

SOBRE LA GENESIS DE LOS PORFIDOS GRANITICOS:  
UNA NUEVA INTERPRETACION PETROGENETICA

Uno de los mas importantes problemas en la controversia sobre el granito, lo constituye indudablemente, la interpretación genética del cortejo filoniano ácido en el granito y mas concretamente los diques de pórfido granítico.

Hoy en dia puede decirse que practicamente la teoría de la granitización, se acepta por todos los petrólogos con algunas diferencias en la interpretación del mecanismo del proceso.

Pero todavía restan algunas cuestiones para las cuales los transformistas no han encontrado una explicación convincente y entre ellos se encuentra la génesis de los llamados pórfidos graníticos.

La observación de contactos netos y bordes paralelos ha constituido una de las pruebas más utilizadas en favor del origen igneo del granito, apesar de los muchos ejemplos que se conocen de rocas « no igneas », tal como rocas elásticas y cataclásticas, calizas cristalinas y venas y diques miloníticos y de reemplazamiento, las cuales presentan aspecto intrusivo.

Verdaderamente la primera impresión que se obtiene al observar los diques de pórfidos graníticos que atraviesan los granitos plutónicos es la de que estamos ante típicos ejemplos de inyección, pero estudiando cuidadosamente estos diques podemos darnos cuenta que existen muchas observaciones de campo, así como características mineralógicas y estructurales que no estan de acuerdo con la clásica explicación magmática.

De acuerdo con los conocimientos que la moderna Geología nos proporciona, hemos de partir del supuesto de que la corteza terrestre es sólida por lo menos hasta los 700 Km de profundidad e intentar adecuar nuestras interpretaciones petrogenéticas a esta realidad geológica.

---

(1) Profesor de Petrología de la Universidad de Barcelona.

Hoy en día es bien conocida la importancia de las acciones dinámicas y su influencia sobre las reacciones químicas y los procesos de recristalización, importancia que fué ya destacada por Harker en su gran libro «*Metamorphism*» (19).

Y en estos últimos años muchos petrólogos han aportado nuevos datos y observaciones que no dejan lugar a dudas sobre la importancia de la acción dinámica en la génesis y evolución de las rocas plutónicas. (4) (23) (24) (30) (33) (36) (37) (41) (42) (46).

Por otra parte, el extraordinario avance conseguido en el conocimiento del medio sólido, nos permite hoy, utilizar el concepto de «*crystal dinámico*», lo que abre nuevos y amplios horizontes a la especulación petrológica (1).

Así, puesto que las rocas no son sino asociaciones de cristales, se comprende perfectamente ahora, la posibilidad de producirse importantes transformaciones mineralógicas y estructurales en ellas, sin necesidad de la ayuda de hipotéticas soluciones magmáticas.

Las deformaciones producidas por la tectónica de plegamiento y fractura, presiones orientadas, (*shearing stress*), y milonitización, confieren a las rocas una estructura cataclástica especialmente favorable a los fenómenos de recristalización.

La estructura cataclástica aumenta considerablemente las superficies de difusión, a consecuencia de las dislocaciones y perturbaciones en general, que se producen en las redes cristalinas de los silicatos.

Por otra parte el proceso industrial de la «*sinterización*», nos ha proporcionado valiosísimas experiencias y datos sobre un tipo de proceso de recristalización que coincide plenamente con los procesos de milonitización y subsecuente recristalización que se realizan a gran escala en la dinámica de la corteza terrestre (20).

Las rocas graníticas se ven afectadas en el transcurso de los tiempos geológicos por estos procesos, representando pues su estructura, no el resultado de una simple cristalización magmática sino el producto de un lento y complejo proceso en el cual se suceden y se superponen una serie de transformaciones mineralógicas y estructurales provocadas principalmente por las acciones tectónicas, a niveles energéticos adecuados (10) (17) (24) (27) (36) (41) (42) (43) (46).

En este sentido los granitos, deben considerarse como rocas polimetamórficas, por cuanto sus primitivas estructuras han sido obliteradas y sustituidas por la acción petrogenética de ciclos tectónicos sucesivos.

Indicadas muy brevemente estas ideas básicas vamos a exponer una serie de observaciones de campo y microscopio, que nos van a permitir, aplicando el principio de los estados intermediarios, llegar a conclusiones completamente distintas de las clásicas, sobre la génesis de los pórfidos graníticos.

### *Fenómenos de fricción en el granito*

En primer lugar vamos a exponer los transformaciones que el granito experimenta bajo los efectos de una intensa y rápida acción tectónica.

El proceso de trituración de una roca como resultado de la acción de presiones orientadas, se denomina cataclasis y aquellas rocas que han sufrido los efectos de una intensa cataclasis, con fina trituración de sus minerales constituyentes se definen como milonitas.

Muy frecuentemente rocas miloníticas se presentan en forma de diques en el granito, presentando contactos netos y paredes paralelas e incluso estructuras fluidales a consecuencia del comportamiento plástico de la masa finamente granulada (Fot. 8).

Pero en muchos otros casos dichas milonitas no presentan estructural evidencia de deformaciones y vistas solamente al microscopio podrían clasificarse como cornubianitas, por su estructura finamente granuda (41).

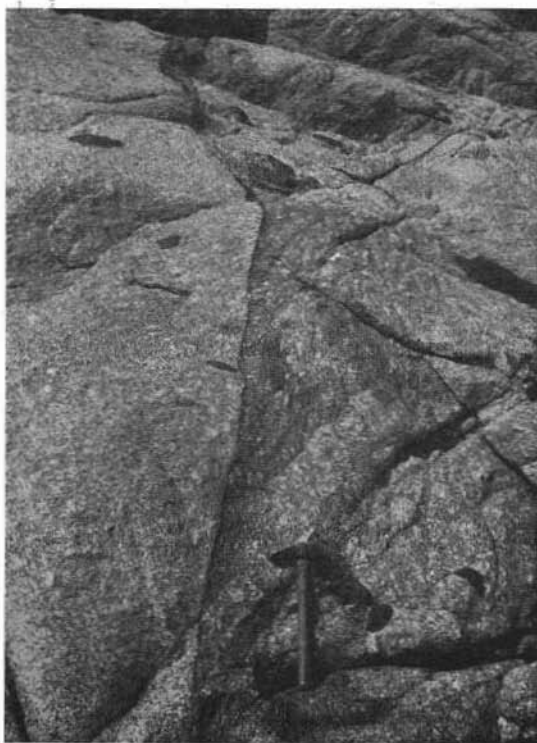
James Shand (1916), Waters y Campbell (1935), Johanne Hodal (1945), Jinhwa Hsu (1955), Sutton y Watson (1959) y otros varios autores han estudiado esta clase de rocas y han dado muy buenos ejemplos de milonitas con estas típicas características, así como con procesos de recristalización sincinemática con el consiguiente desarrollo porfiroblástico de minerales sobre una pasta afanítica, constituida por una extremadamente fina granulación.

