

Precisiones acerca de la significación petrológica y estructural de las rocas gneísicas y cataclásticas del Maresme (prov. de Barcelona)

por J. CARRERAS * y P. F. SANTANACH PRAT **

RESUMEN

Se estudian pequeños afloramientos de rocas metamórficas y cataclásticas ubicadas en el granito hercíniano de la Cadena Costera Catalana al NE de Barcelona. Tras una breve síntesis de las diversas ideas emitidas sobre la génesis de estas rocas se realiza un estudio comparativo de las mismas. De él se infiere la presencia de dos grupos de rocas de significación petrogenética y tectónica distinta: 1) Los gneises de Mataró, que resultan del metamorfismo polifásico progresivo hercíniano de sedimentos del Paleozoico inferior y 2) las rocas cataclásticas de Caldetes, ligadas a deformaciones internas en el batolito del granito hercíniano postectónico, acompañadas de transformaciones hidrotermales en mayor o menor grado.

SUMMARY

Small outcrops of metamorphic and cataclastic rocks, located in the Hercynian granite of the Catalan Litoral Ridge (NE from Barcelona) were studied. Following a brief examination of the previous ideas issued concerning the origin of these rocks, a comparative study has been made. As a result of the forementioned, the presence of two groups of rocks could be established, both having an individual petrogenetic and tectonic signification: 1) The Mataró Gneises outcome of a progressive and polyphasic metamorphism of Lower Paleozoic sedimentary rocks. 2) The Caldetes Cataclastic Rocks, are related to internal deformations within the hercynian late tectonic granite batholith, assisted in some extent by hydrothermalism.

INTRODUCCIÓN

Desde la sierra del Montnegre hasta los alrededores de Barcelona, la Cadena Costera Catalana está formada casi exclusivamente por las rocas graníticas hercínianas postectónicas y su cortejo filoniano. Únicamente entre Caldetes y Mataró (fig. 1) afloran rocas que han sido descritas como metamórficas. Pueden

establecerse dos grupos: 1) Rocas de los alrededores de Mataró (Turó de Cerdanyola, Colegio Padres Salesianos, Castell de Nofre Arnau) y 2) rocas de los alrededores de Caldetes (Turó del Balis, Cota 108, Torrent del Gorg y Torre dels Encantats).

J. ALMERA (1913, 1914) en su cartografía atribuyó todos estos afloramientos al Arcaico, diferenciando, no obstante, dos tipos de rocas. Según él, las rocas de los alrededores de Mataró corresponderían a gneises *intercalados entre las pizarras precámbricas y el granito*, mientras que las de los alrededores de Caldetes serían rocas de *estructura cataclástica originada por el metamorfismo dinámico*. No obstante, clasificó a estas últimas como *grauvacas*. La idea de un origen sedimentario para las rocas de Caldetes es sostenida también por M. FAURA Y SANS (1923, pp. 39-40). Además, J. ALMERA (1915, p. 447) cita la presencia de protogina en Llavaneres y al sur de Sant Vincenç de Montalt; sin embargo, no queda clara la localización de esta roca ni su relación con los afloramientos mencionados.

Posteriormente M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (1917, 1918, 1929, 1930) en diversos estudios se ocupó de estas rocas. Este autor relacionó genéticamente ambos tipos, señalando que *son rocas eruptivas que en una zona de compresión, dirigida de E a O, va desde Caldetes, por Llavaneres a Mataró. Han sido comprimidas y trituradas, y por la acción del dinamometamorfismo se han transformado en rocas cataclásticas, protoginas o gneis, si han llegado a ordenarse paralelamente sus componentes; esto ha ocurrido entre Mataró y Argentona, donde se ha formado un ortogneis micáceo por gneisificación dinamometamórfica...* (1930). Por tanto, rechaza el origen *grauváquico* sugerido por J. ALMERA para los afloramientos de los alrededores de Caldetes. M. SAN MIGUEL discute además la edad de estas rocas basándose en su supuesto origen. Refiriéndose concretamente a las de Caldetes opina que *la (edad) de esta roca hay que buscarla en el fenómeno dinámico que la produjo,*

* Departamento de Petrología y Geoquímica, Universidad de Barcelona.

