

Las diferenciaciones aplíticas cupuliformes en la tonalita de Zarza la Mayor-Ceclavín (Cáceres) y su interpretación petrogenética

por L. G. CORRETEGÉ CASTAÑÓN *

SUMMARY

This paper deals with the differentiation phenomenon observed in the Zarza La Mayor-Ceclavín pluton (West Spain). From a petrographical point of view the varieties range from aplite-granite types to quartzodioritic (tonalite) one. This study leads to the conclusion that the granites aplite character were probably formed by local accumulation in the top of igneous body of volatile components and condensed phases highly rich in H₂O.

RESUMEN

Este artículo se refiere al fenómeno de diferenciación observado en el plutón de Zarza La Mayor-Ceclavín (Provincia de Cáceres). Desde el punto de vista petrográfico, las variedades de rocas graníticas encontradas van desde los tipos aplíticos a las cuarzodioritas (tonalitas). Se saca la conclusión de que los granitos con carácter aplítico se han formado, probablemente, por acumulación local en el techo del plutón de componentes volátiles y fases condensadas muy ricas en H₂O.

El plutón de Zarza la Mayor-Ceclavín se encuentra situado en la parte noroccidental de la provincia de Cáceres, penetrando escasamente dos kilómetros en territorio portugués. Geológicamente está separado por una estrecha banda de pizarras del gran batolito granítico que desde la ciudad de Cáceres va adquiriendo un enorme desarrollo hacia el occidente, para desaparecer en Portugal en las cercanías de Segura.

Se trata de una formación bastante compleja, ya que en una superficie relativamente reducida se nos presentan tres tipos distintos de rocas intrusivas y un gran número de diques de diabasa y de cuarzo. Estos últimos tienen con mucha frecuencia mineralización de fosforita, por lo que fueron objeto de explotación hace algunos años.

Hasta la actualidad ningún geólogo se ha ocupa-

do del estudio de estas facies petrográficas y de la relación que existe entre ellas. EGOZCUE y MALLADA (1876) estudiaron con detalle los diques de fosforita y cuarzo, pero sin ocuparse demasiado de las rocas encajantes. DECIO THADEU (1951) hace un breve estudio del granito de Salvaterra do Extremo, localidad situada en la parte occidental del plutón Zarza la Mayor-Ceclavín. Se trata de la variedad de granito de grano grueso que no es objeto de este trabajo.

La evolución geológica del plutón de Zarza la Mayor-Ceclavín es bastante compleja; en ella se han podido distinguir varios momentos de emplazamientos de masas graníticas, fases de tectonización y de intrusión de diques y de filones. El conjunto de estos fenómenos y el estudio de estas formaciones petrográficas serán objeto de un trabajo más extenso. Aquí solamente se pretende buscar una explicación a la presencia de los granitos aplíticos en disposición cupuliforme sobre una masa muy uniforme de cuarzodioritas biotíticas que denominaremos "tonalita de Zarza la Mayor", separados entre sí sin términos intermedios.

En el campo se puede distinguir bien el granito aplítico de la tonalita, ya que la última tiene una estructura en bolas típica y el primero una disyunción paralelepípedica grosera muy diferente a la anterior, pero quizás el rasgo morfológico más interesante de estas rocas es que el granito aplítico siempre se encuentra formando pequeñas colinas con una estructura cupuliforme acentuada por las diaclasas horizontales de techo (diaclasas H de Closs).

Topográficamente estos granitos aplíticos se encuentran siempre en alturas superiores a los 300 metros y como están situados subhorizontalmente sobre la tonalita, sus contornos son muy sinuosos debido a la erosión, que ha respetado retazos irregulares, según se puede ver en el mapa que se incluye en el trabajo (fig. 1).

Otro de los hechos que conviene resaltar es que los granitos aplíticos no constituyen una formación de borde sino de techo o cúpula. Faltan tales granitos

* Departamento de Petrología de la Universidad de Oviedo.

en los contactos de la tonalita con los esquistos del complejo esquistoso grauwáckico o con los granitos moscovíticos de grano grueso.