Estas milonitas están siempre relacionadas con zonas de trituración y deslizamientos tectónicos.

### *Ultra-Milonitas negras de la Costa Brava*

En los acantilados graníticos de S'Agaró en la Costa Brava Catalana es posible observar, con toda limpieza, magníficos ejemplos de cataclasis que dan lugar a granitos rojizos, monzonitas, milonitas y ultramilonitas, correspondientes a diferentes grados de cataclasis.

Bajo la acción de deformaciones y deslizamientos tectónicos el granito sufre tan fuertes trituraciones que llega a transformarse en un material afanítico, negro, verdoso ó rojizo, según los casos, el cual forma venas discontinuas e irregulares y a veces verdaderos diques de poca potencia, en el granito.



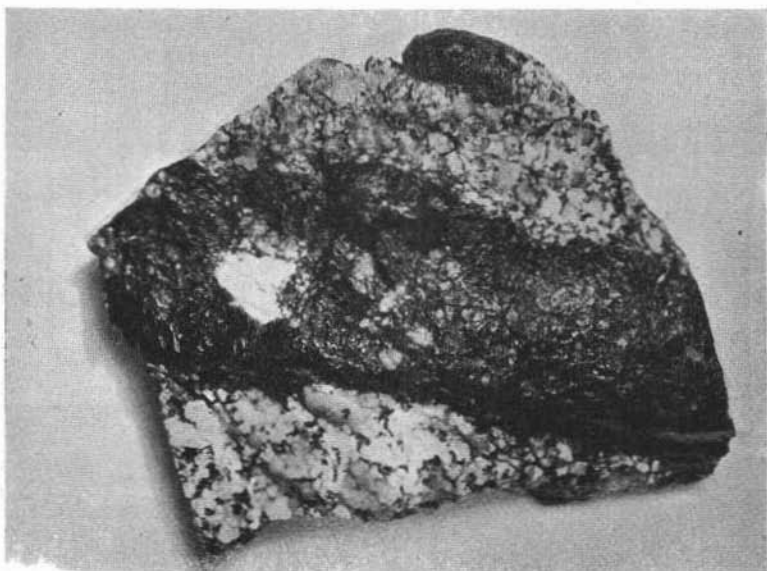
Fot. 1. — Zona de fricción tectónica con formación de contacto de aspecto intrusivo y milonita oscura en el granito porfiroblástico de S'Agaró (San Feliu de Guixols).

Muchos autores han interpretado esta clase de rocas como el producto de fusión por trituración bajo condiciones de alta temperatura provocada por la intensa fricción. Shand (1916), denominó a estas rocas pseudo-taquilitas.

Sin embargo el estudio al microscopio muestra que, en general estas pseudotaquilitas tienen un origen milonítico y un carácter cristalino. El estudio de las de aspecto más vítreo hecho por Willense (1936),

utilizando los rayos X y por Waters y Campbell por medios ópticos, demostró su caracter criptocrystalino, como resultado de procesos de extrema trituración, sin fusión alguna.

Estas milonitas oscuras aparecen en el granito gris porfiroblástico de la Costa Brava, en forma y potencia diversa, desde finas venillas, pasando por pequeños filones, hasta diques irregulares de unos dos



Fot. 2. — Vena de milonita oscura en el granito de S'Agaró (San Feliu de Guixols).

metros de potencia (Fot. 1, 2) con direcciones, buzamientos que coinciden con el estilo tectónico de la región.

En el interior de estos pseudo-diques pueden verse restos triturados del granito encajante (Fot. 3).

Estas venillas y pseudo-diques de milonitas negras, siguen siempre una dirección NO-SE y un buzamiento de alrededor de 40° al SO, en forma tal que sugiere claramente una superficie de deslizamiento tectónico con intensa fricción.

El estudio detenido de estas zonas de cataclasis, pasando de las venas finas a las mas gruesas y de estas a los pseudo-diques oscuros, nos lleva a la conclusión de que todos han sufrido el mismo proceso

genético, variando tan solo la escala de magnitud. Es decir se trata de milonitas y ultramilonitas más ó menos recrystalizadas.

Hay que destacar que milonitas de este tipo aparecen en formas lenticulares, que sugieren cizalladuras con fricción en el granito.



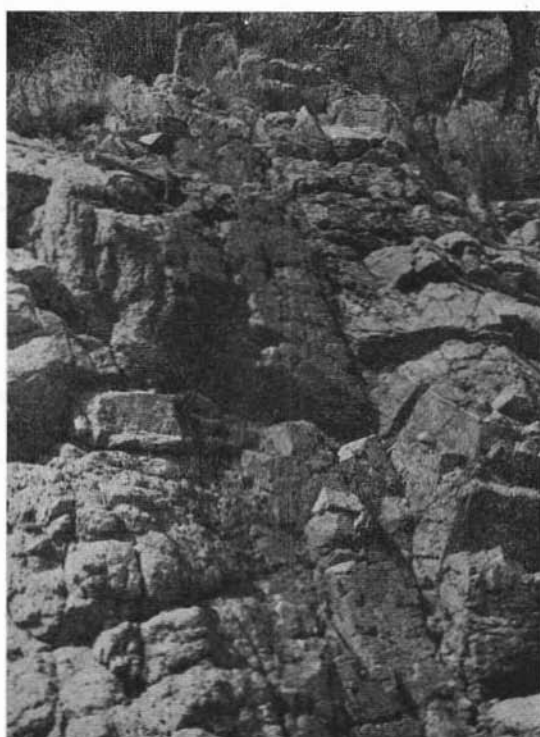
Fot. 3. — Residuos de granito fuertemente cataclástico en las ultramilonitas oscuras de S'Agaró (San Feliu de Guixols)

Al microscopio las venillas miloníticas oscuras aparecen constituidas por una serie de granos, clásticos de cuarzo y feldespato, a veces más ó menos alineados según la dirección del movimiento y con claras evidencias de cataclasis, tal como extinción ondulante en los cuarzos, flexiones y microfallas en los maclas de las plagioclasas, granulaciones marginales etc. (Fot. 5 y 6).