** Departamento de Geomorfología y Geotectónica, Universidad de Barcelona.

cosa que actualmente es imposible y lo será seguramente en esta localidad por faltar formaciones sedimentarias a que referirla; hasta la edad del batolito es difícil de fijar. Las erupciones principales de esta comarca como las de toda la Cadena Costera, no han pasado de la era Primaria; los pórfidos y porfiritas son, evidentemente, más modernos que el granito, y el fenómeno dinámico que formó la roca de la Musclera (Torre dels Encantats) es posterior a la formación de éstos, puesto que los afectó; queda demostrado que la roca no es arcaica, ni siquiera primaria debe ser (1918, p. 61).

realizados con el objeto de precisar el origen de las distintas rocas.

CONDICIONES DE AFLORAMIENTO, ESTRUCTURA Y PETROLOGÍA

De la observación en el campo de los diversos afloramientos citados en la literatura, resulta evidente la presencia de dos grupos de rocas, claramente diferenciables. Mientras las de los afloramientos de los alrededores de Mataró corresponden a rocas típicamente

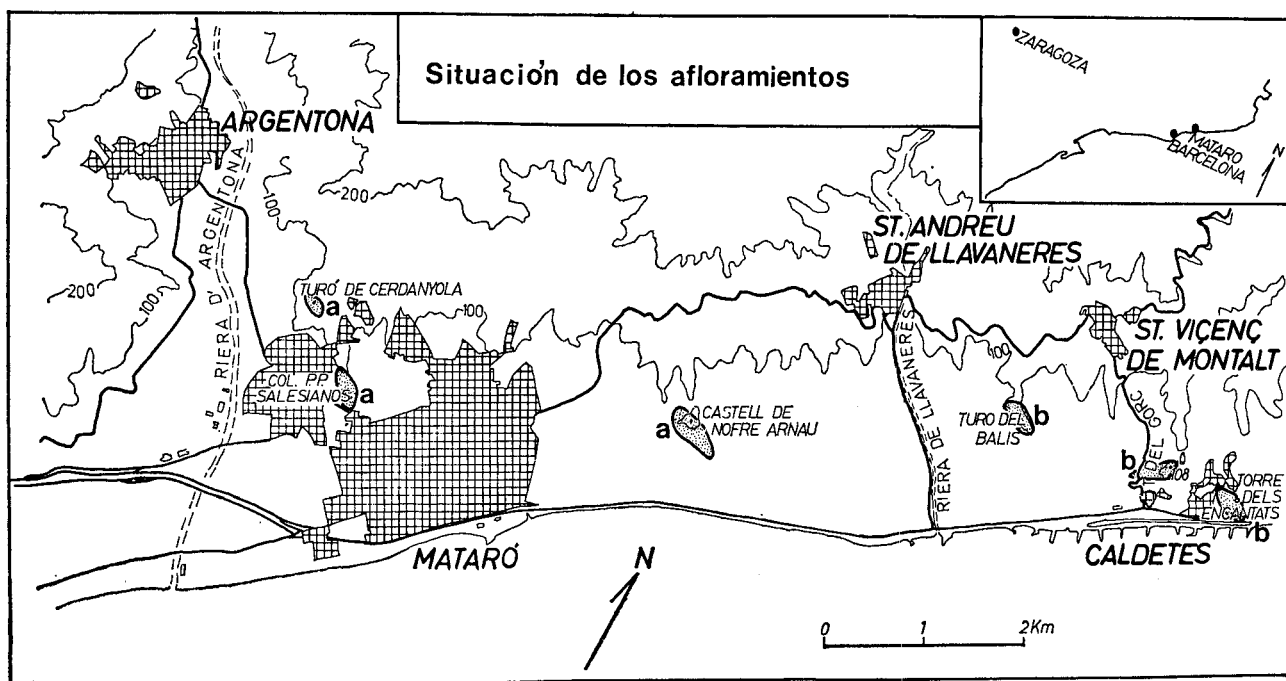


Fig. 1. — Esquema de situación de los afloramientos. a: Gneises de Mataró, restantes del metamorfismo polifásico progresivo hercínico de sedimentos del Paleozoico inferior. b: Rocas cataclásticas de Caldetes, ligadas a deformaciones internas en el batolito del granito hercínico posttectónico.

M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA colaboró en la realización de las hojas 394 y 393 (Caella y Mataró) del Mapa Geológico de España 1 : 50.000 (IGME, 1941, 1946). En la hoja de Mataró se han representado los afloramientos del Turó de Cerdanyola, Col. PP. Salesianos y Castell de Nofre Arnau, mientras que en la de Calella no se han figurado los de los alrededores de Caldetes. En la memoria de esta última hoja, no obstante, se describen las rocas cataclásticas y se sugiere para ellas una edad terciaria (1941, p. 24).

A pesar de las discrepancias existentes acerca del origen de estas rocas, no ha sido publicado ningún estudio sobre las mismas, con posterioridad a los trabajos comentados. La finalidad de esta nota es dar a conocer los resultados del estudio petrológico y estructural comparativo entre los diversos afloramientos,

