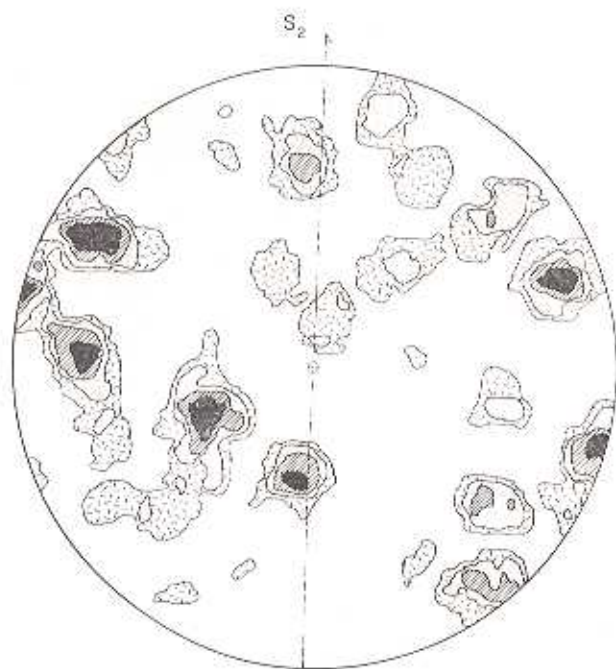


Figura 10-C

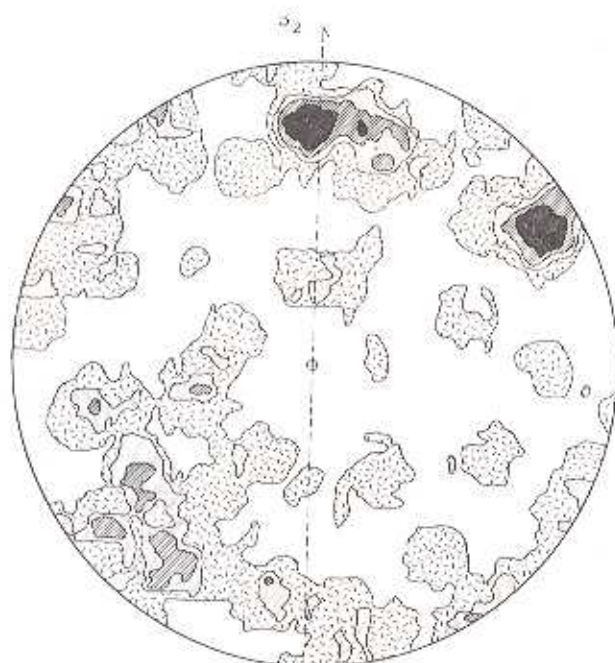


Figura 10-D

En la figura 7 se analiza un neis augen, en el que las augen están formadas por agregados policristalinos de cuarzo, (fig. 8) o monominerales de cuarzo (fig. 9) y de feldespato potásico que son envueltos por  $S_2$ . PARGA et. al. (1964) reconocen estas rocas



Figura 11

"Antigua" cristal de plagioclasa, anterior a  $F_2$  en esquistito augen plagioclásico.

N X X 12,5

como de origen volcánico-sedimentario en los que los augen de feldespato y cuarzo son heredados de la roca volcánica y posteriormente envueltos por  $S_2$ . Dada la escasez de inclusiones en feldespato sólo se midiendo los ejes de cuarzo en los augen de composición cuarcífera.

En la figura 10 están representadas las fábricas de inclusiones y matriz de un esquistito augen cuarzo-plagioclásico, considerado por algunos autores (BISCHOFF et. al., 1973; BISCHOFF et. al., 1978; SCHAFER, 1969; CAPOTE y FERNÁNDEZ CASALS, 1975) como formaciones volcánicas en los que los augen de cuarzo y de plagioclasa (fig. 11) corresponderían también a cristales originales de la roca volcánica posteriormente afectada por  $F_2-M_2$  y conservados, después de esta fase metamórfica envueltos por la foliación externa ( $S_2$ ).

La figura 12 contiene las fábricas de una muestra de migmatita augen perteneciente a formaciones ampliamente reconocidas por WAARD (1950), FERNÁNDEZ CASALS y CAPOTE (1970, 1971, 1975), BISCHOFF et. al. (1973); BISCHOFF et. al. (1978); FERNÁNDEZ CASALS (1974), como antiguas rocas volcánicas o plutónicas de composición ácida (riolítica o granítica) cuyos augen representan antiguos cristales de feldespato potásico conservados durante  $F_2-M_2$  e igualmente envueltos por  $S_2$ .