Estos granos clásticos aparecen incluidos en una matriz afanítica oscura, constituida por un agregado extraordinariamente fino de cuarzo, feldespato y biotita.

*Pórfidos graníticos*

Atravesando a estas milonitas oscuras casi normalmente se presentan unos diques de pórfido granítico de dirección casi E-O, buzando unos 85° al N. y de una potencia de 4 a 6 mts. Cronologicamente pues,



Fot. 4. — Contacto entre el granito encajante cataclástico (izquierda de la foto) y un pórfido granítico en los acantilados de S'Agaró. Obsérvese, en la zona de contacto, la formación de una zona oscura ultramilonítica, mientras que hacia el centro del dique (derecha de la foto), la roca adquiere un color más claro y el grano se hace más grueso.

estos diques son más modernos que los pseudo-diques de milonitas oscuras. Estudiando sus condiciones de yacimiento se comprueba que todos ellos presentan sus bordes constituidos por una roca oscura, afanítica, con una potencia variable según la magnitud del dique, 0,20 a 0,40 cms., por lo general (Fot. 4).

El color obscuro de la roca se va aclarando hacia el centro del dique que toma un color rosado ó rojizo, presentando en su contacto con el granito cataclástico encajante, contactos a veces netos, a veces irregulares.

En los contactos de muchas milonitas típicas es fácil comprobar también esta variación en color y en el tamaño del grano de los bordes hacia el centro, correspondiendo a cambios en el grado de trituración.



Fot. 5. — Venilla milonítica oscura en el granito de S'Agaró N (40x).

Es decir que cuanto más al borde, la fricción fué mayor contra la pared encajante y en cambio hacia el centro la fricción lógicamente fué menos intensa y por consiguiente el grado de trituración también menor, lo que concuerda con el aumento del tamaño del grano.

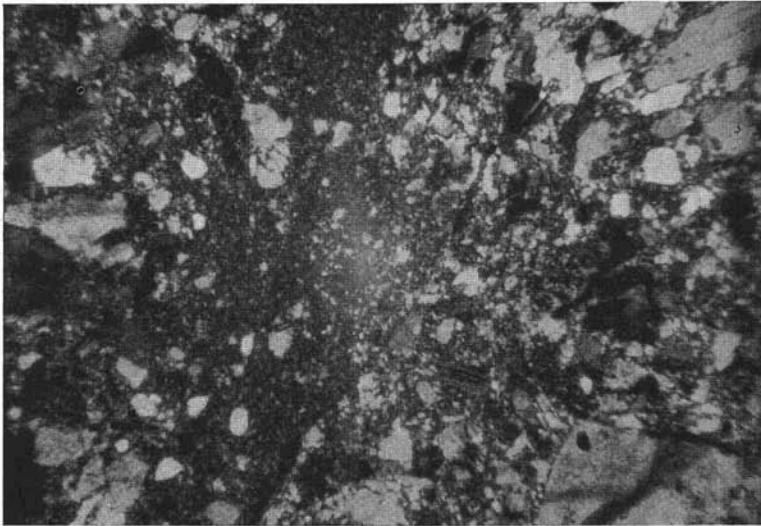
En todos los diques de pórfido granítico estudiados, la zona externa afanítica oscura, es decir el llamado « chilled border », es totalmente cristalino con granillos de aspecto clástico de cuarzo y feldspatos, visibles a simple vista, creciendo claramente el tamaño de sus granos hacia el interior del dique.

En el contacto con el granito no se advierte ninguna muestra de metamorfismo de contacto y si solamente el cambio de color del gra-



nito que se vuelve rojizo y el caracter cataclástico del mismo que se evidencia al microscopio por la fina granulación que se produce entre los granos mayores debido a los movimientos diferenciales de los mismos.

La semejanza entre estas rocas de borde de los pórfidos y las milonitas oscuras anteriormente mencionadas, es evidente lo que permite establecer una relación genética entre ellas, lo cual se confirma por el estudio al microscopio y por los análisis químicos.



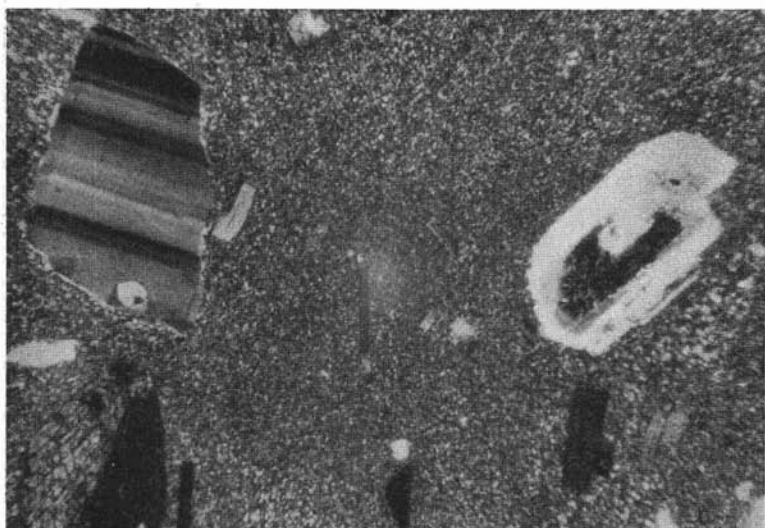
Fot. 6. — Venilla milonítica oscura de S'Agaró en la que puede apreciarse bien los distintos grados de cataclasis. N )40x).

En efecto, al microscopio estas rocas afaníticas oscuras del llamado por los ingleses «chilled border», presentan claras características miloníticas. La pasta está constituida por una extremadamente fina estructura granoblástica formada por granillos redondeados de cuarzo y feldespato, con laminillas de mica. El tamaño del grano no es uniforme lo que demuestra que el proceso milonítico no ha actuado con la misma intensidad por todas partes (Fot. 9). Así se observan a veces alineaciones o lentículos de cuarzo granoblástico o cuarzo-feldespático.

Lo mismo que en las milonitas típicas se observan aquí porfiroblastos de cuarzo, feldespato y hornblenda. Algunos fragmentos de

cuarzo presentan las típicas maclas de Boehm, producidos por el deslizamiento intracrystalino a consecuencia de la intensa deformación (Fot. 7).

Así pues parece claro que el «chilled border», invocado por Eskola (1952), como prueba de la inyección magmática de los diques de pórfido granítico, no es tal prueba, cuando menos en estos casos, ya que su caracter es típicamente milonítico y nunca vitrofídico.