PETROGRAFÍA

La tonalita de Zarza la Mayor es bastante uniforme en cuanto a composición mineralógica y tamaño de grano; solamente hemos encontrado un pequeño manchón de grano grueso, los demás afloramientos son de grano medio. La textura es hipidiomórfica granular y está constituida por plagioclasas, cuarzo, y biotita. Como accesorios destacan la presencia de moscovita y feldespato potásico, en cantidades muy reducidas, junto con esfena (en algunas preparaciones), rutilo, circón, apatito, ilmenita, pennina y clinzoisita. La turmalina suele presentarse en muchas preparaciones y a veces está sustituida por un pseudomorfo de cloritas. En algunas rocas hemos apreciado la presencia de monacita en cantidades muy pequeñas.

La plagioclasa es el mineral dominante, se presenta en cristales subhedrales y zonados con gran variedad de maclas: Manebach, Karlsbad, Albita-Ala, Baveno, Albita N., y un contenido en anortita que varía desde un 25 % An en las zonas periféricas a un 48 % en el núcleo; sin embargo, los valores más frecuentes oscilan entre un 30-32 % An. El tamaño varía bastante incluso dentro de una misma lámina delgada. Son frecuentes las preparaciones con dos tipos de plagioclasas, uno constituido por cristalitas menores de 0,5 mm formando una trama cristalina junto con el cuarzo y biotita, y otro de cristales mayores, frecuentemente zonados y que a veces incluyen cuarzo y biotita.

El cuarzo es muy abundante, por lo general se presenta en placas anhedrales de tamaño variable. Cuando la roca ha sufrido una tectonización fuerte aparece en pequeños cristalitas con unos bordes de sutura muy irregulares.

La biotita es el fémico dominante y con frecuencia está asociada a moscovita. Su pleocroísmo es intenso y su riqueza en inclusiones es extraordinaria, siendo las más abundantes circón, apatito y agujas orientadas de rutilo en una disposición sagenítica típica. Se altera con bastante facilidad a pennina o simplemente perdiendo algo de Fe (y Ti) para dar una variedad de la biotita menos pleocroica y cristales de ilmenita que se encuentran transformados en esfena.

El feldespato potásico es muy escaso, totalmente intersticial y, desde luego, el mineral más tardío dentro de la paragénesis. En algunas preparaciones es posterior incluso a la turmalina. Aunque gran parte del feldespato potásico presenta el enrejado típico de la microclina preferimos utilizar en este caso el nombre de feldespato potásico, ya que en algunos cristales

no se pueden efectuar determinaciones ópticas. Los valores medios dan $2V_x = 56^\circ$. Se han efectuado análisis modales en varias muestras, las variaciones no son muy grandes, por lo que hemos preferido dar un valor medio representativo:

Plagioclasa	48,1 %
Cuarzo	30,4 %
Biotita	14,0 %
Moscovita-sericita	3,1 %
Feldespato K	3,0 %
Otros	1,4 %

Como puede observarse en el análisis modal adjunto se trata de rocas fuertemente cuarcíferas, leucocráticas y holoplagioclásicas. Proyectadas en un triángulo Cuarzo-Feldespatos alcalinos-Plagioclasas, caen todas en el campo de las tonalitas (STREICKESSEN, 1967).

