

MIRMEQUITAS Y PERTITAS EN UN LEUCOGRANITO DE AYSÉN

POR BERNABE J. QUARTINO

Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

Se describe un leucogranito microclínico procedente de las inmediaciones de Puerto Aysén, República de Chile, con preferente atención a sus pertitas y mirmequitas y al origen de ambas. Se analiza el desarrollo de las pertitas y los crecimientos mirmequíticos en relación con el proceso de cristalización de la roca, y se clasifican los distintos tipos de mirmequita según su posición textural. Las mirmequitas intersticiales, situadas entre granos mayores de microclino se han formado por deposición directa de los derivados magmáticos, con reemplazos marginales en microclino, durante la consolidación final. Las mirmequitas que aparecen como reborde o crecimiento secundario en plagioclasa, junto a micropertita, penetrantes o no en esta última, son consideradas formaciones construcionales, desarrolladas a veces zonalmente sobre plagioclasa previamente cristalizada, durante la formación activa de microclino en la fase final de la consolidación de la roca. La lobulación, penetrativa aparentemente en micropertita, se explica como resultado del progreso rápido del crecimiento de la mirmequita, que concluyó de cristalizar antes que el microclino, el cual se adaptó a la forma exterior de aquélla. La disposición de los vermes cuarzosos indica separación de sílice durante el crecimiento de la mirmequita, debido a la naturaleza muy silícea de los residuos magmáticos o al crecimiento de la plagioclasa mirmequítica en variables condiciones de ajuste de la relación Si/Al, no correspondiente al contenido de anortita. Otros tipos de mirmequitas pueden ser referidos a los anteriores o ser casos de interpretación dudosa. Se discute el origen de las pertitas estimándose que el factor preponderante ha sido la exsolución, y se destaca el hecho de que las pertitas tienen algunos crecimientos cuarzosos semi-vermiculares (pertitas mirmequíticas).

ABSTRACT

1. A description is given of a micropertthite myrmekite-rich leucogranite from a place 13 km east of Puerto Aysén, Chile.

2. The origin of the perthites which constitute films, strings and patches in the microcline is considered. No final conclusion is reached, but exsolution is believed to be the preponderant process. This may have been accentuated by slight cataclasis which might also have permitted the introduction of replacing solutions. The grains and semi-vermicular growths of quartz in the perthites — as well as the margins darkened by very fine argillaceous-ferruginous material — may be the consequence of exsolution. The first effect would have resulted from liberation of an excess of silica arising originally from cryptocrystalline dispersion of silica or

from lack of adjustment of the silica-alumina relationship in the structure of the original alkaline feldspar due to the incorporation of calcium.

3. The myrmekites are classified in accordance with their distribution in the fabric, and in accordance with the presence or absence of plagioclase nuclei: A) Myrmekites interposed between plagioclase and microperthite, as thin margins, or as penetrating lobes in the latter. B) Interstitial myrmekites between larger grains of microperthite, and without plagioclase nuclei. C) Myrmekitic plagioclase grains generally anhedral, independent of plagioclase crystals on which they might have grown. D) Albitic borders of plagioclase in microperthite. E) Myrmekitic plagioclase without nuclei, included in microperthite. F) Myrmekitic perthite with quartz grains and semi-vermicular growths. Other types are transitional among the foregoing, or are of doubtful interpretation. The vermicular development of quartz are more characteristic of types A and C.

4. The myrmekites of types A and D are interpreted as constructional forms, by secondary growth of the more basic plagioclase which acts as nucleus of precipitation of the solution or differentiated magma enriched in sodium. The final growth is immediately anterior to the termination of crystallization of potassium feldspar. The enrichment of sodium in the crystallizing solution may be accentuated by the lesser sodium content of the potassium feldspar during the final stage of growth of this latter. The myrmekite corresponds to the field of formation of two alkaline feldspars. The apparent penetration of myrmekite in microcline is due to lobate growth to which the microcline finally adapts itself.

5. The quartz worms are distributed in correspondence with the lobes. They generally are supported on the inner border. In the zonal myrmekites, with the two zones separated by a turbid line, there are likewise a double formation of quartz worms, in correspondence with the form of the myrmekite. The plagioclase twins that crosses the quartz worms are seen by transparency when are thinner than the thin section. The quartz has separated by segregation as the myrmekite grew because the solution was rich in silica, or by liberation of excesses to the Si/Al ratio of the anorthite, while this mineral crystallized in the myrmekite in the conditions of its own great structural ordering. Where microcline corrodes plagioclase myrmekite is not generally found.

6. Interstitial myrmekites are formed by direct crystallization of the magmatic derivatives, accompanied by a marginal replacement of microcline. They represent the last episode of the process of consolidation of the rock. Types C and E can be referred by comparison with the foregoing types; those of type C being larger interstitial formations.

CONTENIDO

I	Introducción	225
II	El leucogranito del Valle del Aysen	226
	Caracteres microscópicos	226
III	Pertitas, mirmequitas y albita intersticial	228
	Pertitas	228
	Mirmequitas	231
	Tipos de mirmequitas	231
IV	Origen de las pertitas y mirmequitas	237
	Ideas generales	237
	Resumen	239
	Origen de las pertitas del leucogranito de Aysen	241
	Origen de las mirmequitas del leucogranito	245

I. INTRODUCCION

La existencia de crecimientos vermiculares de cuarzo en plagioclasa rica en sodio, generalmente en relación con el contacto entre plagioclasa y ortoclasa o microclino, es un hecho frecuente de observación en rocas graníticas y gnéissicas. En casos muy particulares el desarrollo de mirmequitas se presta a consideraciones especiales sobre su forma, disposición y origen, sobre todo cuando su abundancia permite reunir distintos detalles de observación cuya vinculación genética resulta indudable por corresponder a una misma roca.

La génesis de las mirmequitas ha sido objeto de controversia, habiendo evolucionado las ideas hacia la admisión de más de un posible origen, temperamento por cierto que parece aplicarse a no pocos detalles estructurales y mineralógicos de las rocas, entre los cuales pueden incluirse, en general, todos los llamados intercrecimientos, propios de los procesos finales de consolidación de las rocas ígneas, y el desarrollo de pertitas en los feldespatos potásicos de las rocas graníticas. Los conceptos de reemplazo, exsolución, reacción mutua al estado sólido, crecimiento secundario de minerales e intercambio de cationes entre estructuras adyacentes significan procesos cuya independendencia en la petrogénesis resulta difícil de establecer, y cuya individualización y reconocimiento en el estudio petrográfico ofrece no sólo las dificultades propias de la investigación geológica en general, es decir el conocimiento de los resultados y la duda sobre los factores actuantes, sino el inconveniente de que el resultado de procesos supuestamente diferente puede ser semejante o muy parecido. Los hechos o detalles estructurales y mineralógicos explicables teóricamente por más de un proceso petrogenético pueden en realidad ser resultados *análogos* de procesos independientes (correspondiendo entonces a la investigación petrológica la determinación de cuál ha sido el proceso actuante), o bien ser los resultados de la *convergencia* de más de un proceso cuya suma o reunión pueda ser concretada por favorables condiciones físico-químicas en el ambiente geológico.

Un leucogranito proveniente del Valle del Río Aysen, a 13 km al este de la ciudad de Aysen, República de Chile, ofrece buenos ejemplos de pertitas y distintos tipos de mimerquitas cuya formación se debe en parte a causas vinculadas entre sí. Sobre todo las mimerquitas poseen detalles sugerentes sobre su origen. La descripción de esta roca (parte de un estudio petrográfico más amplio sobre algunas rocas

eruptivas de la Cordillera Patagónica) constituye el contenido de esta contribución, con particular referencia a la génesis de sus mimerquitas y pertitas.