La figura 13 corresponde a un esquistito con granate y estaurolita. Se obtuvieron las fábricas e inclusiones de cuarzo ( $S_1$ ) de cristales con caracteres pre-tectónicos de granate (fig. 14) y estaurolita, y las de la matriz envolvente.

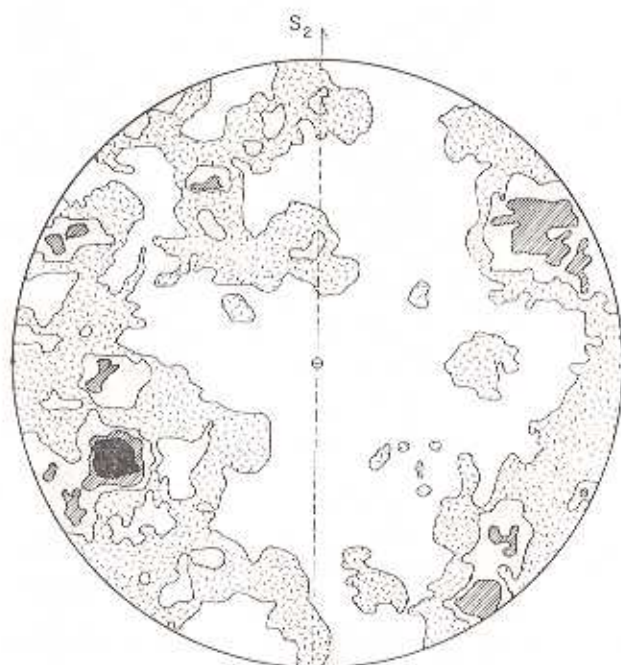


Figura 12-A

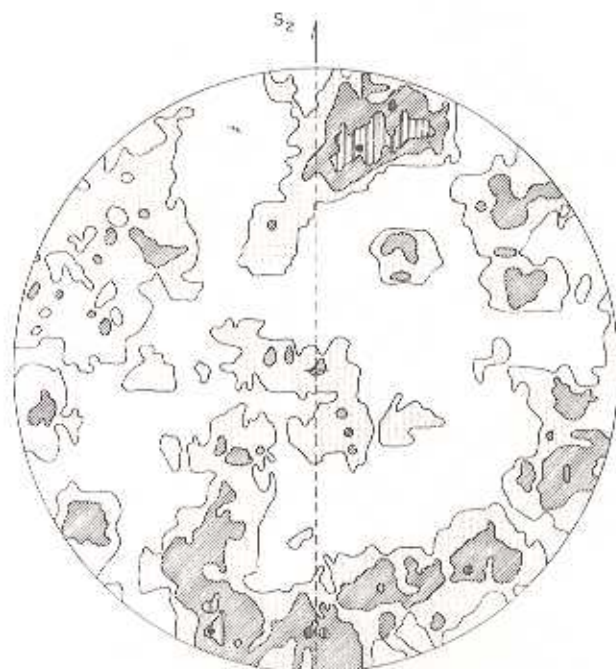


Figura 13-A

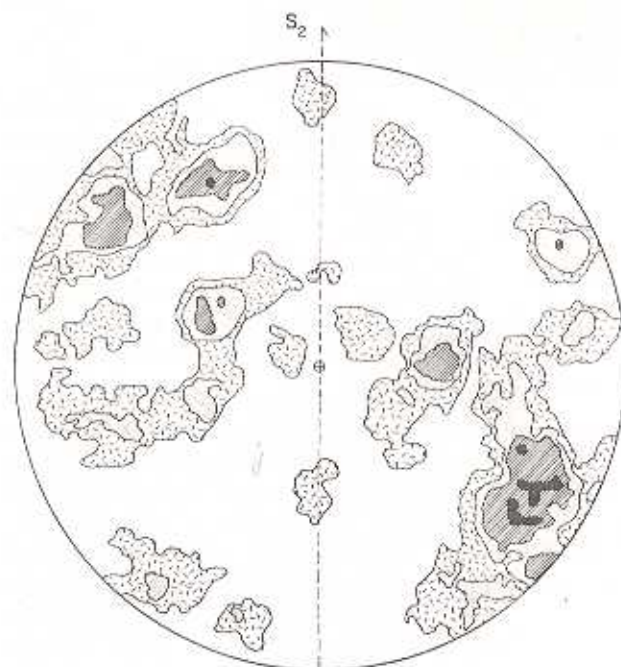


Figura 12-B

Figura 12

Muestra A-84. Migmatita augen. Localidad: Puerto de La Morcuera (Madrid). A) 254 ejes C de cuarzo en matriz ( $S_2$ ), áreas del 0, 1, 2, 3, 4-5 %. B) 211 ejes C en inclusiones de cuarzo en augen de feldespato potásico, áreas del 0, 1, 2, 3-4, 5 %.