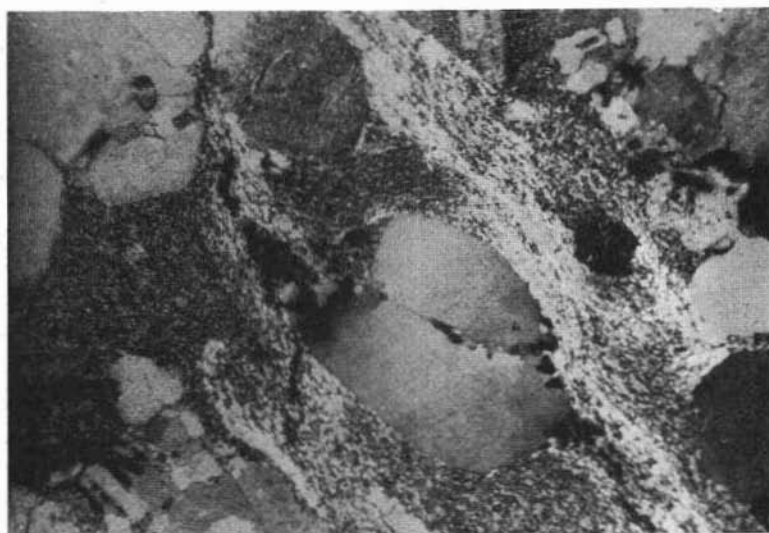
Fot. 7. — Milonita oscura correspondiente al borde de un pórfido granítico de S'Agaró. N (40x). Obsérvese el crecimiento porfiroblástico del cristal de feldespato (derecha de la foto) y el cristal lamelar de cuarzo (irquierda de la foto).

Hacia el centro del dique el color del pórfido cambia de negro a rojo o rosado y el tamaño del grano aumenta, transformándose gradualmente la pasta en un material microgranular de caracter granoblástico, sobre el que crecen porfiroblastos de cuarzo y feldespato, visibles a simple vista.

En los diques de pórfidos de la Sierra del Guadarrama el tamaño del grano hacia el centro del dique es tan grueso, en algunos casos, que la roca se presenta como un verdadero granito. San Miguel de la Cámara y García Figuerola han observado también este hecho en los

diques de pórfido granítico de la zona granítica de Navas del Marques (Madrid) (38).

Otra observación de gran significación petrogenética la constituye la forma lenticular alargada de los diques, que puede apreciarse bien en los acantilados limpios de vegetación, y el hecho observado por varios geólogos de que estos diques no continúen en profundidad.



Fot. — Milonita con estructura fluidal en el granito de Zarzajejo. (Madrid), producida por movimiento diferencial entre los granos más gruesos. Obsérvese la extinción ondulante del cuarzo y el carácter finamente microgranudo de la pasta. N (40x).

Así Marmo (25) al describir el granito D'Azegour dice, textualmente « Autour du granite se trouvent d'assez nombreux dykes, longs et minces, de porphyres quartziques qui paraissent tres etroitement liés au granite. Ils ne penetren jamais profondement dans le granite. Leurs structures varien de celles de rhyolites a celles de microgranites ».

Con relativa frecuencia pueden observarse a simple vista en todos los pórfidos graníticos y concretamente en estos de la Costa Brava, inclusiones oscuras redondeadas de variable ramaño que se corresponden exactamente con los enclaves de la misma composición que presenta el granito encajante, aunque este en mayor tamaño y abundancia.

También pueden observarse en ocasiones residuos de granito fuertemente cataclástico o bien inclusiones redondeadas de granito sin muestra de corrosión o asimilación magmática.

Todas estas observaciones apoyan sin duda la génesis fundamentalmente tectónica de los diques de pórfidos graníticos.

Al microscopio la pasta de estos pórfidos graníticos aparece constituida por cristales de apariencia clástica y granos redondeados equigranulares de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y láminas de biotita generalmente cloritizada (Fot. 9 y 10).

Como minerales accesorios son frecuentes la epidota y el granate.

El hecho de que en los granitos fuertemente tectonizados, en los « augen-neis » y en las milonitas graníticas se forme una pasta exactamente igual, tanto estructural como mineralógicamente denuncia la acción de un mismo proceso genético y refuerza la idea del origen milonítico-reomórfico de los pórfidos graníticos.

En este mismo orden de ideas Wegmann en su reciente trabajo sobre « La Flexure Axial de la Driva et quelques problèmes structuraux des Caledonides Scandinaves » (47) expresa también la posibilidad de formación de diques por la acción tectónica al decir: « Dans certaines régions le socle a subi un ultramétamorphisme suivant l'expression de Sederholm. Ailleurs, les anciennes mylonites et autres roches déformées ont été recristallisées et parfois mobilisées. Ces zones ont actuellement l'aspect de filons et le zones intrusives ».

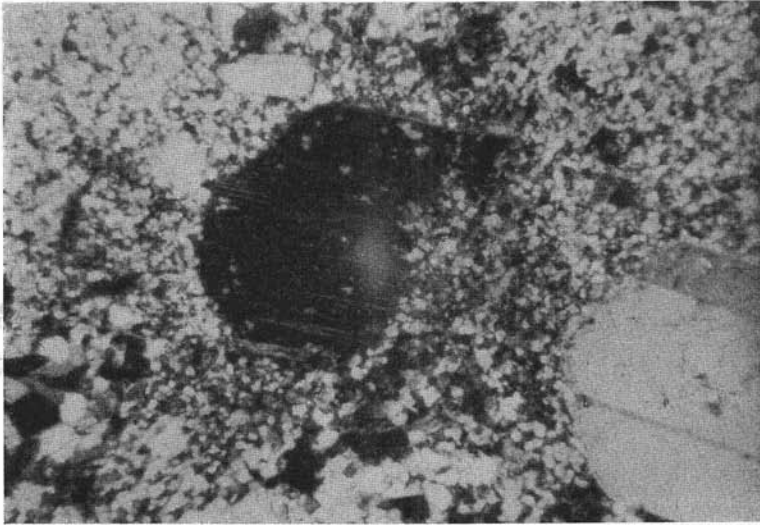
Asimismo Edelman al estudiar los granitos de la región de Gullkrona, al SO de Finlandia (10) se muestra categórico al escribir: « In some cases de tectonic movements have caused microscopic crushed zones in infracrustal rocks. These zones have an increased tendency to undergo chemical reactions owing to the fine grain-size. Microcline has often grown as porphyroblasts in these zones, transforming the rock to a « porphyritic granite ». Some larger crushing zones or mylonites have been transformed into granitic dikes of a kind.