Granitos aplíticos: Macroscópicamente tienen el aspecto blanquecino o amarillento de las aplitas, son

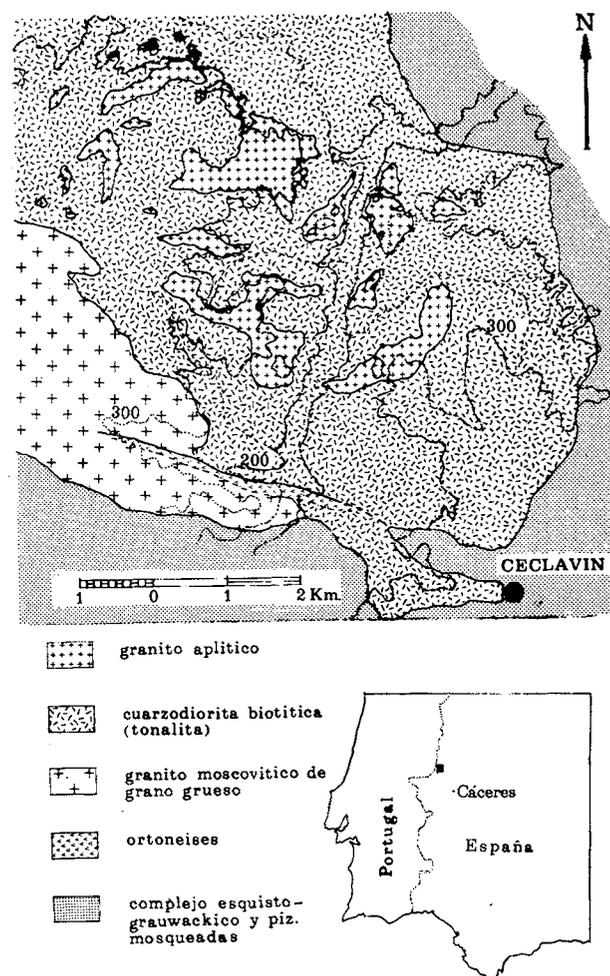


Fig. 1. - Esquema geológico de los alrededores de Ceclavín.

bastante deleznable y se alteran con facilidad. Algunas variedades tienen mucha biotita, pero por lo general la moscovita es la mica dominante; la turmalina es uno de los félicos más importantes y constante en todas las preparaciones.

Al microscopio la textura es hipidiomórfica o alotrimórfica granular, aunque el carácter hipidiomorfo es mucho menos marcado que en las tonalitas antes consideradas. Están formados por cuarzo, plagioclasas, feldespato potásico (ortosa y microclina), moscovita y turmalina, estando esta última, aunque en pe-

queña proporción, siempre presente. Como accesorios contienen biotita, rutilo, esfena, pennina, circón, zoisita-clinozoisita.

Las plagioclasas zonadas faltan totalmente en estas rocas, al contrario de lo que sucedía en las tonalitas. El tipo más frecuente de macla es Albita-Ala. No hay variaciones grandes en su basicidad que suele oscilar entre 33 y 36 % de An. Es interesante destacar el hecho de que muchos cristales de plagioclasa han sufrido un proceso de resorción por cuarzo de tal forma que algunos de los cristales presentan inclusiones y penetraciones muy acentuadas.

El cuarzo es un mineral muy interesante en estas preparaciones; por lo general se presenta en placas anhedrales pero en conjunto pueden distinguirse tres tipos:

- a) Cuarzo anhedral o subhedral, con gran cantidad de inclusiones aciculares (¿rutilo?) orientadas según la simetría hexagonal del cuarzo.
- b) Cuarzo anhedral que forma placas grandes con bordes indentados e inclusiones.
- c) Cuarzo anhedral pegmatítico-mirmequítico (droplets): es un cuarzo póstumo con formas vermiculares o de gotitas que se encuentra reemplazando a otros minerales (plagioclasas, biotita, etc.).

La moscovita se encuentra asociada a la biotita de la que parece proceder; sin embargo, no se ha encontrado una prueba muy clara de esta transformación, ya que con mayor frecuencia vemos cómo la biotita pasa directamente a clorita.