gneísicas (Gneises de Mataró), anteriores a la intrusión granítica, las de los afloramientos de los alrededores de Caldetes son el resultado de transformaciones estructurales (Rocas cataclásticas de Caldetes) de los granitos posttectónicos.

Gneises de Mataró

Forman tres reducidos afloramientos de rocas metamórficas aislados en el seno del granito (fig. 1), desarrollándose localmente, en especial, en el contacto entre ambos tipos de roca, una zona de migmatitas de inducción. También con carácter local en relación con las fases postmagmáticas del granito se producen transformaciones de carácter deutérico que afectan fundamentalmente a la biotita de los gneises, la cual

se transforma en clorita. Durante este episodio se forman además albita y moscovita.

Los gneises presentan en general un bandeo litológico claro, definido fundamentalmente por la variación del tamaño de grano, así como de la composición. Esta variación en la mayoría de los casos es gradual. Frecuentemente las bandas litológicas están plegadas (fig. 2 A) y *boudinadas*. Los pliegues afectan a una primera esquistosidad, paralela a las bandas litológicas. De ello puede inferirse la existencia de por lo menos, dos fases de deformación.

Estas rocas se caracterizan, mineralógicamente en general, por la presencia de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa ácida y biotita. No se han observado otros minerales de carácter metamórfico. El bandeo se traduce en la alternancia de bandas ricas en biotita con otras cuarzo-feldespáticas.

La microestructura es en general granoblástica de grano fino y en ella las biotitas presentan orientación preferente. El tamaño de grano no es uniforme de unas bandas a otras (fig. 2 C, D, E) y en general está ligado al contenido en feldespato, de modo que existen niveles gneísicos en los cuales los granos de feldespato destacan como pequeños ocelos pre-esquistosos.

Son principalmente las características litológicas y estructurales de conjunto, las que permiten realizar consideraciones acerca del origen y evolución de los gneises. Así, dado que estos gneises predatan el emplazamiento de los granitos, no debe buscarse su génesis en transformaciones de los mismos. Por otra parte, las alternancias pelítico feldespáticas, tanto al nivel mesoscópico como microscópico, sugieren un origen sedimentario para la totalidad de la secuencia metamórfica, en la cual los gneises derivarían de arcosas intercaladas en una serie pelítica y semipelítica.