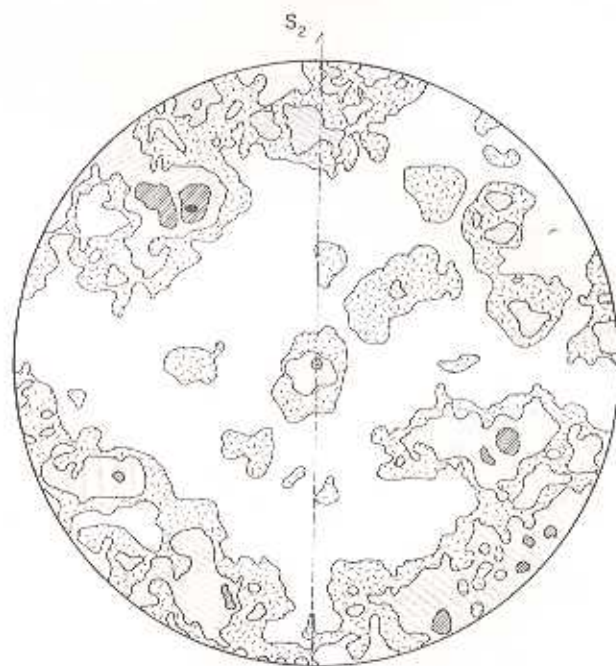


Figura 13-B

Figura 13

Muestra A-90. Esquisto con granate y estaurrolita. Localidad: La Hiruela (Madrid). A) 250 ejes C de cuarzo en matriz ( $S_2$ ), áreas del 0, 1, 2, 3, 4 %. B) 250 ejes C de cuarzo en inclusiones ( $S_1$ ) de seis cristales de granate con características pre- $F_2$ , áreas del 0, 1, 2, 3, 4 %. C) 52 ejes C de cuarzo en inclusiones ( $S_1$ ) de granate