Agradecimiento: Quede constancia del reconocimiento del autor al Dr. Félix González Bonorino por le lectura del manuscrito, al licenciado Carlos A. Rinaldi por su colaboración durante la visita a Aysen, al señor Juan Ulbrich por su colaboración en el trabajo bibliográfico, y al señor Manuel Calvelo Ríos por la obtención de las fotomicrografías.

II. EL LEUCOGRANITO DEL VALLE DEL AYSEN

La muestra del leucogranito fue obtenida a unos 13 km al este del puerto de Aysen, junto al camino que une ese puerto con la ciudad de Coyhaique. No hubo oportunidad de reconocer los alrededores sino a varios kilómetros al oeste, junto al puerto, donde las rocas plutónicas que constituyen esta parte de la Cordillera Patagónica son dioritas cuarcíferas con biotita y hornblenda y restos de clinopiroxeno; y más al este, junto al puente sobre el Río Mañihuales, donde aparece el característico microgranito rosado; ambas rocas conocidas desde las descripciones de Nordenskjöld (1905) y Quensel (1911).

El leucogranito tiene una estructura granosa, según se observa a simple vista con homogénea distribución de sus componentes principales (microclino, cuarzo, plagioclasa, biotita), y de los respectivos desarrollos de grano. De color blanco grisáceo, algo más oscuro el cuarzo, con biotita en paquetes de laminillas visibles como puntos negros o como manchas no superiores a 2 mm, que se distribuyen con bastante regularidad en un número promedio de 3 a 4 por cm² en superficie. Los granos de cuarzo son por lo común de 3 a 4 mm, llegando como máximo a tamaño dos veces mayor. La roca es fresca y muy consistente.

Caracteres microscópicos

Estructura granosa panalotriomorfa. Los únicos cristales, entre los componentes principales, con desarrollo idiomórfico son los individuos de plagioclasa que se hallan incluidos en microclino o cuarzo, y algunos subhedrales del mismo mineral que forman parte del agregado granoso. La distribución de los minerales es homogénea en cuanto no se observan marcadas áreas de predominio de uno u otro mineral, si bien el microclino suele extenderse más en razón de abundancia y ta-

maño de grano. *Cataclasis* se manifiesta en la extinción ondulosa-fragmentosa del cuarzo, y en particularidades del maclado entrecruzado del microclino, que no guarda dentro de un mismo grano una estructura uniforme, sino que tiende a disponerse en paquetes o mosaicos no bien delimitados. La cataclasis es más bien leve y no afecta por igual a todos los granos de cuarzo y microclino, pero es importante destacar su existencia en relación con otros caracteres de la roca que pudieran tener vinculación con ella, por ejemplo las *pertitas*.

El *microclino* solamente por excepción aparece exento de maclas de albita y periclino. Su falta de idiomorfismo es también constante, salvo algún contacto recto con cuarzo. Excepto estos casos la regla es que los contactos cuarzo-microclino sean marcadamente irregulares con penetraciones mutuas de trazado curvo o festoneado, y muy frecuente el caso de que cuarzo penetre profundamente en microclino por haberlo reemplazado y corroído. Las *pertitas*, que luego se describirán con más detalle, son muy abundantes, variando en apariencia su proporción en las secciones debido a que guardan una orientación determinada dentro del cristal de microclino. Por simple transparencia, sin analizador, las *pertitas* se manifiestan no solamente por su distinto índice de refracción, sino por corresponderse con una acentuación de la alteración arcillo-ferruginosa pulverulenta del feldespato, que aparece no en la albita misma, sino en los bordes, dentro del microclino, por lo cual la *pertita* se destaca como guía clara entre rebordes más oscuros y opacos. El microclino contiene invariablemente inclusiones de plagioclasa, anhedrales a casi euhedrales, de composición similar a la plagioclasa del agregado granoso, y a veces alguna laminilla de biotita, y mineral opaco escaso, en granos o cristales idiomorfos muy pequeños generalmente de sección rectangular.

El *cuarzo* forma granos independientes, sin forma característica, y pavimentos de pocos granos, en ocasiones alargados, con disposición que parece adaptarse al espacio entre granos mayores y más isodiamétricos de feldespato, a los cuales invade marginalmente. Suele aparecer dentro del microclino como aparente inclusión, pero formado muy probablemente con posterioridad por corrosión y reemplazo. Las inclusiones mayores que contiene son cristales subhedrales de plagioclasa. Las más diminutas son las comunes inclusiones fluidas, dispersas o alineadas, y otras opacas, con aspecto de polvo, y agujas, probablemente de rutilo, sumamente escasas.

La *plagioclasa* forma individuos por lo general anhedrales o subhedrales, menos abundantes que los minerales anteriores en el agre-

gado granoso, pero frecuentes como inclusiones, sobre todo en microclino. Estas son más pequeñas que los primeros, que suelen alcanzar tamaño semejante al de los cristales medianos de microclino, privando sin embargo una variación del tamaño de grano que determina al microscopio una inequigranularidad no perceptible a simple vista en la roca. Los límites con microclino casi constantemente implican la interposición de un crecimiento de albita, similar en composición a la plagioclasa de las pertitas, de naturaleza por lo general mimerquítica por contener ampollas y vermes de cuarzo. Algunos cristales de plagioclasa conservan un núcleo idiomorfo turbio, más cálcico. Fuera de ello y del mencionado crecimiento albitico, la zonalidad es muy leve manteniéndose la composición dentro de albita-oligoclasa.

La *biotita* constituye láminas frescas, muy pleocroicas, o bien con alteración total o parcial a clorita y óxido de hierro. Contiene inclusiones de apatita, zircón y mineral opaco, y carece de halos pleocroicos. Titanita forma pocos cristales pequeños.

III. PERTITAS. MIMERQUITAS Y ALBITA INTERSTICIAL

I. Pertitas

Aparecen en su mayoría como láminas o filamentos, con una característica inconstancia en su espesor, el que, término medio, es de 40 a 60 micrones. Por adelgazamiento pasan a hilillos y por engrosamiento a manchas de forma irregular. Las bandas se disponen en trenes paralelos debido a un control estructural del microclino, disposición de la cual se apartan por curvaturas, bifurcaciones y anastomosis de dos o más ramas, en cuyo caso el control estructural se manifiesta en la tendencia a dicho desarrollo de los trenes paralelos, porque ramas que divergen a veces en ángulo recto se interrumpen a un nivel paralelo inmediato sobre el cual se continúan. En contados cristales hay desarrollos arborescentes de pertitas. La abundancia de pertitas es independiente de la proximidad de los bordes de los granos de microclino y frecuentemente los ensanchamientos como manchas se desarrollan en el interior, notándose adelgazamiento de la lámina hacia los bordes, adonde pueden llegar con el espesor medio o como hilillos entrecortados, o bien no alcanzar el borde por adelgazamiento definitivo dentro del grano. Entre los trenes de bandas y sus ensanchamientos se disponen, siempre conservando el paralelismo, hilillos muy

finos, con los cuales pueden conectarse manchas también muy pequeñas.

En otros granos —menos abundantes— predomina el aspecto de manchas o parches, a veces continuados en cordones de grosor variable, del orden de las anteriores bandas que no siguen direcciones preferenciales. Estas pertitas maculosas desarrollan las formas más variadas, y al igual que en los ensanchamientos de las láminas su crecimiento es aparentemente independiente de la proximidad de los bordes.

Maclas. — Gran parte de las pertitas presenta maclas polisintéticas de albita, dispuestas paralelamente a las del microclino. El espesor de las laminillas de macla es variable, desde submicroscópicas hasta 70 micrones, este último caso poco frecuente. El desarrollo del maclado es también variable; puede faltar o manifestarse en láminas muy nítidas y paralelas, o bien mal trazadas, acuñadas e inconstantes. En este último caso, en algunas pertitas gruesas, la interrupción de las maclas dentro del espesor de las pertitas es del tipo de la llamada estructura de tablero de ajedrez. Estas anomalías pueden estar en relación con la cataclasis leve del microclino. Los bordes de las pertitas aparecen francamente aserrados, observando con gran aumento, y las entrantes y salientes se corresponden con las trazas de los planos de unión de las maclas. Cuando las pertitas no tienen maclas los bordes son irregulares en el sentido de que no corresponden con una línea de trazado neto; la observación con gran aumento acentúa pues los ya referidos cambios de espesor en cuanto a los más finos detalles.