El análisis de la microestructura permite discutir la evolución metamórfica y su relación con las deformaciones. Es manifiesta la presencia de una foliación de carácter metamórfico la cual rodea a los granos de feldespato de mayor tamaño. Sin embargo, los caracteres microestructurales de la roca parecen responder en un mayor grado al resultado de una recristalización térmica que a un proceso de recristalización sincinemática. Así las biotitas que rodean los feldespatos no presentan signos de deformación sino que tienden a desarrollar arcos poligonales. Por otra parte, la orientación de los cristales de biotita no es total y éstos presentan una tendencia a integrarse en la estructura granoblástica poligonal. Ello indica que la orientación preferente obedece más a un proceso de carácter mimético que a uno de sincinemático. Este mimetismo se hace patente en el desarrollo de una diferenciación metamórfica incipiente sobre una débil crenulación, anterior al episodio de metamorfismo térmico.

La microestructura de los nódulos de feldespatos pre-esquistosos también revela la presencia de una

importante activación térmica posterior al episodio sincinemático que deformó los primitivos ocelos. Éstos se hallan constituidos por un agregado granoblástico poligonal de cuarzo y feldespato II (albita, microclina) (fig. 2 G) que se desarrolla sobre fragmentos de feldespato I, relicto (feld. K). Esta recristalización tardía puede atribuirse al metamorfismo térmico ligado al plutonismo granítico.

La fuerte recristalización ligada al metamorfismo térmico impide establecer con exactitud el grado del metamorfismo regional anterior, y su relación con las dos deformaciones mencionadas, ya que si bien puede señalarse su presencia durante la génesis de la primera esquistosidad, resulta más difícil conocer su grado durante la formación de los pliegues observados.

Rocas cataclásticas de Caldetes

Aparecen en forma de masas elongadas en el seno de las rocas graníticas. Los contactos entre ambas son, en general, irregulares y más o menos difusos. Los tres afloramientos de estas rocas examinadas se hallan en el Turó del Balis, Cota 108 - Torrent del Gorg y Torre dels Encantats - Punta Musclera (fig. 1).

Macroscópicamente, la roca se caracteriza, en general, por un estado de alteración avanzado, ligado a una importante limonitización, a lo que se debe su color pardo. Ello dificulta la observación de su estructura y composición en el campo. Únicamente en la Punta Musclera (en el acceso N de la C. N. II a Caldetes) puede estudiarse la roca sin alteración. En esta localidad la masa de rocas cataclásticas ocupa una franja de unos 50 m de espesor en el interior del granito. Dentro del granito marginal a la masa principal de las rocas cataclásticas se encuentran rocas similares, si bien muy subordinadas en cuanto al tamaño de las bandas, que tienen un espesor del orden de 1 cm. Generalmente, éstas aparecen en formas ramificadas, pero en ocasiones formando estrechas bandas individualizadas, aparentemente ligadas a desplazamientos en el seno del granito. La roca no alterada se caracteriza por su color verde y microestructura afanítica que engloba "fragmentos" de granito o agregados de cuarzo (fig. 2 B).

Los clastos están formados principalmente por cuarzo y fragmentos constituidos por agregados de cuarzo, feldespato K, plagioclasa y biotita totalmente cloritizada. Los clastos están incluidos en una matriz en proporción variable, pero dominante, de grano afanítico. Son, en la mayoría de los casos, acusadamente angulares, más raramente redondeados y carecen de señales de deformación interna, excepto el cuarzo que presenta débiles extinciones ondulantes y en ocasiones estructura en mosaico debido a la presencia de subgranos. La estructura heterogranular de estas rocas aparece frecuentemente cruzada por zonas con mayor contenido en limonita y con indicios de flujo (fig. 2 F).