Las ideas de Krank (24) son también muy expresivas a este respecto y destacan la importancia de los fenómenos tectónicos en la infraestructura como fuentes de energía dinámica y agentes petrogenéticos a los que no se puede dejar de lado cuando se trata de inquirir los problemas que el proceso de la granitización plantea.

Finalmente son dignas también de especial mención, en cuanto al problema de la petrogénesis de los pórfidos graníticos, las observaciones

que Bertolani (2) expone en su interesante trabajo sobre la formación básica de Ivrea-Verbanò en Italia.

En efecto, Bertolani describe detalladamente el paso gradual de los pórfidos cuarcíferos al granito, graduación que afecta a la estructura, a las propiedades ópticas del feldespato potásico y a la composición química, subrayando que existen zonas intermedias en las que a simple vista es difícil decidir si la roca es porfídica o granitoidea.



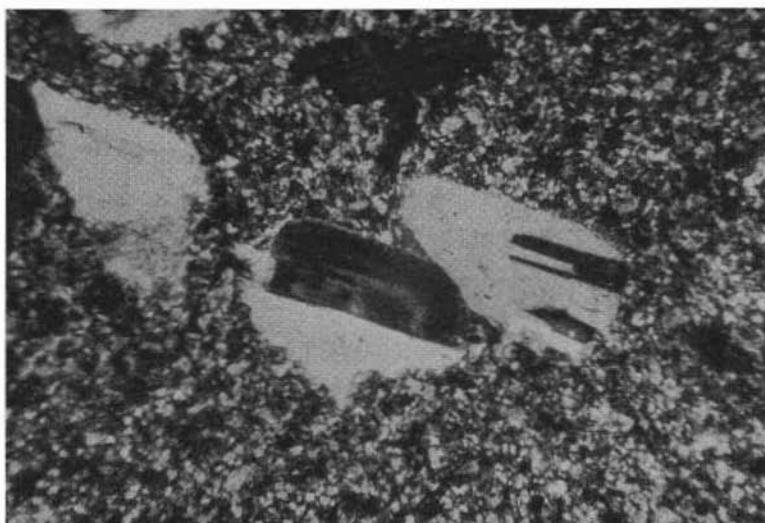
Fot. 9. — Pórfido granítico de S'Agaró con pasta microgranuda heterogénea y un cristal de plagioclasa creciendo porfiroblásticamente.

También hace resaltar que en ocasiones no se trata de verdaderos diques, sino de núcleos porfídicos, no continuos, en el granito, es decir de pseudo-diques.

En cuanto a los fenocristales afirma que presentan claras características de haberse originado por blastesis.

Las características de yacimiento que describe coinciden más con la idea de la existencia de un gran deslizamiento tectónico en el granito, con la consiguiente milonitización, que con la génesis magmática, que se enfrenta con graves dificultades para interpretar el hecho de la existencia simultánea de inclusiones graníticas en el pórfido y porfídicas en el granito.

Todo este conjunto de observaciones y otras muchas que se encuentran en la literatura sobre las rocas graníticas y sus diques de pórfido graníticos, creemos no dejan lugar a dudas sobre el papel de primer orden que las zonas de cataclasis y deslizamiento tectónico que se producen en la capa granítica juegan en la evolución de las rocas graníticas al favorecer los procesos de feldespatización y recrystalización, con la consiguiente formación de nuevos tipos de rocas.



Fot. 10. — Pórfido granítico de S'Agró con pasta microgranuda y desarrollo de porfiroblastos de feldespatos con crecimiento ambeoide. N (40x).

#### *Naturaleza porfiroblástica de los aparentes fenocristales.*

Abundantes porfiroblastos de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico pueden verse en distintas fases de crecimiento sobre esta fina pasta.

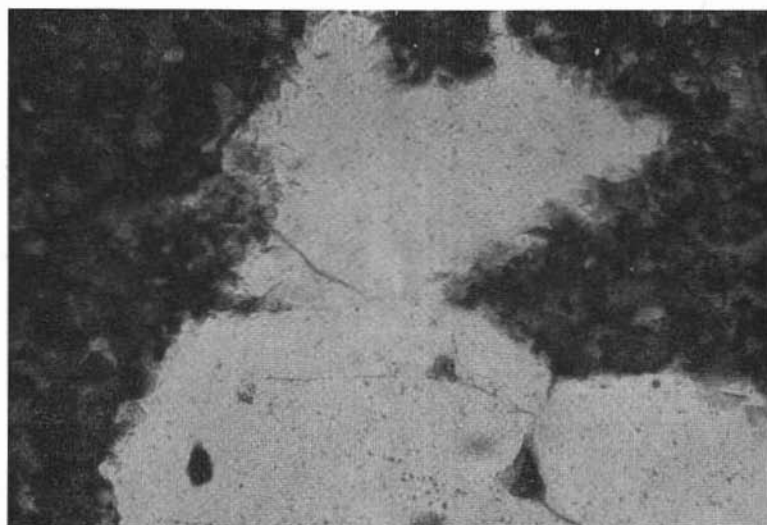
La plagioclasa es generalmente del tipo oligoclasa-andesina y frecuentemente zonar. Algunas de ellas presentan un núcleo de aspecto terroso, en el cual es posible reconocer la composición de la pasta porfídica, envuelta por una aureola de color más claro.

Incluidos en los feldespatos se observan con frecuencia granos redondeados de cuarzo, especialmente cerca de sus márgenes, presen-

tando, por otra parte, estos feldespatos bordes irregulares y ameboides (Fot. 9 y 10).

En el feldespato potásico, pueden observarse fragmentos residuales de plagioclasa; en la microclina se presentan también iguales residuos plagioclásicos.

El origen porfibrástico de los cristales de cuarzo, puede seguirse



Fot. 11. — Pórfido granítico de S'Agaró mostrando el desarrollo cristalo-loblástico del borde de un cristal de cuarzo. Obsérvese los residuos de biotita y feldespáticos en el interior del cuarzo.

partiendo de los granos de cuarzo de la pasta, los cuales desarrollan finas prolongaciones de forma ameboides.

Estructuras en mosaico de grano fino, constituidos por cuarzo recrystalizado, se presentan en forma subordinada.