Composición de las pertitas. — Se componen de plagioclasa ácida (Albita con 5-6 % de An) ¹. Muchas contienen granitos diminutos de cuarzo, de formas redondeadas, que aparecen en secciones más o menos circulares, alargadas y semivermiculares, y en rosario. Adquieren la apariencia de los crecimientos vermiculares de las mirmequitas, pero sin alcanzar la gran delicadeza de formas y finura, ni la distribución en abanico propias de las ampollitas cuarzosas de las mirmequitas más características. Sin embargo puede hablarse con propiedad de *pertitas mirmequíticas*.

La localización del cuarzo dentro de las pertitas es un hecho importante que no puede dejarse a un lado al describir las pertitas en sí, y al

¹ La determinación de las plagioclasas ha sido efectuada por medición de la extinción máxima de los individuos de macla de albita en la zona [010] con platina universal.

considerar su génesis. Por otra parte estos menudos crecimientos cuarzosos nunca aparecen fuera de las pertitas o en sus proximidades, por lo cual puede estimarse que su formación se halla unida al proceso de crecimiento de las pertitas, no debiendo ser considerados como meras inclusiones. Cuarzo en granos redondeados, aislados dentro del microclino, suele hallarse, pero su tamaño es mayor que el de los granitos de las pertitas, y su origen ha de deberse a reemplazo y corrosión por el cuarzo de cristalización más tardía.

La *alteración* pardusca pulverulenta del feldespató alcalino se halla vinculada también con la presencia de pertitas, por cuanto se localiza preferentemente como un fino reborde difuso junto al contacto. Las pertitas aparecen así como bandas muy translúcidas en un marco obscuro. En ciertos casos la opacidad pulverulenta afecta también a las pertitas, sobre todo cerca del borde o irregularmente, de manera que se pierde toda relación precisa en la localización de la turbidez.

Pertitas e inclusiones de plagioclasa: En la mayoría de los casos las inclusiones de plagioclasa no muestran respecto de las pertitas relaciones definidas; no existe marcada concentración o disminución de material pertítico en sus alrededores y cuando ello sucede no parece sino accidental, independiente de una relación de causa a efecto entre la inclusión y la localización de la pertita respectivamente, aunque se hallen en contacto. En otros casos por el contrario las pertitas guardan una relación con la inclusión que se pone de manifiesto en el encuentro entre ambas, sobre todo con el reborde de plagioclasa sódica —generalmente mirmequítica—, que las inclusiones de plagioclasa casi siempre tienen.

Descartando los casos de dudosa claridad, se observaron los siguientes hechos cuya descripción puede tener interés: 1) la banda pertítica parece interrumpirse en el encuentro con la inclusión de plagioclasa, pero en realidad ésta tiene un reborde de plagioclasa sódica que la rodea íntegramente, el cual se continúa, en apariencias, perfectamente con la pertita, sin que se advierta ninguna diferencia de índice de refracción entre ambos, que extinguen simultáneamente; 2) caso análogo al anterior, pero reborde sódico y pertita no extinguen simultáneamente, siendo aquel más límpido; 3) una inclusión de plagioclasa sódica mirmequítica, de contactos muy netos con el microclino, muy próxima a una pertita, se pone en contacto por largo trecho con una derivación de ésta; dicho contacto aparece solamente muy nítido con analizador debido a la igualdad de índices refractivos. Los

bordes de la pertita sobre el microclino son menos nítidos que los correspondientes de la inclusión; 4) una inclusión de plagioclasa sódica mirmequítica se halla aparentemente dentro de la pertita que la rodea; 5) una pertita atraviesa una inclusión de plagioclasa sódica mirmequítica, como una guía a través de ella. Pertita e inclusión mirmequítica tienen distinta orientación óptica, y no se aprecian diferencias de índice de refracción.

II. Mirmequitas

El rasgo estructural más notable de la roca es la abundancia de mirmequitas, algunas de ellas con la más delicada estructura vermicular de cuarzo, semejante a los más típicos ejemplos descritos en la literatura. Otras son menos características, y entre los extremos existe una gama de variación que las hace de sumo interés, sobre todo porque su relación con los minerales del agregado granoso, las inclusiones de plagioclasa en microclino y las pertitas de este último ofrecen la posibilidad de examinar conjuntamente un grupo de detalles que deben encuadrar en una coherente interpretación de la cristalización de la roca. En todos los casos las mirmequitas se hallan en contacto con feldespatos potásicos pertíticos, y gran parte de ellas constituyen interposiciones entre plagioclasa no mirmequítica y feldespatos potásicos, apareciendo como continuidad de aquella, como crecimiento secundario y frecuentemente penetrando en el microclino pertítico.

Para mayor claridad se describirán las mirmequitas según los tipos reconocidos de acuerdo a su situación en la fábrica de la roca.

III. Tipos de mirmequitas

A. *Mirmequita dispuesta entre plagioclasa del agregado granoso y micropertita, como reborde de la primera, a veces penetrante en micropertita* (Lám. I, figs. 2 y 4, y lám. II, figs. 1 y 2).

En la roca estudiada permiten asegurar que el contacto plagioclasa-micropertita es determinativo para el desarrollo de este tipo de mirmequitas —cualquiera sea el proceso formativo— por cuanto se observa en todos los casos que cristales subhedrales o anhedrales de plagioclasa que limitan con cuarzo, con otra plagioclasa y con micropertita, solamente tienen mirmequita en contacto con esta última. Una sola excepción fue observada, en una plagioclasa que posee un reborde mirmequítico junto a plagioclasa el cual se extiende sobre el límite con cuarzo, acuñándose. La excepción no rectifica lo anterior,

por cuanto no puede excluirse la presencia de feldespato potásico en un plano inferior o superior al del corte, eliminado al efectuarse el preparado.

Estas mirmequitas pueden ser descritas con bastante propiedad diciendo que *constituyen un crecimiento secundario de plagioclasa, más sódica y con ampollitas y granos de cuarzo.*

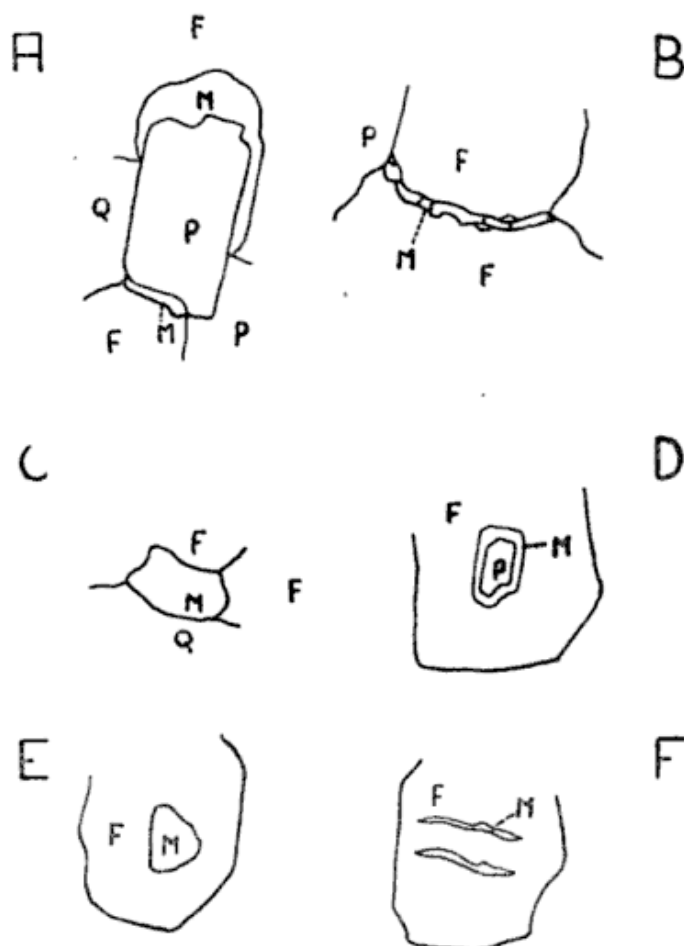


Fig. 1. — Esquemas simplificados de los tipos de mirmequitas. F, microclino perftico; P, plagioclasa; Q, cuarzo; M, Mirmequita