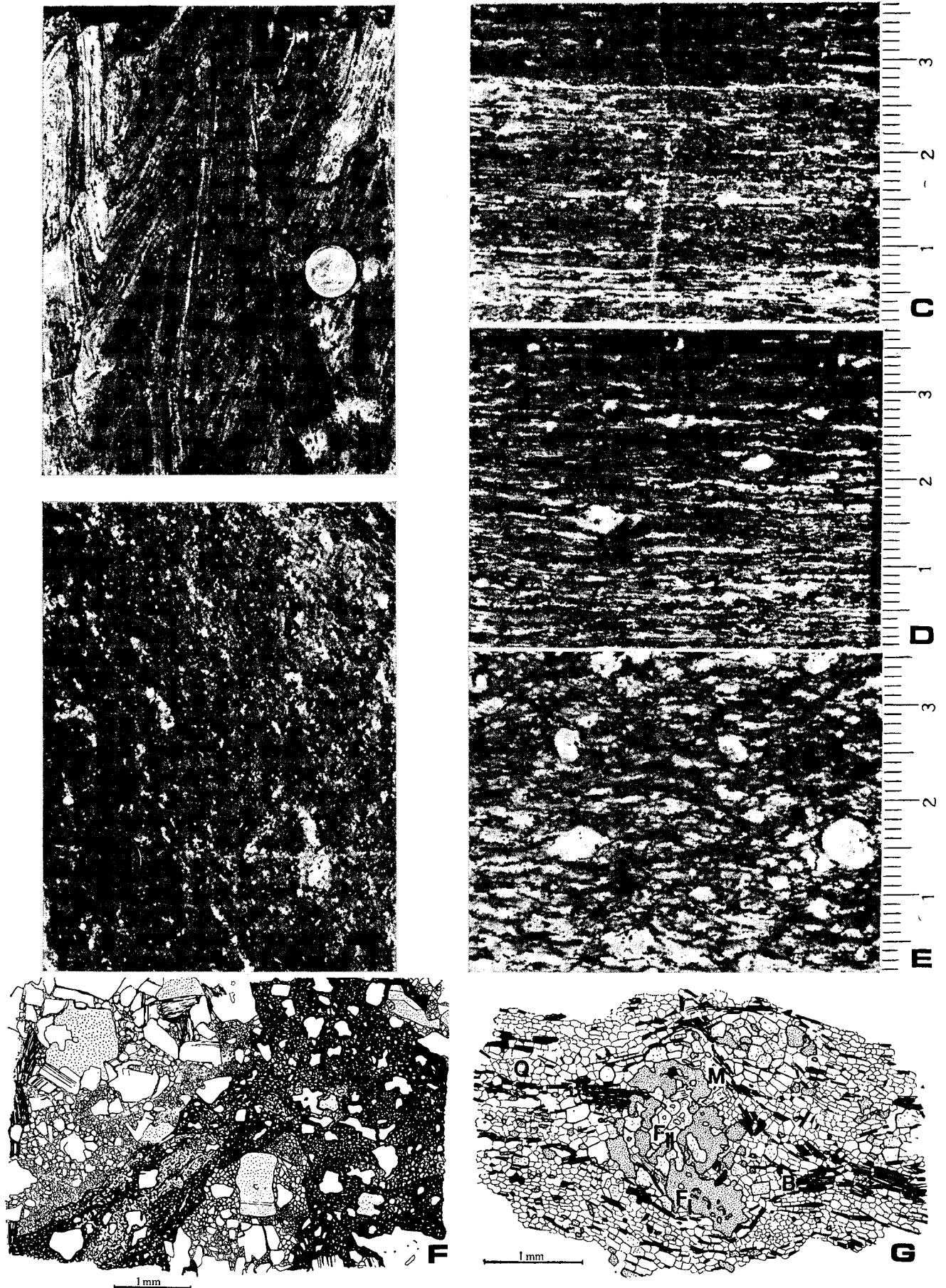


FIG. 2. — *Diversos aspectos de las rocas estudiadas.* a: Pliegues definidos por el bandeo litológico paralelo a la foliación. Se atribuyen a la segunda deformación (Castell de Nofre Arnau). b: Aspecto mesoscópico de las rocas cataclásticas de Caldetes. Los agregados angulosos de composición granítica destacan en una matriz afanítica. (Carretera del acceso N de la C. N. II a Caldetes). c, d, e: Variaciones microestructurales en los Gneises de Mataró. Las diferencias de tamaño de grano y composición son en parte heredadas de la roca sedimentaria primaria (Turó de Cerdanyola). f: Microestructura de una muestra de roca cataclástica de Caldetes. Nótese la imposición de zonas de circulación de fluidos (parte oscura) sobre una roca previamente cataclástica. (El esquema ha sido realizado a partir de una lámina delgada del afloramiento que se muestra en la fig. 2b). g: Detalle de la microestructura de un ocelo de los Gneises de Mataró. Puede apreciarse la estructura granular del mismo como resultado de una importante recrystalización de un ocelo previamente deformado (Gneis del Turó de Cerdanyola). Q: Cuarzo; M: Moscovita; B: Biotita, F I: Feldespato relicto; F II: Feldespato neoformado.

Las condiciones de afloramiento anteriormente descritas indican una clara relación entre el granito y la roca en cuestión. La naturaleza de la microestructura sugiere que la transformación estructural obedece, en lo fundamental, a un proceso de deformación ligado a una intensa fragmentación de la roca original. La presencia de canales de oxidación señalan la circulación de fluidos a través de la roca previamente deformada.

Resulta harto difícil establecer las condiciones bajo las cuales debió de producirse la fragmentación que dio lugar a esta roca. Dejando aparte la posibilidad de las sucesivas circulaciones de carácter más o menos hidrotermal, resulta evidente que la cataclasis inicial estuvo ligada a una intensa retrogradación de la roca y a una recristalización de la matriz, que es la causa de la fuerte