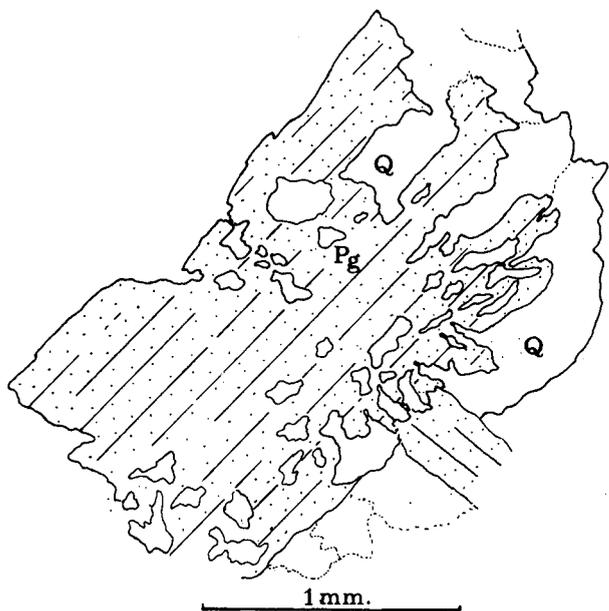
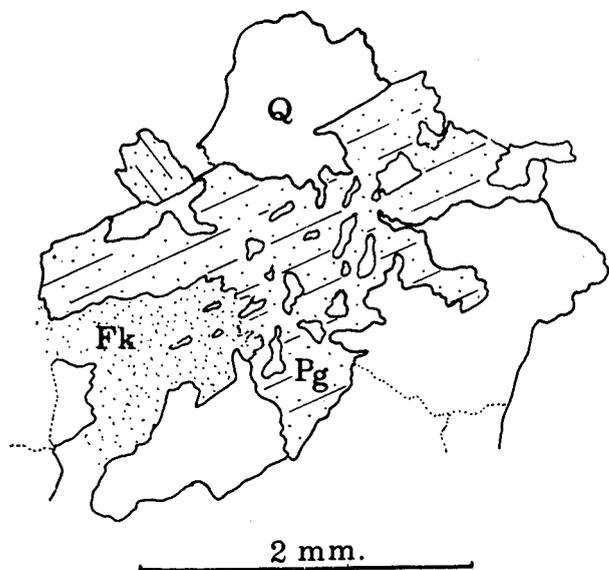
El feldespato potásico es de dos tipos, siempre presentes en todas las preparaciones y con una importancia cuantitativa mucho mayor que en las tonalitas. El feldespato K maclado y con enrejado típico es microclina con un $2V_x$ que oscila entre 78° y 88° ; el feldespato K sin maclas es casi siempre peritítico y el ángulo de los ejes ópticos es algo menor, entre los 62° y 70° . Tanto uno como otro son minerales póstumos que han crecido en los intersticios o bien como cristales definidos englobando a los demás elementos de la roca. Son frecuentes los feldespatos K mirmequíticos.

Con una media realizada sobre varios análisis modales hemos obtenido:

Plagioclasa	38,1 %
Cuarzo	31,1 %
Feldespato K	20,7 %
Moscovita	7,4 %
Turmalina	1,4 %
Biotita y otros	1,3 %

media que corresponde a un granito moscovítico.

Relaciones tonalita-granito aplítico: En las observaciones detalladas de campo se pueden distinguir tres fenómenos notables: 1.º) La disposición cupuli-



Figs. 2 y 3.— Fenómenos de resorción de plagioclasas por cuarzo.

forme de los granitos aplíticos; 2.º) Total ausencia de este granito en los lados del stock, y 3.º) contacto bastante neto entre la tonalita y el granito aplítico. Este tercer hecho nos ha llamado la atención, puesto que en principio pensábamos que el carácter granítico de las rocas de techo se alcanzaría simplemente por una feldespatización más fuerte, es decir, que el granito fuese simplemente un granito alcalino cuya composición se alcanzase por aporte potásico. Proyectados todos los análisis modales de que disponemos en un triángulo Q-Feldes. K-Plagioclasa) se ve cómo de rocas de naturaleza tonalítica se pasa a las de naturaleza granítica sin que existan composiciones granodioríticas intermedias como cabría esperar.