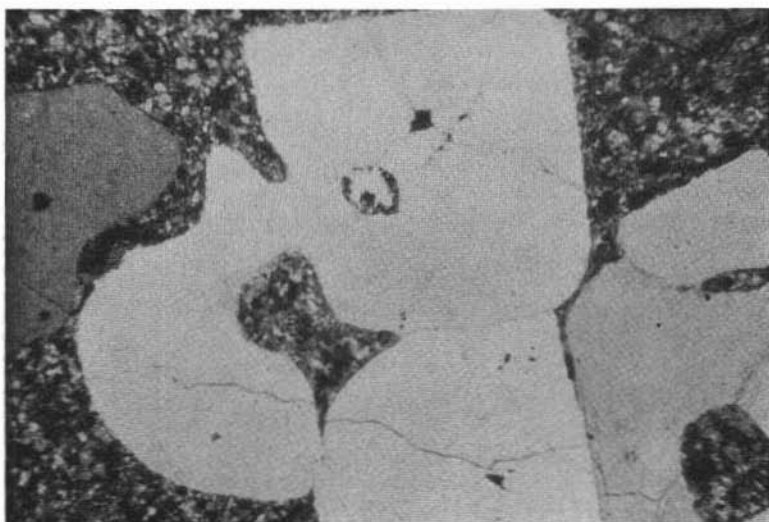
Los grandes cristales de cuarzo son también de naturaleza porfiroblástica apesar de que examinados superficialmente puedan parecer fenocristales típicos.

Con mediano aumento es posible observar como los bordes de cuarzo presentan claras superficies de crecimiento, con finas prolongaciones creciendo entre los granos de la pasta englobando y absorbiendo a estos (Fot. 11). Es frecuente también el observar cristales de cuarzo envueltos por una aureola de caracter granofídico.



El cuarzo de estos pórfidos, muestra todos los estadios de crecimiento porfiroblástico, empezando con pequeñas manchas cristaloblásticas en la pasta y acabando con formas bipiramidales bien desarrolladas.

Incluso los llamados «cuarzos de corrosión», los cuales generalmente han sido interpretados como el resultado de una corrosión magmática, muestran claras características de su desarrollo porfiroblástico.



Fot. 12. — Pórfido granítico de S'Agaró mostrando el desarrollo de los cristales llamados de «corrosión» con porciones de la pasta englobadas por el cristal en su crecimiento cristaloblástico.

Estos cristales presentan entrantes por los que la pasta parece introducirse en el cristal así como inclusiones redondeadas de esta pasta ó de cristales de biotita (Fot. 19).

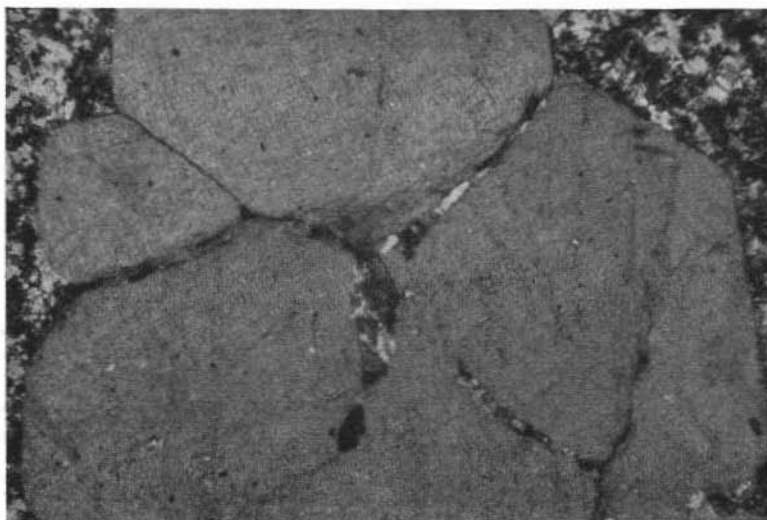
Facilmente puede comprobarse como estas inclusiones residuales, se han originado a consecuencia de la unión de varios granos de cuarzo los cuales creciendo cristaloblásticamente han acabado por soldarse entre sí, dejando aisladas partes de la pasta que posteriormente se ha ido reabsorbiendo hasta desaparecer (Fot. 13).

Así pues los entrantes de la pasta en los cristales, no están producidos por corrosión magmática, sino por el crecimiento diferencial de los cristales de cuarzo sobre la pasta sólida.



*Intercrecimientos micrográficos y granofíricos.*

En otras muestras de pórfidos que se encuentran hacia la parte central del dique, la pasta porfídica se caracteriza por el espectacular desarrollo de estructuras micrográficas y granofídicas, producidas por el intercrecimiento de cuarzo y feldespato en formas caprichosas y en cristales esqueléticos.



Fot. 13. — Pórfido granítico de S'Agaró con un gran cristal de cuarzo formado por el crecimiento y soldadura final de varios cristales.

Estas estructuras micrográficas, incluyen generalmente cristales de cuarzo ó feldespato, alrededor de los cuales el cuarzo se ramifica en asociaciones finamente digitadas plumosas ó en alineaciones paralelas (Fot. 14 y 15).

Numerosas descripciones de intercrecimientos micrográficos más o menos similares se encuentran en la literatura petrológica y ordinariamente han sido interpretadas como características de rocas formadas en contactos ígneos, durante los últimos estudios de la fase pegmatítica de la diferenciación magmática.

Varios petrólogos, sin embargo, han indicado ultimamente que tal tipo de estructuras micrográficas no constituyen necesariamente el resultado de la cristalización eutéctica de un magma.

Perrin y Roubault en su magnífico trabajo titulado « Le granite et les reactions a l'état solide » aluden ya al desarrollo de estructuras de este tipo por reacciones al estado sólido; Reynolds (1950) ha demostrado que los granofidos terciarios de Slieve Gullion, son el resultado del reemplazamiento de las granodioritas Caledonianas a través de un metasomatismo potásico.

El autor mostró también (1959) como los interrecimientos micro-



Fot. 14. — Estructuras de interrecimiento en un pórfido granítico de S'Agaró con desarrollo de un cristal de cuarzo sobre ellas.