coherencia de la roca. La naturaleza coherente sugiere una deformación a cierta profundidad, puesto que de haberse producido en condiciones someras habría dado lugar a una brecha o microbrecha. Sin embargo, la ausencia de deformación interna en la mayoría de los clastos indica una deformación por encima del nivel del comportamiento plástico del granito.

De la comparación de estas rocas con otras similares de otras localidades es difícil sacar conclusiones acerca de su posible origen, puesto que rocas de caracteres muy parecidos han sido interpretadas de modo diverso.

Mientras que en general se admite la rotura frágil para explicar la formación de los clastos, no existe una interpretación única sobre los procesos geológicos a los que puede estar ligada esta rotura. De tratarse de cataclasitas s. str. (HIGGINS, 1971; SPRY, 1974) la deformación se llevaría a cabo en condiciones totalmente sólidas y ligada a tectónica de fracturas. En el caso de las protocataclasitas del Batolito de Colville (EE. UU.) (A. C. WATERS y K. KRAUSKOPF, 1941), éstas han sido interpretadas como resultantes de la fracturación en las zonas marginales de los batolitos graníticos durante fases póstumas de su emplazamiento, estando presente todavía cierto líquido residual entre los cristales en crecimiento. Sin embargo, algunos petrólogos sugieren que la fracturación está más ligada a fenómenos de escape de volátiles en las fases tardías de consolidación de un magma que a un proceso meramente tectónico. Esta hipótesis ha sido postulada por R. N. THOMPSON (1965) para ciertas rocas de Marasco (isla de Skye, Escocia), cuyas microestructuras son extraordinariamente parecidas a las de las rocas de Caldetes.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que estos posibles orígenes no tienen por qué hallarse totalmente desconexos, ya que por una parte la tectónica de fractura no está ausente en las fases póstumas del emplazamiento de granitos y, por otra, la desgasificación

puede estar ligada a zonas de fractura generadas en los movimientos póstumos del granito.