El límite entre plagioclasa y mirmequita (o límite interno) es en casi todos los casos bastante nítido. Aquella es oligoclasa sódica-albita, y el reborde mirmequítico es albita con 4 a 6 % de An. Se han visto sin embargo algunos pasajes difusos, debido a la composición bastante sódica de la plagioclasa originaria en la parte externa.

En muchos casos la mirmequita forma un reborde, subparalelo al límite originario de la plagioclasa, que puede desarrollar una lobulación poco acentuada en contacto con microclino (límite externo) de trazado liso o festonado. En estos casos resulta muy llamativo el aspecto de crecimiento secundario de plagioclasa. Si bien en general

es pobre el avance penetrativo de mirmequita dentro del microclino hay muchos ejemplos de penetración profunda con límite externo lobulado y festoneado. Se asemejan entonces a la clásica mirmequita que por corroer o reemplazar al feldespató potásico dio la base para la conocida interpretación del origen por reemplazo calcosódico del feldespató potásico (Becke, 1908). La disposición de los vermes y ampollitas de cuarzo guarda una relación con la forma y desarrollo de la mirmequita, *dando la impresión de que son consecuencia no de su corrosión sino de su crecimiento. Se disponen preferentemente cerca del límite interno, como en una empalizada de tallitos normales al límite, todo a lo largo de él o en parte, o aparecen como "salpicaduras" de concentración variable o como un rosario cercano siempre al límite interno.* En los casos de mirmequitas de mayor penetración en microclino y lobulación más acentuada, los vermes adoptan una disposición divergente hacia afuera, en abanico. A veces la mirmequita es *zonal*, con dos sectores bien delimitados por la presencia de ampollitas cuarzosas: los vermes cruzan el sector interior más o menos divergentemente en correspondencia con la convexidad del lóbulo; el límite entre los dos sectores se halla marcado por una línea que sugiere interrupción de crecimiento, marcada por opacidad. Sobre esta línea crece un segundo grupo de vermes, igualmente radiales o divergentes que llegan casi al límite externo de la mirmequita. En otros casos se ha visto zonalidad algo más compleja, con tallitos para los interiores, una faja intermedia con vermes en abanico y un tercer alineamiento de vermes cuarzosos ya cerca del microclino. En un ejemplo se ha apreciado mayor acidez en la plagioclasa de la zona externa de la mirmequita.

En cuanto a las maclas, *polsintéticas normales*, cuando se hallan presentes en la plagioclasa originaria se continúan en el reborde mirmequítico, con las diferencias de extinción propias del distinto contenido en anortita. Cuando la macla es intersectada por una ampollita cuarzosa, se continúa perfectamente luego de la interrupción o se ve dentro de la ampollita.

B. *Mirmequita intersticial, entre granos de micropertita* (Lám. I, fig. 2).

Son muy abundantes, alcanzando un desarrollo muy llamativo aunque no se hallan obligadamente presentes en todos los contactos entre dos granos de microclino. Se disponen en la línea de sutura entre éstos, penetrando en ambos con cotornos festoneados o

con límites rectos, nítidos, a veces paralelos a los planos de macla. Forman un único cordón de espesor variable a lo largo del contacto, o bien granos irregulares o de sección rectangular o cuadrática, que muestran pertenecer a una sola unidad óptica por simultánea igualdad de iluminación al extinguir las maclas. En otros casos son granos independientes que extinguen en distintas posiciones del giro de la platina del microscopio. El carácter intersticial de esta albita mirmequítica se acentúa cuando son granos muy pequeños que aparecen como un relleno de contornos irregulares en la sutura entre granos mayores de micropertita. Por aumento de tamaño toman el aspecto de granos —si bien menores— del agregado granoso de la roca (tipo C). La característica de esta mirmequita intersticial es su independencia de cristales de plagioclasa sobre los cuales pudiera haber crecido. Se hallan en contacto solamente con microclino y por ello constituyen una peculiaridad muy útil para un esquema interpretativo. Pueden en un extremo llegar a conectarse con un cristal de plagioclasa, pero ello parece un hecho ocasional sin significado especial genético. Una estructura afín a la descrita se halla en aquellos contactos entre dos granos de microlino que se caracterizan por una irregularidad extrema, de suturamiento muy fino, en la cual se sitúan diminutos granitos de albita y de cuarzo, como en un mosaico microgranular.

Los desarrollos de ampollitas de cuarzo suelen ser vermiculares ondeados o en abanico.

Respecto de las relaciones entre la mirmequita intersticial y las pertitas del microlino no se observaron vinculaciones determinadas de contacto o de simultaneidad de extinción salvo en un caso, en que albita y mirmequita intersticiales extinguen simultáneamente con los parches de las pertitas maculosas, también maclados, que se hallan muy en el interior del microlino.

En este tipo de mirmequitas, como en el anterior, existe una gama de variación en la cantidad de ampollitas cuarzosas, hasta casos de pura plagioclasa albítica (An 4-6 %).

C. Granos de plagioclasa mirmequítica en el agregado granoso de la roca.

Estas mirmequitas también son aparentemente independientes de cristales de plagioclasa sobre los cuales pudieran haber crecido. Son totalmente anhedrales, como grandes manchas de contornos irregulares, festoneados, que pueden tener contacto más o menos liso con mi-

croclino, o penetrar en lóbulos dentro de él. Se componen de albita (An aprox. 4-5 %), sin restos de plagioclasa más básica y las ampollitas de cuarzo se disponen en todo el grano o preferentemente más cerca de los bordes. Siempre se hallan en contacto con microclino. Algunos granos son de sección más tabular, alargados en la dirección de las maclas polisintéticas. Cuando se conserva un núcleo de extinción distinta no se aprecia diferencia de índice de refracción con el borde; en ese caso las ampollitas cuarzosas se hallan dentro y fuera del núcleo, pero son más abundantes en el contacto.

D. *Reborde albitico mirmequítico en inclusiones de plagioclasa en micropertita* (Lám. I, figs. 1 y 3).

Las inclusiones de plagioclasa anhedrales que se encuentran en micropertita tienen en muchos casos un reborde más sódico perfectamente definido. Este reborde parece homólogo del descrito para el tipo A, con la diferencia que rodea íntegramente al cristal de plagioclasa (en razón de hallarse ésta en contacto únicamente con microclino), y que no desarrolla lóbulos hacia el interior del microclino. La disposición de las ampollitas de cuarzo muestra mayor concentración junto al borde interno, y dispersión en el resto. El borde exterior del crecimiento secundario sigue el trazado del interno, apartándose poco del paralelismo con él. Las maclas se continúan desde el núcleo a través del borde, y en el límite exterior con microclino suelen determinar entrantes y salientes en correspondencia con el espesor de las laminillas de macla. La cantidad de ampollitas de cuarzo es menor que en los tipos anteriores, y es frecuente la existencia de rebordes de pura albita. *Este tipo de mirmequita puede definirse con toda exactitud como crecimiento secundario de plagioclasa.*

E. *Plagioclasa sólida mirmequítica, carente de núcleo y rebordes, incluida en micropertita.*

Puede entenderse como una variedad del caso anterior, en el mismo sentido quizás que el tipo C respecto de A. Son inclusiones de plagioclasa sódica, preferentemente subhedrales, que contienen ampollas de cuarzo en su interior, sin disposición ordenada preferente. No existe reborde más sódico por ser ésa la composición de toda la inclusión.