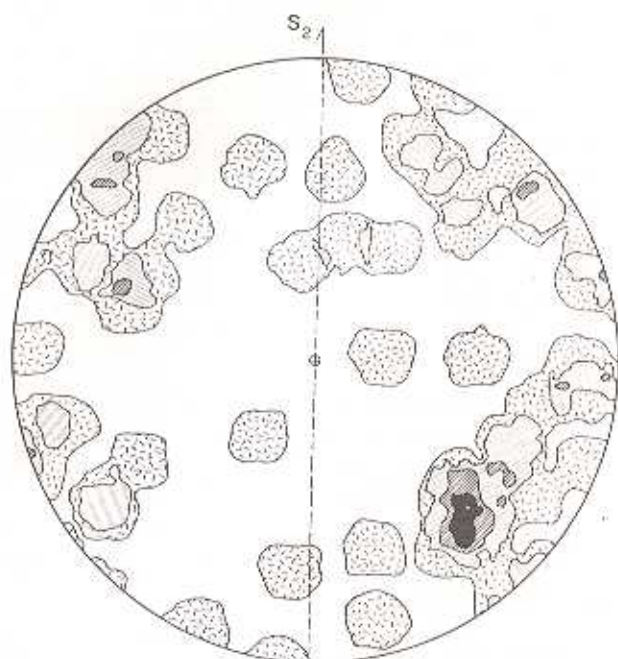


Figura 13-D

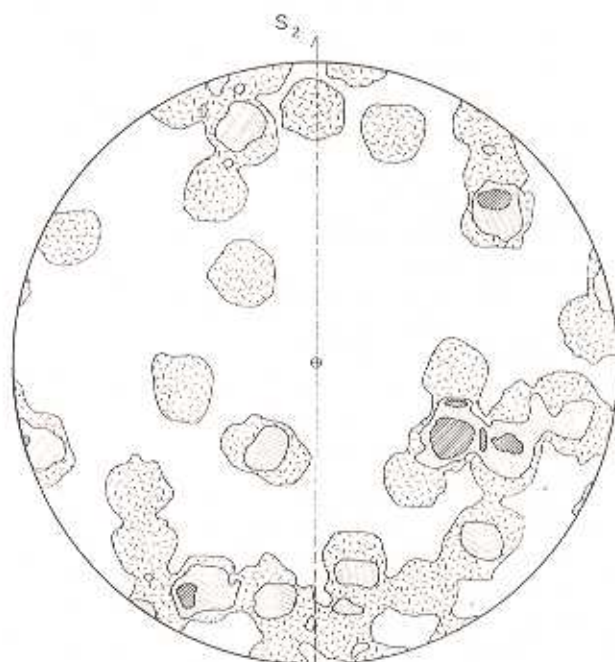


Figura 13-E

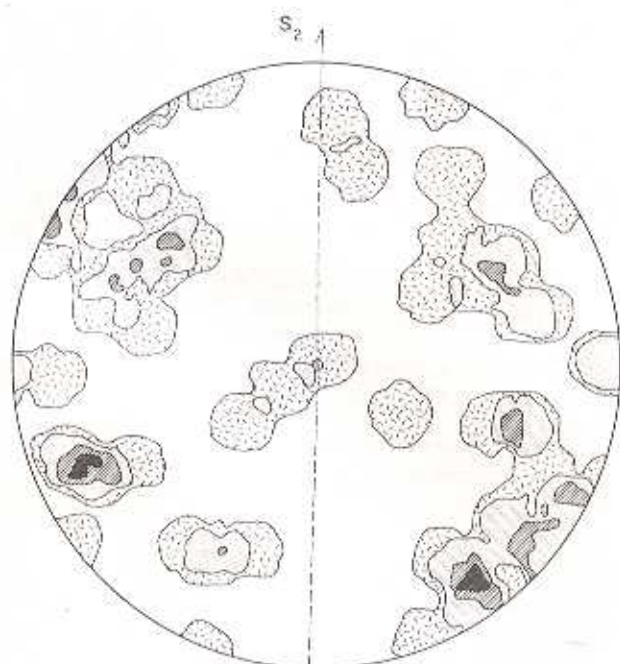


Figura 13-D

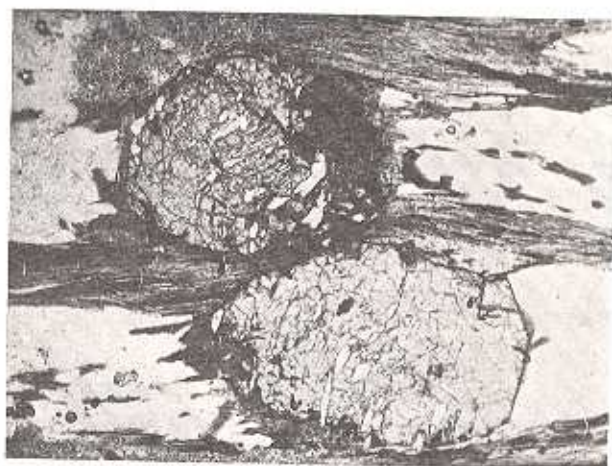


Figura 14

Granate con foliación interna ( $S_1$ ) discordante con ( $S_2$ ) y caracteres pre- $F_2$  en esquistito granatífero con estaurolita.

N X 6,3

pre- $F_2$ , áreas del 0, 1-2, 3-4, 5-6, 7-9 %. D) 52 ejes C de cuarzo en inclusiones ( $S_1$ ) de granate pre- $F_2$ , áreas del 0, 1-2, 3-4, 5-6, 7-9 %. E) 43 ejes C de cuarzo en inclusiones ( $S_1$ ) de granate pre- $F_2$ , áreas del 0, 1, 2-3, 4-5, 6 %. F) 201 ejes C de cuarzo en inclusiones ( $S_1$ ) de un cristal de estaurolita con características pre- $F_2$ , áreas del 0, 1, 2, 3, 4 %.

## DISCUSION

Los resultados obtenidos de la microestructura de una serie de rocas-tipo de un sector del Sistema Central Español, en el que las simetrías de las fábricas determinadas por las inclusiones de cuarzo en cristales pre- $F_2$ , bien sea constituyendo una foliación

antigua relictas ( $S_1$ ) o bien bajo formas aparentemente no orientadas, hace poner en duda las características de pre-tectonicidad de estos cristales, como fue continuamente reconocido por casi todos los autores que trabajaron en este sector del Hercínico Español.