¿A qué se debe esta diferenciación? Atendiendo a toda la serie de fenómenos observados: abundancia de turmalina, moscovita, feldespato K micropegmatítico, mirmequitización por corrosión de plagioclasas, etc., opinamos que los fenómenos de endometasomatosis han debido jugar un papel decisivo en la cristalización final de la tonalita de Zarza la Mayor.

Es conocido el hecho de que los magmas graníticos conteniendo agua y otros volátiles tienden a concentrar, como regla general, a los silicatos alcalinos en la fase líquida durante la cristalización; esto daría como resultado la aparición paulatina de fases cada vez más próximas a la composición granítica. No puede negarse que este mecanismo ha debido jugar un cierto papel en la diferenciación tonalita-granito aplítico de Zarza la Mayor; sin embargo, creemos que son las fases gaseosas y las fases condensadas, muy ricas en H₂O en equilibrio con la masa fundida, las responsables, en gran parte, de esta diferenciación. TUTTLE & BOWEN (1958) indican que a 700-800° y a una presión de H₂O que oscila entre 1 y 3 kbar la fase vapor en un sistema granítico es más rica en sílice que el líquido y también algo más rica en ortoclasa que en albíta, siendo el Ca, Mg y P₂O₅ relativamente insolubles en esta fase vapor. ORVILLE (1959, 1960) ha señalado que puede existir cierta diferencia entre la relación molar de feldespatos alcalinos disueltos en una mezcla fundida y los feldespatos alcalinos disueltos en la fase vapor coexistente. No pensamos que la diferenciación en Zarza la Mayor sea un caso simple de "transferencia gaseosa", ya que nunca hemos olvidado la posibilidad de transporte de álcalis por una fase líquida rica en agua (KENNEDY, 1955). En efecto, para una fase vapor y para una fase condensada tenemos, respectivamente, los siguientes potenciales químicos:

$$\mu_1 = \mu_1^0 + RT \ln PN_{f1}$$

$$\mu_1 = \mu_1^0 + RT \ln N_{f1}$$

Como el agua y el vapor se difunden de tal forma que el potencial químico sea el mismo en toda la

cámara magmática es perfectamente explicable que, gracias a este mecanismo, la fase fluida y gaseosa netamente separadas de las fases ortomagmáticas tiendan a concentrarse en las zonas de menores presiones y temperaturas. En nuestro caso la difusión se localiza únicamente en el techo o bóveda de la tonalita por ser la zona que mejor satisface dichas condiciones.

La estructura zonal de los plutones ha sido confirmada en muchos casos. En las proximidades del contacto suelen presentarse rocas relativamente ricas en minerales melanocráticos y en plagioclasas, tales como dioritas, tonalitas, monzonitas, etc. La granodiorita y granito hacen su aparición hacia el centro y muchas veces el núcleo está compuesto de variedades aplíticas. Sin pretender analizar este hecho podemos indicar que la literatura geológica abunda en tales ejemplos o muy similares. Es típico el plutón de Biella, en Italia (FIORENTINI, 1959) que tiene un borde externo monzonítico, capas intermedias porfiríticas y sieníticas y un núcleo de granito aplítico de grano fino. El macizo granítico de Huelgoat (CONQUERE, 1966) es otro ejemplo parecido; se trata de un plutón zonado asimétrico en el que los granitos