F. *Pertitas mirmequíticas.*

Las pertitas ya descritas tienen la particularidad de contener granos y ampollitas muy pequeñas de cuarzo que le dan composición mirmequítica. La textura no llega nunca a los desarrollos vermiculares radiales, en empalizada o en abanico, que son característicos de los casos anteriores sobre todo en los tipos A, B y C, donde se encuentran los crecimientos vermiculares más delicados. Pero no por ello dejan de ser mirmequitas en el sentido de contener aparentes inclusiones de cuarzo (en plagioclasa sódica) en contacto con microclino, y con evidencias de que el cuarzo no es incidental, ni tampoco parte de una mayor cantidad de cuarzo que pueda ser común a microclino y albita. La existencia de cuarzo en las pertitas permite intentar una hipótesis de vinculación genética entre éstas y las mirmequitas, sobre todo en cuanto al origen del cuarzo en sí.

Una revista general de los seis tipos anteriores permite añadir las siguientes observaciones: a) Existen crecimientos mirmequíticos que no se ajustan exactamente a la tipificación anterior, que pueden referirse por analogía a uno u otro tipo, de los cuales pueden ser variaciones, o cuya interpretación — incluso la mínima necesaria para una descripción objetiva — resulta dudosa. Así hay transiciones entre los tipos A y C por no observarse núcleo de plagioclasa más básico y persistir la distribución periférica del cuarzo, entre B y C por existir desarrollos intermedios de mirmequitas entre granos de microclino, etc. Los casos dudosos son grandes placas de mirmequita con plagioclasa maclada, incluidas aparentemente en micropartita, de contornos festoneados o semirectos, con gran desarrollo de ampollas de cuarzo, que pueden ser inclusiones del tipo E corroídas, o a la inversa, reemplazos de microclino por plagioclasa mirmequítica. Debe tenerse en cuenta que los cortes delgados dan relaciones aparentes, porque revelan nada más que los caracteres observables en un plano. Siempre queda la duda de la existencia de plagioclasa no mirmequítica en un plano superior o inferior, que de existir daría a la aparente inclusión o isla de mirmequita pura, como por ejemplo las del tipo E, la condición de formación de borde en contacto con microclino. Esta limitación, ya señalada en la literatura, debe tenerse en cuenta para muchos de los casos observados, debiendo entenderse que las descripciones que anteceden dan idea de las relaciones aparentes en el plano del corte. *No es superfluo hacer esta reiteración, por cuanto ello constituye una de las grandes dificultades, y posible fuente de error de las interpretaciones de secuen-*

cias mineralógicas —y de allí procesos petrogenéticos— en base a las relaciones de contacto entre minerales.

b) Un caso interesante es una penetración de micropertita en un cristal grande de plagioclasa. Esta entrante tiene una aureola mirmequítica dentro de plagioclasa. Se trata de una excepción a las relaciones de penetración de mirmequita en microclino.

c) Los crecimientos granosos —vermiculares de cuarzo, más conspicuos en los tipos A, B y C, varían en cantidad, sobre todo en los restantes, desde los extremos de mirmequita verdadera a pura plagioclasa sódica de generación distinta que la plagioclasa del agregado granosos. Las pertitas mirmequíticas representan el tipo con menor desarrollo de los crecimientos cuarzosos.

IV. ORIGEN DE LAS PERTITAS Y MIRMEQUITAS

I. Ideas generales

La sistematización descriptiva de las seis maneras de presentarse las mirmequitas en la roca estudiada ha sido hecha teniendo en cuenta que muchas de las interpretaciones que se han intentado sobre el origen de las mirmequitas se apoyan en la secuencia de los minerales que por hallarse en contacto se vinculan al proceso de formación, es decir feldespato potásico y plagioclasa. Esos tipos distintos han sido descritos por distintos autores separadamente o bien como pertenecientes algunos de ellos a una misma roca. Las teorías explicativas de las mirmequitas resultan más dificultosas cuanto más sentido general para los distintos tipos quiera atribuírseles. En este trabajo se consideran separadamente los distintos casos de situación en la fábrica de la roca, precisamente para no generalizar sobre el origen de un fenómeno que bien puede ser el resultado de distintos procesos que reproducen semejantes condiciones físico químicas.

La hipótesis de Becke (1908), que interpreta las mirmequitas como el producto de la transformación de feldespato potásico, mediante aporte de Ca y Na, remoción de K y liberación de SiO₂ en forma de vermes y ampollas, en el contacto con plagioclasa, se mantiene aún en el mismo plano de lógica aceptación que otras interpretaciones, en cierto modo opuestas, como la de Drescher-Kaden (1948). Por ejemplo Eskola (1956) ha admitido recientemente el carácter lógico de ambos procesos, pese a preferir la explicación de Becke. Drescher-Kaden asume una posición muy distinta al considerar la mirmequita

interpuesta entre feldespato potásico y plagioclasa como resultado del reemplazo de plagioclasa por las soluciones inmediatamente anteriores a la cristalización principal del feldespato potásico¹. El cuarzo en vermes o tallitos sería el producto de un frente de infiltración que sitúa cuarzo en áreas estructuralmente flojas de plagioclasa. Los ejemplos estudiados por dicho autor dan sólida base a la hipótesis, pero si bien establecen la mayor juventud de feldespato potásico respecto de la plagioclasa, no demuestran la imposibilidad de que la mirmequita sea posterior a la formación de ambos, ni excluyen la posibilidad de que la mirmequita crezca como una formación independiente que no implique corrosión o reemplazo. Su distinción de dos tipos de mirmequita: I) premicroclino y II postmicroclino, intersticial, con menor desarrollo de crecimientos cuarzosos, carencia de vermes alargados o tallitos, y disposición independiente de plagioclasa que opera pasivamente como núcleo infaltable, ya había sido señalada por Sederholm (1916, pág. 135) y otros autores, con la diferencia de que Drescher Kaden afirma claramente un origen distinto para ambas, y estima que la última se forma en conexión con un metasomatismo postmicroclínico, de tipo hidrotermal. La cuestión de hasta qué punto esta distinción es genéticamente verdadera, y si es posible que haya formaciones mirmequíticas que escapen a su ubicación en uno u otro tipo, resulta de mucho interés.

Si bien la clasificación de Drescher Kaden es genética, tiene igualmente valor descriptivo por cuanto ofrece caracteres diferenciales entre ambos tipos en cuanto a composición y estructura interna (desarrollo de los crecimientos cuarzosos) y disposición en la fábrica de la roca. En cuanto a esto último la mirmequita I cae plenamente dentro del concepto de formación o mineral sinantético de Sederholm, restringiendo su significado a lo puramente textural, no genético, mientras que la mirmequita II representa una formación intersticial póstuma, aunque vinculada a la presencia de un mineral fundamental (feldespato potásico) en relaciones de contacto. Las diferencias entre este último concepto y el de pertita se reducen, en lo esencial, y ello resulta más evidente aún, cuando es posible observar —como en el caso que aquí se describe— crecimientos cuarzosos redondeados o subvermiculares en las pertitas.

¹ Esta idea había sido concebida antiguamente ya que Michel Levy en 1875 (véase Sederholm, 1916, pág. 63) había supuesto una acción corrosiva del feldespato más reciente sobre feldespato englobado, en relación con la naturaleza sílicea de aquél.