De las observaciones realizadas, parece factible que las rocas cataclásticas de Caldetes, hayan podido originarse en relación con movimientos tardíos en el batolito granítico, cuando la temperatura no había descendido totalmente. La facies cataclástica sugiere una deformación frágil en un nivel estructural relativamente elevado. La posición de las bandas cataclásticas en relación con el granito indica que las deformaciones causantes de estas rocas ocurrieron en el interior del batolito. Es posible la presencia de una importante actividad de fluidos durante la deformación, la cual explicaría las alteraciones deutéricas, así como la fuerte cristalización de la matriz afanítica. Sin embargo, resulta más difícil señalar si existió o no fracción granítica fundida durante la deformación. Si ésta existió, cristalizó totalmente, pues no se han hallado restos de vidrio en ninguna de las muestras estudiadas. La fuerte silicificación así como la abundante presencia de adularia y limonita pueden explicarse por sucesivas circulaciones hidrotermales más tardías. Todo lo expuesto induce a considerar las rocas cataclásticas de Caldetes como resultantes de una evolución compleja.

CONCLUSIONES

Como ha venido poniéndose de manifiesto a lo largo de todo el trabajo, tanto las características de afloramiento, como las estructurales y petrológicas evidencian la presencia de dos grupos de rocas de origen y evolución totalmente distintos:

- El origen de ambos tipos de rocas hay que buscarlo en materiales distintos. El de los gneises, en la serie sedimentaria prehercínica y el de las rocas cataclásticas en los granitos hercínicos posttectónicos.
- Por tanto, la edad de la génesis de los gneises de Mataró será la de la orogenia hercínica, es decir, postviseense, probablemente intrawestfaliense (J. M. FONTBOTÉ & M. JULIVERT, 1951). Por otra parte, la del sedimento premetamórfico es más difícil de precisar debido a las características de los afloramientos. Únicamente mediante la comparación con series más completas en regiones próximas se puede intentar establecer su edad aproximada. Materiales análogos se encuentran sólo en la parte más inferior de la serie cambro-ordovícica, tanto en los Pirineos Orientales (G. GUITARD, 1970; P. F. SANTANACH PRAT, 1974) como en la zona de Montseny-Guilleries (J. W. CH. VAN DER SIJF, 1951 y M. VILADEVALL, com. per.). De ello parece verosímil que los gneises de Mataró representen retazos de metasedimentos cámbricos.

Resulta más difícil establecer la edad de las formaciones cataclásticas de los alrededores de Caldetes por cuanto únicamente puede señalarse que su génesis es posterior a la de los granitos postectónicos. Sin embargo, las características petrológicas descritas sugieren que estas rocas, al menos en su fase inicial, se generaron bajo unas condiciones de presión y temperatura superiores a las compatibles con las del nivel estructural que estos granitos ocupaban durante la tectónica alpina. Probablemente pueden ser el resultado de movimientos internos en un batolito total o casi totalmente cristalizado durante las fases póstumas de su emplazamiento. Por tanto, parece verosímil atribuir una edad pretriásica y postwestfaliense a las cataclásticas de Caldetes. No se descarta, sin embargo, la posibilidad de que puedan haber proseguido ciertas transformaciones minerales (ligadas a procesos hidrotermales) dentro ya del ciclo alpino.

- Las diferencias del carácter metamórfico entre uno y otro grupo son también notables. Mientras los gneises de Mataró, prescindiendo de las transformaciones deutéricas locales tardías, son el resultado de un metamorfismo polifásico progresivo, las cataclásticas de Caldetes son de carácter retrógrado y únicamente pueden considerarse metamórficas si se incluye en este término a las transformaciones dinámicas a baja temperatura que dan lugar a rocas con cohesión primaria tal como hace H. W. HIGGINS (1971).
- Debido a la separación en el tiempo del origen de ambos grupos de rocas, su evolución tectónica es también distinta. Mientras los gneises de Mataró, por derivar de sedimentos prehercínicos, han sufrido todas las deformaciones y procesos ligados a la orogenia hercínica, las cataclásticas de Caldetes únicamente manifiestan caracteres debidos a las deformaciones póstumas.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a R. H. SIBSON y R. N. THOMPSON del Imperial College de Londres por sus sugerencias en la interpretación genética de las rocas cataclásticas de Caldetes y comparación de las mismas con rocas análogas estudiadas por ellos.