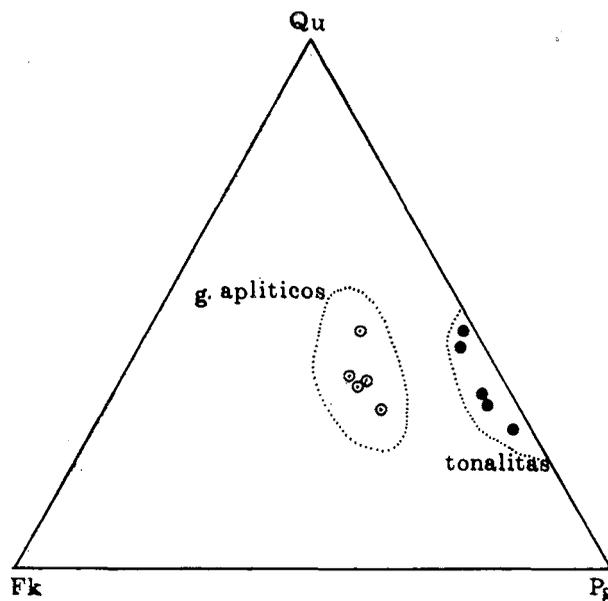


FIG. 4. — Diagrama triangular cuarzo-feldespatos alcalinos-plagioclasas. Proyección de diez análisis modales.

aplíticos se encuentran en el núcleo del plutón. Todos estos casos, que pueden denominarse plutones centrípetos en virtud de su carácter más ácido hacia el núcleo, son posiblemente de génesis compleja y quizá las zonas correspondan a momentos distintos de intrusión. Los plutones centrífugos, es decir, aquellos que presentan la diferenciación ácida hacia el borde, son ampliamente conocidos en la literatura geológica;

sin embargo, las citas de granitos cupuliformes con bóveda aplítica no suelen abundar. El batolito de Oulmes (H. TERMIER, B. OWODENKO y J. ARGAND, 1959) está flanqueado en su superficie superior o en su periferia por bandas o cúpulas de granito moscovítico o aplítico y, aunque la geometría de estas capas es mucho más complicada, presenta problemas genéticos parecidos al plutón de Zarza la Mayor estudiado por nosotros.

CONCLUSIONES

1.^a La tonalita de Zarza la Mayor presenta una estructura zonal producida por dos tipos de rocas: la propia tonalita y los granitos aplíticos.

2.^a Estos últimos tienen disposición cupuliforme, y no aparecen en los bordes de la tonalita, por lo que hay que admitir, teniendo en cuenta que no existe tectonización importante en los contactos, que se trata de una diferenciación de techo o cúpula.

3.^a Creemos que las fases vapor y condensadas muy ricas en H₂O, claramente separadas de las fases ortomagmáticas, han sido las principales responsables de esta diferenciación.

BIBLIOGRAFÍA

- CONQUÉRÉ, F.: Thèse 3^e cycl., París (1966).
- EGOZCUE, D. J., y MALLADA, D. L.: Memoria Geológico Minera de la provincia de Cáceres; Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España (1876).
- FIorentini-POTENZA, M.: Distribuzione delle principali facies petrografiche e della radioattività nel plutone sienítico di Biella (Valle del Cervò); *Rend. Soc. Mineral. Ital.*, 15 (1959).
- KENNEDY, G. C.: Some aspects of the role of water in rock melts; *Geol. Soc. America* (Special paper), 62 (1955).
- ORVILLE, P. M.: Ion exchange reaction between synthetic alkali feldspars and alkali chloride solutions; *Bull. Geol. Soc. Am.*, 70 (1959).
- ORVILLE, P. M.: Alkali feldspar-alkali chloride hydrothermal ion exchange; *Ann. Rept. Geophys. Lab.* (1959-1960).
- STRECKEISEN, Albert L.: Classification and nomenclature of igneous rocks; *N. Jb. Miner. Abh.* 107, Stuttgart (1967).
- TERMIER, H.; OWODENKO, B., et ARGAND, J.: Les gites d'étain de la région d'Oulmès. Service Geol. du Maroc. Notes et Mémoires, n.º 82 (1950).
- THADEU, D.: Geologia e jazigos de chumbo e zinco da Beira baixa; *Bol. Soc. Geol. de Portugal*, Vol. IV, Fasc. I-II (1951).
- TUTTLE, O. F., and BOWEN, N. L.: Origin of granite in the light of experimental studies in the system Na Al Si₃O₈—K Al Si₃O₈—SiO₂+H₂O; *Geol. Soc. Am.*; Mem., 74 (1958).