Los estudios experimentales sobre la homogeneización y exsolución de feldespatos sódico potásicos artificiales y naturales han contribuido a fortalecer la atribución de un origen exolutivo para muchas pertitas, en las condiciones físico químicas de la fase posterior a la cristalización principal de las rocas graníticas; y las consideraciones de Tuttle (1952) y Tuttle y Bowen (1958) sobre exsolución de albita en el contacto plagioclasa-feldespato potásico han reactualizado en el plano de la discusión la posibilidad de un origen exolutivo de la albita intersticial. Esa misma idea podría extenderse a las mirmequitas de disposición semejante, como reborde de plagioclasa junto a microclino (según parece haber sugerido Rogers (1958, pág. 457), y a las mirmequitas que aparecen como granitos independientes, ya mencionadas por Sederholm y otros autores y referidas por Drescher-Kaden a la mirmequita II, post microclino. El papel de la exsolución en la localización de las estructuras mirmequíticas en consecuencia deberá ser valorado en ciertos tipos de mirmequitas del leucogranito de Aysen, conjuntamente con los fenómenos de metasomatismo, corrosión y cristalización directa, y la posibilidad de cataclasis como factor activante.

II. Resumen

Mirmequitas: Si bien el reemplazo, en sentido amplio, figura como idea preponderante acerca del origen de las mirmequitas, ya que la pura exsolución y la cristalización directa del magma como resultado de una composición eutéctica han gozado de menor aceptación (véase Sederholm, 1916), tampoco ha habido acuerdo sobre la naturaleza del proceso de reemplazo, en cuanto a si el componente aportado lo ha sido por acción neumatolítica o hidrotermal, o por efecto de corrosión magmática, difusión atómica o iónica, o intercambio atómico entre fases sólidas; y lo mismo respecto de la composición química del aporte y la eliminación supuestos, y su procedencia y destino respectivamente. Las recientes ideas de Mísar (1957) sobre difusión metasomática de iones SiO_4 coinciden en cierto modo con las de Drescher-Kaden porque suponen la existencia de lugares estructuralmente defectuosos en la plagioclasa, que permiten la localización —en forma de ampollas y vermes— del material aportado. La interpretación de Edelman (1949) para el caso de un anillo mirmequítico que rodea el feldespato potásico en una roca gnéisica porfiroblástica, es un ejemplo de ideas sobre metasomatismo complejo, ya que supone formación metasomática del porfiroblasto de microclino por aporte potásico-alumínico en un área granulada de

la roca, y derivación hacia la periferia de un metasomatismo calcosódico por difusión térmica, el cual da lugar al crecimiento mirmequítico. Es decir, en este caso la mirmequita sería el resultado coetáneo de la construcción del feldespató potásico, mientras que según la teoría de Becke sería producto de su destrucción, y en la de Drescher-Kaden la fase previa a su cristalización. Esta comparación da idea de cómo sobre la base de una coincidencia sobre origen metasomático de las mirmequitas se han cubierto las tres únicas posibilidades de secuencia de formación entre éstas y el feldespató potásico. Completa el ejemplo sobre la diversidad de opiniones, la cristalización directa por consolidación de un eutéctico, que representa un fenómeno independiente de la cristalización del feldespató potásico.

Pertitas: De los tres procesos invocados como causa de la formación de pertitas: cristalización simultánea (atrape de fusión sódica en el feldespató potásico), desmezcla o exsolución de un feldespató alcalino homogéneo, y reemplazo albitico, los dos últimos han merecido una mayor atención a lo largo de más de cincuenta años de consideración del problema. En Alling (1938); y Gates (1953) puede consultarse una valoración crítica de los distintos procesos en relación con los distintos tipos de pertitas. Si bien las opiniones se hallan lejos de conducir a un acuerdo, priva el criterio de atribuir un origen por reemplazo a las pertitas que constituyen una proporción muy alta en el feldespató alcalino inhomogéneo, y que adoptan la forma de interposiciones gruesas, bandas o parches; mientras que el origen por exsolución logra mayor apoyo en los casos de pertitas más finas, filiformes, como una extrapolación de los resultados experimentales de exsolución de criptopertitas.

Sin embargo la frecuente existencia de gran variabilidad de grosor y forma en las pertitas de un mismo cristal o en un conjunto de cristales de una misma roca, ha movido a pensar que más de un factor, por ejemplo exsolución y reemplazo, han actuado concurrentemente, sea en acción simultánea o sucediéndose en el tiempo. Así Alling (1938) da al reemplazo el carácter de proceso último que sigue a una desmezcla producida a temperatura mayor; Anderson (1928) en micropertitas de pegmatitas describe un proceso complejo en el cual un reemplazo incompleto es seguido por exsolución, a la cual se sobrepone un intenso reemplazo de microclino por albita, que llega a ser total; Exner (1949) supone una exsolución inicial, ensanchamiento de láminas pertíticas y metasomatismo que llega finalmente como único factor al reemplazo completo. En estos dos últimos ejemplos la estructura peculiar llamada

de tablero de ajedrez caracteriza el resultado final del proceso. Gates (1953) añade el concepto de movilidad del material sódico exsuelto, que puede actuar por acción de reemplazo sobre otra simultánea exsolución perítica, llegando a la substitución total de microclino por plagioclasa. Los estados intermedios del proceso están representados por la compleja asociación de distintos tipos de pertitas, a la cual no puede atribuirse un origen que sea excluyente de metasomatismo o exsolución.

Recientemente (Robertson, 1959) se ha descrito un caso de pertitas de reemplazo cuyo origen es muy distinto del que refieren las clásicas interpretaciones, ya que es atribuido a la reorganización de la albita remanente de una plagioclasa primeramente albitizada y luego reemplazada por feldespato potásico.

III. Origen de las pertitas del leucogranito de Aysen

Como contribución al esquema petrogénético dentro del cual ha de tener cabida la formación de mirmequitas, corresponde una breve discusión sobre el origen de las pertitas del leucogranito según las ideas ya expuestas, y sobre todo porque muchas pertitas contienen "inclusiones" cuarzosas. Las siguientes consideraciones deben ser tenidas en cuenta.

1) *La menor abundancia de pertitas en los bordes de los granos de microclino*, (cualquiera sea la forma de aquellas), y sobre todo el hecho de que son más frecuentes las pertitas gruesas en el interior del cristal, las cuales suelen adelgazarse o desaparecer antes de llegar a los bordes, contribuye a interpretar un origen por exsolución en oposición a la penetración del material desde el exterior de los granos de microclino.

2) *La proporción de pertitas es constante*, es decir no hay áreas de pertitización muy avanzada, en contraste con otras más homogéneas. En general los distintos granos tienen proporción parecida de plagioclasa, la cual puede deberse a similiar capacidad de substitución atómica en el feldespato originario.

La forma de las pertitas no debe ser considerada muy sugestiva sobre el origen, si bien las que tienen aspecto de bandas y manchas resultan semejantes a las que distintos autores han atribuido a reemplazo. La disposición paralela, algo irregular, de los trenes de bandas y filamentos es puramente un reflejo del control estructural que tanto puede ejercerse sobre exsolución como sobre reemplazo. Observaciones del autor en rocas graníticas porfiroides de la Sierra de Velazco, Provincia de La

Rioja, han permitido constatar que fenocristales de microclino tienen pertitas semejantes a las descritas en este trabajo, y que las mismas guardan una notable uniformidad en muestra distantes entre sí muchos kilómetros. Tal constancia difícilmente puede reconciliarse con la idea de un reemplazo regional, que debería manifestarse con distintos grados de intensidad. La uniformidad regional apoya un origen exolutivo para este caso, y ello puede invocarse como argumento a favor de un origen semejante para las pertitas del leucogranito.

Las pertitas maculosas, y los ensanchamientos de las pertitas elongadas dan sin embargo una fuerte impresión de reemplazo.