Los resultados por el contrario parecen demostrar el carácter sincrónico de las dos fases teóricas  $F_1$  y  $F_2$  hasta ahora citadas. Esto implica que el cristal que contiene las inclusiones tuvo también que generarse durante o después del metamorfismo que acompañó a esta fase de plegamiento, anulando por tanto el carácter heredado o clástico que siempre fue reconocido para los augen de las formaciones metamórficas de esta zona.

Todos estos datos y consideraciones hacen suponer como ha sido indicado por FERGUSON y HARTE (1975) que la fijación de los criterios de pre, sin y post-tectonicidad para cristales asociados a ambientes metamórfico-deformativos, es algo más complicado de analizar que lo que pueda resultar de una sencilla observación microscópica de: texturas envolventes de foliación, sombras de presión, extinción ondulante, bordes corroídos, texturas helicíticas, etc., texturas que por sí solas no son garantía de pre-tectonicidad, sino sencillamente de indicio primario de unos caracteres cuyo resultado final dependerá de otros criterios, uno de los cuales, a pesar de su laboriosidad, podría ser las determinaciones de petrofábrica en inclusiones.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Prof. T. Febrél por la crítica y discusión durante la realización de este trabajo.

A. J. Arroyo, V. Calleja y J. L. Casaseca por la ayuda prestada en la elaboración del texto.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARCHIE, A.; CÁMARA, P. & DURANTEZ, O.: *Consideraciones sobre las series ordovícicas y anteordovícicas de la región de la Sierra de Alto Rey-Sierra de La Bodera (Sistema Central Español)*. "Bol. Geol. Min.", 88: 501-507 (1977).
- BABIN, R. B.: *Estudio meso y microtectónico del macizo metamórfico de El Vellón*. "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat." (Geol.), 69: 5-28 (1971).
- BARD, J. P.; CAPDEVILA, R. & MATTE, PH.: *Les grands traits stratigraphiques, tectoniques, métamorphiques et plutoniques des Sierras de Gredos et de Guadarrama (Espagne Centrale)*. "C. R. Acad. Sci.", París, 270: 2630-2633 (1970).
- BISCHOFF, L.; SCHAFER, G.; SCHMIDT, K. & WALTER, R.: *Zur Geologie der mittleren Sierra de Guadarrama (Zentral Spanien)*. "Forsch. Geol. Palaont. Munster", 28: 1-27 (1973).
- BISCHOFF, L.; LENZ, H.; MÜLLER, P., SCHMIDT, K.: *Geochemische und geochronologische Untersuchungen an Metavulkaniten und Orthogneisen der östlichen Sierra de Guadarrama (Spanien)*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh 155, 3, 275-299 (1978).
- BONYUN, D. & STEVENS, G.: *A general purpose computer program to Produce Geological Stereo net diagrams*. In: "Data processing in Biol. and Geol.". Academic Press, London, 346 pp. (1969).
- CAPOTE, R.: *Estudio geoestructural de los afloramientos metamórficos del norte de la provincia de Avila*. "Bol. Geol. Min.", 84: 13-20 (1973).
- CAPOTE, R. & FERNÁNDEZ CASALS, M. J.: *Esquistosidad y tectónica superpuesta en el Paleozoico Inferior del afloramiento metamórfico de Muñico (provincia de Avila)*. "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat." (Geol.), 69: 175-185 (1971).
- CAPOTE, R. & FERNÁNDEZ CASALS, M. J.: *Las series anteordovícicas del Sistema Central*. "Bol. Geol. Min.", 86: 581-596 (1975).
- CAPOTE, R.; CASQUET, C.; FERNÁNDEZ CASALS, M. J.; MORENO, F.; NAVIDAD, M.; PEINADO, M. & VEGAS, R.: *The Precambrian in the Central part of the Iberian Massif*. "Estudios Geol.", 33: 341-354 (1977 a).
- CAPOTE, R.; FERNÁNDEZ CASALS, M. J.; GONZÁLEZ LOPEIRO, F. & IGLESIAS PONCE DE LEÓN, M.: *El límite entre las zonas astur occidental-leonesa y galaico-castellana en el Sistema Central*. "Bol. Geol. Min. Esp." (en prensa) (1977 b).
- CASQUET, C.: *Metamorfismo plurifacial hercínico intermedio de baja presión en el macizo de San Vicente (Sistema Central Español)*. "Estudios Geol.", 31: 217-239 (1975).
- FERGUSON, C. C. & HARTE, B.: *Textural patterns at porphyroblast margins and their use in determining the time relations of deformation and crystallization*. "Geol. Mag.", 112: 467-480 (1975).
- FERNÁNDEZ CASALS, M. J.: *Significado geotectónico de la formación gneises de La Morcuera*. "Studia Geol.", 7: 87-106 (1974).
- FERNÁNDEZ CASALS, M. J. & CAPOTE, R.: *La tectónica paleozoica del Guadarrama en la región de Buitrago del Lozoya*. "Bol. Geol. Min.", 81: 562-568 (1970).