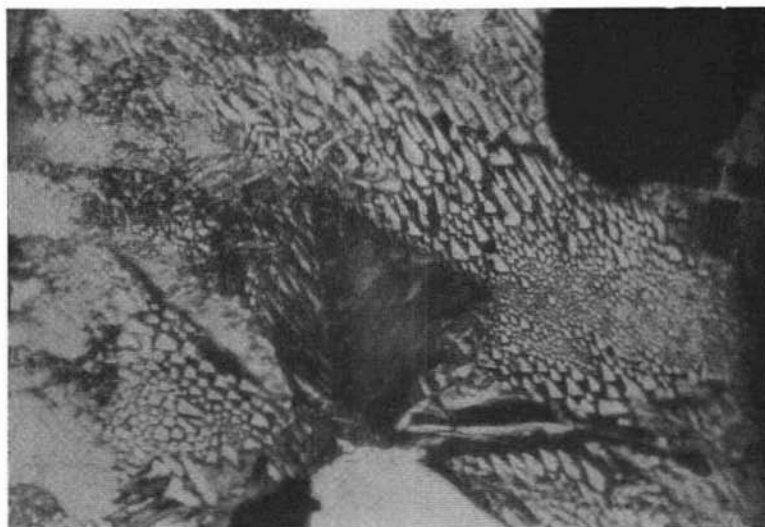
gráfico pegmatíticos, pueden producirse por fenómenos de reemplazamiento potásico en las plagioclasas, desencadenado por deformaciones tectónicas y producidos fundamentalmente al estado sólido.

Eskola en 1950, reconoció que los granitos potásicos y los granofidos, los cuales había clasificado anteriormente como granitos ideales, constituían en realidad reemplazamientos metasomáticos de variedades de granitos de quimismo más sódico.

A la luz del hecho experimental, que demuestra que los feldespatos se disuelven en vapor de agua, realizado en el Geophysical Laboratory de Washington, por Morey y Hesselgesser (1951), Eskola, sugiere que el metasomatismo potásico se produce por la reacción entre las soluciones acuosas y las rocas cristalinas.

Eskola considera las soluciones acuosas, sin embargo, como de origen pneumatolítico residual, despues de la cristalización de un magma de quimismo más sódico.

Pero posteriormente, tal como Reynolds indica en su interesante trabajo (1954) acerca de « Fluidization as a geological process », el proceso industrial de la fluidización nos ha proporcionado datos experimentales sobre las propiedades de los sistemas gás-sólido y el importante



Fot. 15. — Estructura micrográfica en un pórfido granítico de S'Agaró.

papel que el vapor de agua juega en orden a facilitar la mezcla y las reacciones químicas de las partículas sólidas finamente granuladas.

El principal agente actuante en la fluidización natural es el vapor de agua y se impone el preguntar que sucede con el contenido en agua del granito afectado por la milonitización y fuerte fricción, que debe normalmente provocar un considerable aumento de la temperatura.

Rosenquist (1952), destacó que el equilibrio de una roca, para una composición dada, depende no solamente de la temperatura y presión, sino también del contenido en agua del sistema.

Pero debe de ser la presión parcial de la fase acuosa, más que la cantidad de agua presente, la que puede jugar un papel fundamental en la determinación de la naturaleza del equilibrio para una roca de composición dada;

y parece muy probable que el contenido en agua de la roca, bajo los efectos de un fuerte proceso de milonitización, se transforme en fase acuosa con una alta presión parcial de vapor, teniendo en cuenta que durante el movimiento de fricción intergranular, la temperatura y la presión aumentarán considerablemente.

Esta fase acuosa intergranular disolvería los feldespatos o cuando menos facilitaría el intercrecimiento micrográfico que nosotros encontramos hacia el centro del dique de pórfido granítico.

En conclusión podemos pues decir, que los procesos de extrema cataclasis ó milonitización revisten una gran importancia petrogenética, incluso en condiciones de baja temperatura y relativamente baja presión.

En el caso de los pórfidos graníticos que nos ocupan, la fuerte trituración y fricción fué mucho más intensa hacia los bordes que hacia el centro y fué seguida de una recristalización que soldó los gránulos dando lugar a la estructura microgranular típica de estos pórfidos.

Justamente esto es lo que sucede en la sinterización industrial en la que se producen similares estructuras y fenómenos de recristalización que los descritos para los pórfidos.

Creo pues, por todo lo expuesto que podemos definir a los llamados pórfidos graníticos como milonitas recristalizadas, siendo esta recristalización de tipo practicamente sincinemática.

Esta conclusión es importante por cuanto destaca el importante papel jugado por la acción tectónica en la génesis y evolución de las rocas graníticas.

Además esta nueva orientación puede constituir la clave de la interpretación petrogenética del llamado cortejo filoniano granítico dentro del marco de la teoría transformista.

*Laboratorio de Petrología, Universidad de Barcelona 1960.*

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) AMOROS J. L. (1955) - *Cristal real - cristal ideal*. Publ. Departm. Cristalografía-Mineralogía. Vol. II. Num. 1 - Barcelona.
- (2) BERTOLANI MARIO (1959) - *La formazione basica « Ivrea-Verzano » e la sua posizione nel quadro geológico-petrográfico della Bassa Valsesia e del Biellese*. - Periodico di Mineralogía. Anno XXVIII, n. 2-3, 1959. Roma.
- (3) BUGGE HENS A. V. (1954) - *The geological importance of the diffusion in the solide state*. Ahand. Migtt. Norks. Videns. Akad. Oslo.
- (4) BRIDGMAN P. W. (1936) - *Shearing phenomena at hig pressure of possible importance for geology*. Journ. Geol. 44.
- (5) — (1946) - *Recent work in the field of hig pressures*. Rev. Mod. Phys. 18-1.