3) La albitización no afecta a la plagioclasa. Este hecho, común a los granitos en general suele ser pasado por alto en las apreciaciones sobre origen de pertitas, a pesar de que no puede aducirse una mayor resistencia por parte de la plagioclasa para la transformación por soluciones residuales de la consolidación magmática, según se desprende de tantos casos comprobados de albitización en distintas rocas. La deposición albitica evidentemente ha existido, pero se manifiesta como fenómeno marginal de granos y como cristalización intersticial, propia de los espacios intergranulares que constituyen caminos más favorables para la circulación de fluidos. La mayor penetrabilidad del microclino ante los agentes metasomatizantes podría solamente explicarse por una previa exolución parcial, formadora de discontinuidades cristalinas muy particulares. En ese caso habría una superposición o adición de los procesos de desmezcla y metasomatismo que produciría engrosamiento de pertitas desarrolladas inicialmente mediante exolución muy fina. La movilidad de los átomos o iones del feldespato alcalino que tienden a un nivel energético menor resulta campo favorable para una acción de reemplazo que aporta los mismo elementos que en la exolución se están separando para constituir estructuras independientes. El concepto de "metasomatismo cristalino interno" aplicado por Niggli (1954) a procesos que involucren cambios de lugar de átomos en las estructuras cristalinas, como la exolución, describe en cierto modo la semejanza íntima de los dos procesos que pudieran sumarse en el desarrollo de las pertitas. Ronsenqvist (1951, pág. 82) señala que aún la pertita de exolución puede ser considerada como una forma de pertita de reemplazo. La difusión del Na en la estructura cristalina es similar según ambos conceptos. Estas consideraciones quieren significar la imposibilidad de proscribir totalmente el proceso metasomático, aunque se admita que este no ha actuado como factor importante.

4) *Las pertitas son independientes de las más probables vías de penetración* (clivajes, contactos con inclusiones), las cuales se hallan totalmente exentas de albíta; ellos se oponen a la idea de dicha penetración.

Tratándose de una roca en que la fase flúida intesticial evidentemente ha existido, *la difusión sólida* como agente de metasomatismo debe ser considerada a partir de una difusión en la fase flúida —donde la velocidad de difusión es mucho mayor—, por lo cual son válidos en este caso los mismos argumentos que se pueden tener en cuenta en el metasomatismo por *penetración* directa de derivados sódicos fluidos.

5) *La existencia de granos y crecimientos semivermiculares de cuarzo en muchas pertitas* (pertitas mirmequíticas) transfiere en parte el problema al origen de ciertas mirmequitas y no aporta elementos de juicio clarificadores a la interpretación de formación de las pertitas. Deben excluirse las posibilidades que dicho cuarzo sea de corrosión porque en ese caso no tendría porqué localizarse en las pertitas y no en el microclino, así como que se forme por cristalización eutéctica del material aportado, en razón de la estructura. Tanto la exsolución como la introducción de material sódico en discontinuidades pueden dar explicación de la presencia del cuarzo, como resultado de la separación de un exceso de sílice, en el primer caso de un feldespatos con algo de calcio en substitución diadócica simple de sodio, sin la correspondiente intervención del aluminio; y en el segundo directamente de una solución o derivado magmático infiltrado.

De lo anterior no se puede obtener una conclusión terminante, pero los detalles estructurales apoyan más un origen exolutivo que puramente metasomático, sobre todo la disposición y proporción de las pertitas, y la falta de penetración albítica en plagioclasa. El ancho de las láminas, que excede el propio de las pertitas más comunmente estimadas como exolutivas, y que significa una separación de fases más importante que las comprobadas experimentalmente, puede ser explicado por el efecto favorable de leve cataclasis, promotora de la recristalización de las pertitas exueltas y aceleradora de la desmezcla, de acuerdo a las ideas de Chayes (1952). La exsolución pudo haber separado solamente hilillos finos que se han acoplado y reunido luego como una respuesta a las fuerzas que provocaran la cataclasis. Según Layes (1952) la exsolución en condiciones de equilibrio implica un movimiento atómico hacia condiciones de mayor estabilidad que se produce mediante los procesos de desmezcla de Na y K y ordenamiento de Al y Si. La imperfección de este último puede inhibir el desarrollo de las pertitas

confinándolo a las estructuras más finas. Una débil stress, inferior a la observada por Chayes en su computación estadística, puede hacer avanzar el proceso de reordinamiento estructural, el cual puede culminar en la separación o expulsión de otros elementos ubicados establemente a mayor temperatura. Ello daría lugar a la separación de cuarzo en ampollitas independientes y quizás también a la segregación de óxido de hierro, responsable en parte del enturbiamiento pulverulento de los márgenes de las pertitas.

La separación de SiO_2 en esas condiciones había sido invocada por Schwantke (Sederholm, 1916, pág. 90) como explicación del cuarzo mirmequítico, suponiendo un exceso de SiO_2 en el feldespato alcalino por la existencia de calcio no como parte de anortita, sino como integrante de un hipotético feldespato expresado como $\text{Si}_6\text{O}_{16} \text{Al}_2 \text{Ca}$. *La idea puede ser retomada en el sentido de que en la cristalización según el patrón estructural de feldespato potásico a la incorporación de sodio por substitución diadócica simple de K , se suma una incorporación de Ca en variables condiciones de ajuste de las relaciones Si/Al correspondientes a la nortita y albita.* Ello no exige una relación constante entre el contenido de anortita de la pertita y la proporción de cuarzo separado y puede explicar la existencia aún en un mismo cristal de pertitas exentas y portadoras de cuarzo. El proceso de ordenamiento Si-Al durante la exsolución llevaría al completo ajuste estructural, con compensación de valencia de acuerdo a la composición de la anortita, separándose el exceso de SiO_2 . Esta interpretación es conjetural, pero encuadra dentro de las ideas del origen exolutivo de las pertitas. Tampoco puede desecharse sin embargo, la idea de la existencia de cuarzo criptocristalino en el feldespato originario, que por redistribución daría los gránulos microscópicos.

En cuanto a las relaciones temporales entre el desarrollo de maclas y el crecimiento de la pertitas, el hecho de que entrantes y salientes de las pertitas se correspondan con el espesor de individuos de macla sugiere contemporaneidad. El stress que puede haberse ejercido durante el crecimiento ha sido absorbido por éste, por lo cual no tiene por qué manifestarse en imperfecciones del maclado. Sin embargo se observan también casos de maclas mal definidas, como ya se indicó, lo cual hace pensar que la leve presión deformativa se mantuvo luego de concluir el desarrollo de las pertitas. Salvo estos últimos detalles las maclas pueden ser interpretadas como primarias, como parte del crecimiento de la plagioclasa pertítica. Ello está de acuerdo con el criterio expuesto por

Turner (1951) sobre origen primario de maclado de plagioclasa, deducido de la circunstancia de que plagioclasas de esquistos con fábricas tectónicas fuertes, que indican deformaciones simultáneas con la cristalización, exhiben un maclado menos abundantes que fenocristales de rocas volcánicas. Las pertitas no macladas del leucogranitos no pueden ser tenidas en cuenta pues como argumentos contrarios al papel de la deformación durante el crecimiento pertítico.

En resumen: no puede llegarse a una conclusión definitiva sobre el origen de las pertitas ya que los argumentos en favor de la exsolución no excluyen el aporte metasomático. El autor se inclina sin embargo a admitir un papel preponderante de la exsolución como causa primera de la formación de las pertitas, limitando el reemplazo al carácter de factor concurrente, capaz de concretar los aspectos texturales del grosor de las pertitas elongadas y sus bifurcaciones, y la formación de "manchas". Generalizando, *estima que quizás la exsolución sea el factor imprescindible en toda formación de pertitas*, lo que equivale a decir que estas son siempre, inicialmente, un fenómeno de exsolución, y que *los reemplazos por sí mismos no pueden dar lugar a la formación de pertitas, precisando una exsolución previa o simultánea que los encauce hacia el tipo textural propio de la pertitización.*

IV. Origen de las mirmequitas del Leucogranito

El origen de las distintas mirmequitas del leucogranito no es único. Lo que se trata de establecer es un esquema del proceso de consolidación de la roca, en el cual tengan cabida lógica los crecimientos de mirmequitas de los distintos tipos.