- FERNÁNDEZ CASALS, M. J. & CAPOTE, R.: *Los neises glandulares del Guadarrama oriental*. "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat." (Geol.), 69: 69-80 (1971).
- FUSTER, J. M.; APARICIO, A.; CASQUET, C.; GARCÍA CACHO, L.; MORA, A. & PEINADO, M.: *Interacciones entre los metamorfismos plurifaciales y polifásicos del Sistema Central Español*. "Bol. Geol. Min.", 85: 595-600 (1974).
- HARKER, A.: *Metamorphism*. Methuen & Co., London, 362 pp. (1931).
- LÓPEZ RUIZ, J.; APARICIO, A. & GARCÍA CACHO, L.: *El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español)*. "Mem. Inst. Geol." Min. España", 86: 127 pp. (1975).
- MISCH, P.: *Porphyroblasts and "Crystallization Force", Some Textural criteria*. "Geol. Soc. Amer. Bull.", 82: 245-251 (1971).
- NAVIDAD, M.: *Caracterización petrológica de los neises glandulares del macizo de Hiendelaencina (Guadarrama Oriental)*. "Estudios Geol.", 31: 343-350 (1975).
- NAVIDAD, M.: *Significado petrológico y geoquímico de las series glandulares en los sectores nord-occidental y central del Macizo Ibérico*. Tesis Doctoral. Facultad Ciencias Geológicas. Universidad Complutense, Madrid 1978 a).
- NAVIDAD, M.: *Las series glandulares "Ollo de Sapo" de los sectores Nord-Occidental y Centro-oriental del Macizo Ibérico*. "Estudios Geol.", 34: 511-528 (1978 b).
- NAVIDAD, M.: *Las series glandulares del Sector Central del Macizo Ibérico*. "Estudios Geol.", 35 (1979).
- NAVIDAD, M. & PEINADO, M.: *Facies vulcano-sedimentarias en el Guadarrama Central (Sistema Central Español)*. "Studia Geol.", 12: 137-159 (1977).
- PARGA PONDAL, I.; MATTE, P. & CAPDEVILA, R.: *Introduction a la geologie de l'Ollo de sape. Formation porphiroide ante silurienne du nord ouest de L'Espagne*. "Not. y Com.", 76: 119-154 (1964).
- PEINADO, M.: *Evolución metamórfica en el macizo de El Escorial-Villa del Prado (Sistema Central Español)*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Complutense, Madrid (1973).
- SÁNCHEZ DE LA FUENTE, J.; VALLEJO PÉREZ DE AYALA, G.; MARTÍNEZ LÓPEZ, R. & BAEZA ROJANO DÍAZ, L. J.: *La serie metamórfica de Hiendelaencina y su cobertura paleozoica*. I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica. Sec. 1: 435-450 (1971).
- SOERS, E.: *Stratigraphie et geologie structurale de la partie orientale de la Sierra de Guadarrama*. "Studia Geol.", 4: 7-94 (1972).
- SCHAFER, G.: *Geologie und Petrographie in ostlichen Kastilischen Hauptscheidegebirge (Sierra de Guadarrama, Spain)*. "Forsch. Geol. Palaont. Munster", 10: 1-207 (1969).
- SOMMER, W.: *Stratigraphie und tektonik im ostl Guadarrama-Gebirge (Spanien)*. Arbeiten aus dem Geologisch-Palaontologischen Institut der Westf. Wilhelms-Universität zu Munster, 159 pp. (1965).
- SPRY, A.: *Metamorphic Textures*. Pergamon Press, London, 350 pp. (1969).
- WAARD, D.: *Palingenetic structures in augen gneiss of the Sierra de Guadarrama, Spain*. "Bull. Com. Geol. Finlande", 23: 51-66 (1950).

Recibido: Junio de 1978.