- (6) CAPDECONE L. (1955) - *Sur l'importance a attribuer aux ruptures de cristaux dans l'evolution des roches en profondeur*. Colloque International de Petrographie. Nancy 1955.
- (7) DEMAY A. (1942) - *Microtectonique et tectonique profonde*. Mem. Expl. Carte Geol. France.
- (8) — (1953) - *Sur la structure et la genese de quelques types de microgranites*. XIX Congr. Geol. Inter., Alger. VI. 1952.
- (9) DIETRICHSON B. (1955) - *Spessartite and pseudotachylite intruded on the thrusting-zone of the upper Jotun eruptive nappe near Nantgardstind, East-Jotuheimen*. Norg. Geol. Unders. 191.
- (10) EDELMAN NILS (1960) - *The Gullkrona Region, S Finland*. Bull. Com. Geol. Finland. n. 187, 1960.
- (11) ESKOLA PENTTI (1953) - *The granite Problem and the dike rocks*. Congress. Geol. Inter. Comptes Rendu de la Dix-neuvieme session, section VI. Alger 1952.
- (12) GOGUEL L. (1952) - *Traite de Tectonique*. - Paris.
- (13) GOLDSCHMIDT V. M. (1943) - *Om friksjonsglass (pseudo-tachylitt i fjellkjeden)*. Geol. Fören. Förch. Vol. 65, p. 83. 1943.
- (14) GOODSPEED G. E. (1940) - *Dilation and replacement dikes*. Jour. Geol. v. 48.
- (15) — (1952) - *Replacement and rheomorphic dikes*. Jour. Geol. V. 60. 1.
- (16) — (1953) - *Rheomorphic breccias*. Am. Jour. Sci. v. 251.
- (17) GLANGEAUD L. (1947) - *Les etats de la matiere dans la petrogenese profonde*. Experientia III.
- (18) HALL A. L. and MOLENGRAAFF G. A. F. (1925) - *The Vrededorf Mountain land in the southern Transwal and the northern Orange Free State*. Shaler Memorial Series. K. Akad. Wetensch. Amsterdam Verh. V. 24. n. 3.
- (19) HARKER (1932) - *Metamorphism*. - London. Methuen.
- (20) HEDWALL J. A. (1955) - *Sintering and Reactivity of Solids*. Ceramic Age. 65.
- (21) JOHANNES HODAL (1945) - *Rocks of the anortosite kindred in Vossestran*. Norsk. Geologiska Forening. Bind. 24, h. 3-4, 1945, Oslo.
- (22) JINGHWA HSU. K. - *Granulites and Mylonites of the region about Cucamonga and San Antonio Canyons, San Gabriel, Mountains, California*. University of California. Publications in Geol. Sciences, Vol. 30, n. 4.
- (23) KING B. C. and SWARDT A. M. J. (1949) - *The Geology of the Asi Area, Ilorin Province*. Geol. Survey of Nigeria. Bull. 20.
- (24) KRANCH E. H. (1957) - *On folding Movements in the zone of the basament*. Inst. Zeits. Für. Geol. 46-2. Stuttgart.
- (25) MARMO VLADI (1957) - *A propos del feldespaths potassiques du granite D'Azegour (Maroc)*. Bull. Soc. Fran. Mineralogie et de Cristallographie, n. 10-12, T. LXXX, Paris.
- (26) MOREY G. W. and HESSELGESSER J. M. (1951) - *The solubility of some minerals in superheated steam at high pressures*. Econ. Geol. 46.
- (27) OFTEDAL I. (1956) - *Small Scale Tectonics*. Nork Geol. Tidsekrift Bind. 36 h., 3-4.
- (28) PERRIN R. et ROUBAULT M. (1939) - *Le granite et les reactions a l'etat solide*. Bull. Carte Geol. de L'Algerie. 5e. Serie, Petrographie n. 4.
- (29) PERRIN R. et ROUBAULT M. (1953) - *De la cristallisation des materiaux industriels a la genese des roches grenues*. 75. Anniversaire de la Soc. Francaise de Mineralogie 1878-1953.

- (30) RAMBERG H. (1952) - *The origin of metamorphic and metasomatic rocks*. The University of Chicago Press.
- (31) REYNOLDS D. (1954) - *Fluidization as a geological process and its bearing on the problem of intrusive granites*. Am. Journ. Sc., Vol. 252.
- (32) REYNOLDS D. (1951) - *The Geology of Slieve Gullion, Fonghill and Carriekiarnan: an actualistic interpretation of a Tertiary gabbro-granophyre*. Royal Soc. Edinburgh Trans., vol. 62, pt. 1.
- (33) REYNOLDS D. (1958) - *Granite: Some tectonic, petrological and Physico-chemical aspects*. Geol. Mag. Vol. XCV, n. 25, 1958.
- (34) ROMARIZ CARLOS (1957) - *Notas petrográficas sobre los granitos tectonizados de Portalegre*. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fas. Ciencias Universidad de Lisboa, n. 25, 7ª Serie.
- (35) ROSENQUIST I. J. (1952) - *The Metamorphic facies and the feldspar minerals*. Univ. i Bergen, Arbok. 1952, Naturv. rekke, n. 4.
- (36) SAN MIGUEL ARRIBAS Y FERNANDEZ POLO J. A. (1956) - *Importancia de las reacciones al estado sólido en la génesis y evolución de las rocas graníticas*. Simposium sobre Reactividad de los Sólidos. Madrid.
- (37) SAN MIGUEL M. y SAN MIGUEL A. (1957) - *Fenómenos de diferenciación metamórfica en el granito de la Cabrera*. Not. t Com. Instº. Geol. y Min. España., n. 46, Madrid.
- (38) SAN MIGUEL A. y FERNANDEZ POLO J. A. (1959) - *Observaciones sobre la génesis de los pórfidos graníticos*. Estudios Geol., vol. XV, 1959.
- (39) SAN MIGUEL DE LA CÁMARA M. y GARCÍA DE FIGUEROLA J. C. - *Explicación de la Hoja nº 532. Navas del Marqués*. Instº. Geol. y Min. España. Mapa Geol. 1 : 50000. Madrid.
- (40) SHAND J. (1916) - *The pseudotachylite of Paris Orange Free State and its relations to «Trap-shotten Gneis», and Flinty Crush Rock*. Quart. Journ. Geol. Soc. London. 72.
- (41) SCOTT J. S. and DRECER H. J. (1953) - *Frictional Fusion along a Himalayan Thrust*. Proc. Soc. Edinburgh. Sect. B. vol. LXV. Part. II. nº 10.
- (42) SUTTON and WATSON (1959) - *Metamorphism in deep-seated zones of transcurrent movement at Kungwe Bay, Tanganika Territory*. Journ. Geol. Vol. 67. nº 1. 1959.
- (43) TERMIER H. y TERMIER G. (1956) - *L'évolution de la Lithospher. I. Petrogenese*. Paris.
- (44) TURNER F. J. (1948) - *Mineralogical and structural evolution of the metamorphic rocks*. Geol. Soc. A. Mem. 30.
- (45) WALTON M. S. and O'SULLIVAN R. B. (1950) - *The intrusive mechanics of a clastic dikes*. Am. Journ. Sci. Vol. 248.
- (46) WATERS A. C. and CAMPBELL C. D. (1935) - *Milonites from the San Andreas Fault zone*. Am. Journ. of Sci. Vol. XXIX, 1935.
- (47) WEGMANN C. E. (1947) - *Note sur quelques problèmes de la tectonique superposée*. C. R. Soc. Geol. Finlande. nº 20.
- (48) WEGMANN C. E. (1959) - *La flexure axial de la Driva et quelques problèmes structuraux des Calédonides Scandives*. Norsk. Geol. Tidsskrift. Bind. 39 h. 1.
- (49) WILLEMSE J. (1936) - *On the old granite of the Vredofort region and some of its associated rocks*. Inaugural dissertation, University of Zurich.