Recibido para su publicación: enero 1975.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMERA, J.: Mapa Geológico y Topográfico de la provincia de Barcelona, Región Cuarta o del río Tordera; escala 1 : 40.000, Barcelona, 1913.
- ALMERA, J.: Mapa Geológico y Topográfico de la provincia de Barcelona, Región Quinta o del Montseny, Vallés Litoral, esc. 1 : 40.000, Barcelona, 1914.
- ALMERA, J.: Algo sobre las rocas eruptivas del NE de Barcelona. *Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona* (3.ª ép.), XI, (25), 415-452, Barcelona, 1915.
- FAURA Y SANS, M.: Das Alter der Granitgesteine Kataloniens. *Zeitsch. Deutsch. Geol. Ges.*, 75 (1-4), 38-44, Berlín, 1923.
- FONTBOTÉ, J. M. y JULIVERT, M.: Algunas precisiones sobre la cronología de los movimientos hercínianos en Cataluña. *XIX Congr. Geol. Intern.* (1952), sect. XV, 3 part., 575-591, Alger, 1954.
- GUITARD, G.: Le Métamorphisme hercynien mésozonal et les gneiss ocellés du massif du Canigou (Pyrénées Orientales). *Mém. B. R. G. M.*, n.º 63, 316 pp., Orléans, 1970.
- HIGGINS, M. W.: Cataclastic Rocks. *Geological Survey Prof. Paper*, 687, 97 pp., Washington, 1971.
- I. G. M. E.: Mapa Geol. España 1 : 50.000; Explicación de la hoja n.º 394, Calella, 32 pp., Madrid, 1941.
- I. G. M. E.: Mapa Geol. España 1 : 50.000; Explicación de la hoja n.º 393, Mataró, 124 pp., Madrid, 1946.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: Estudio petrográfico sobre algunas rocas de San Andrés de Llavaneras (Barcelona). *Arxius Institut Ciències*, any V (6), 286-307, Barcelona, 1917.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: Estudio petrográfico sobre algunas rocas de Caldetes (Barcelona). *Arxius Institut Ciències*, any VI (II-V), 35-62, Barcelona, 1918.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: Resumen geológico-geognóstico de la Sierra de Levante de la provincia de Barcelona. *Mem. R. Soc. Española Hist. Nat.*, XV (1929), 445-455, Madrid, 1929.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: Catálogo de las rocas metamórficas de la provincia de Barcelona que forman parte de la colección de rocas del Museo de Geología de Barcelona. *Publ. Inst. Geol. Top. Dip. prov. Barcelona*, 40 pp., Barcelona, 1930.
- SANTANACH PRAT, P. F.: Estudi tectònic del Paleozoic inferior del Pirineu entre la Cerdanya i el riu Ter, 133 pp., Publ. Fund. Salvador Vives Casajuana, Barcelona, 1974.
- SIJF, J. W. CH. M. VAN DER: Petrography and Geology of Montseny-Guilleries (NE Spain). Tesis doctoral, 99 pp., Vitjeverij "Excelsior" 'S, Gravenhage, 1951.
- SPRY, A.: *Metamorphic Textures*, 350 pp., Pergamon Press, Oxford, etc., 1969 (2.ª ed. 1974).
- THOMPSON, R. N.: *The Geology and Petrology of the Marasco area Skye*. Tesis inédita, University of Oxford, 1965.
- WATERS, A. C. y KRAUSKOPF, K. B.: Protoclastic border of the Colville batholith. *Geol. Soc. America Bull.*, 52 (9), 1.355-1.418, Nueva York, 1941.