Las mirmequitas del *tipo F* ya han sido consideradas como pertitas mirmequíticas preponderantemente exsolutivas. En las otras mirmequitas la exsolución del feldespató alcalino no aparece como factor determinante de su desarrollo, aunque en una de ellas, las intersticiales, no puede descartarse su participación.

Es conveniente considerar separadamente el origen 1º, de las mirmequitas intersticiales (B); 2º, de las mirmequitas que se hallan interpuestas entre plagioclasa más básica y micropertita (A, D); 3º, de las mirmequitas aparentemente independientes de núcleo o grano adyacente de plagioclasa (C, E) que pueden ser referidas a las anteriores, o constituir casos de dudosa interpretación.

1º *Las formaciones de albita y mirmequita intersticiales, incluyendo las mayores, próximas al tipo C.*

A juicio del autor corresponden a la mirmequita II de Drescher-Kaden, desarrolladas en la fase póstuma de la cristalización de la roca, por cristalización directa de derivados magmáticos ricos en sodio, o reemplazo de tipo hidrotermal, en ambiente deutérico, de los bordes de los grandes cristales de microclino, quizás con participación de material proveniente de la exsolución de este último.

Muchos de los granos o cristales de albita más pequeños carecen de granos o vermes de cuarzo, mientras que en otros éstos están bien desarrollados, siendo característico en esos casos que no lleguen a los bordes de los granos de albita en contacto con microclino, desarrollándose como una estructura interna. Los crecimientos mirmequíticos algo mayores, penetrativos en microclino como festones suelen tener los vermes cuarzosos en disposición subradial, en correspondencia con el avance de la albita dentro del microclino, igualmente con independencia del borde externo. La extinción óptica de los granos y tallitos cuarzosos puede ser simultáneas en una misma mirmequita o por grupos. Esto no es rígido pero es lo más característico y frecuente. En algunos casos, siempre en las mirmequitas mayores (transición al tipo C) existe disposición arborescente de pequeñas cuñas de cuarzo que extinguen simultáneamente lo cual recuerda la estructura micrográfica. Estos rasgos estructurales permite descartar toda posibilidad de que el cuarzo se forme por un avance corrosivo desde el exterior de los granos, *pudiendo concluirse que los granos y vermes cuarzosos se disponen como una formación interior*, y muchas veces adaptándose a la forma de la mirmequita, como si se hubiera constituido al crecer ésta. Ello indica contemporaneidad de cuarzo y plagioclasa en la mirmequita. Cabe suponer un intercrecimiento de tipo micropegmatítico, por consolidación de mezcla eutéctica o bien que ha habido una segregación de sílice al crecer la plagioclasa sódica, por la naturaleza química de la solución depositante, o por liberación de exceso de sílice en función de la incorporación de calcio en la estructura. El desarrollo de la mirmequita ha sido regido por el crecimiento de la plagioclasa, disponiéndose el cuarzo pasivamente. Esto explica la apariencia de esqueleto o nervaduras que adoptan los vermes de cuarzo, lo cual podría ser el resultado del crecimiento rápido de la albita en los espacios intersticiales. Este crecimiento ha sido en parte invasor y corrosivo en microclino, dentro del cual penetran las mirme-

quitas. *Es decir el porceso ha sido cristalización intersticial y reemplazo marginal de feldespato potásico.* El origen exolutivo de las pertitas en esta roca no desacuerda con esa interpretación, por cuanto puede admitirse que los derivados albíticos, se concentraron intersticialmente por el impedimento de penetrar en los granos feldespáticos mayores ya formados.

La aparente penetración de mirmequita dentro de microclino puede ser interpretada de otra manera, suponiendo que el microclino terminó de cristalizar después que la mirmequita, a cuyas formas saliente cubrió, dando la impresión, en el corte, de ser reemplazado. Esta ieda parece ser válida en el caso de las mirmequitas A y D interpuestas entre microclino y plagioclasa, pero puede extenderse con reservas a las mirmequitas intersticiales, dependiendo ello de la exacta delimitación de las etapas de la secuencia mineralógica.

Dada la localización de estas mirmequitas entre granos mayores de microclino, no puede omitirse considerar la posible participación de la exsolución en la formación del material albítico, por concentración proveniente de ambos cristales adyacentes de micropertita, según las ideas de Gates (1953) y de Tuttle (1952) ya comentadas. No se aprecia ninguna correspondencia sugestiva entre las pertitas y mirmequitas, y en un sólo caso se observó orientación óptica similar en ambas. Puede admitirse que la exsolución del material alcalino no ha obrado activamente en los márgenes de los cristales, y que solamente granos pequeños intersticiales pueden ser puramente exolutivos. Si bien una discontinuidad muy neta entre dos cristales en exsolución es un lugar muy apto para la separación de fases cristalinas, si la exsolución se produce cuando aún persisten derivados magmáticos intersticiales residuales, el material exuelto no ha de depositarse o meramente separarse, sino que es posible que se mezcle con aquél, por lo cual aún en el caso de existir exsolución extracristalina, el origen de la cristalización intersticial no provendría exclusivamente de esa fuente.

2º Mirmequitas interpuestas entre plagioclasa más básica y micropertita.

Es decir mirmequitas en contacto con micropertita, adyacentes o penetrativas en ésta, y plagioclasa del agregado granoso (tipo A) o de inclusiones (tipo D).

Se supone que ambos tipos se han formado por causas análogas, como resultado de un crecimiento secundario de plagioclasa, durante la cristalización de feldespato potásico. Son en ese sentido mirmequitas pre-

microclino, como las del tipo I de Drescher-Kaden, pero el origen, atribuido es distinto al supuesto por dicho autor, y constituye en cierto modo una nueva interpretación sobre el origen de las mirmequitas, o una reunión de ideas conocidas con una ubicación determinada en la secuencia mineralógica de la roca. No implica reemplazo de feldespato potásico (a pesar de detalles estructurales aparentes que así lo sugieren), ni corrosión de plagioclasa, sino una neoformación de plagioclasa sódica en condiciones muy particulares de crecimiento quizás muy rápido, en la etapa final de consolidación de la roca con segregación de cuarzo vermicular.

Las consideraciones más importantes en esta cuestión son las siguientes a) la localización de las mirmequitas en el contacto entre microclino y plagioclasa es indicadora de la participación de los dos minerales —si bien de distinto modo— en su desarrollo. Esta idea ha sido básica en la interpretación de mirmequitas, según Sederholm y Becke. Esta disposición deja abierta la posibilidad de que la mirmequita sea un fenómeno anterior o posterior a la formación del feldespato potásico, como lo han entendido respectivamente Drescher-Kaden y Becke. Las relaciones de penetrabilidad en uno u otro mineral —sobre todo en el microclino— han sugerido ideas de metasomatismo o reemplazo, y la corrosión de plagioclasa por el feldespato alcalino posterior (Michel Levy, Drescher-Kaden). Tuttle (1952) ha concebido la albita intersticial entre microclino y plagioclasa como resultado de la exsolución extracristalina, pudiendo extenderse esta interpretación a las albitas intersticiales con ciertos crecimientos cuarzosos de tipo mirmequítico. En el leucogranito los crecimientos albítico-mirmequíticos como rebordes sugieren claramente un *crecimiento secundario de plagioclasa sódica*. Estos rebordes no difieren de los comunes en fenocristales de rocas volcánicas, sobre todo andesitas, en las cuales plagioclasa básica o media se halla marginada por albita. La diferencia estriba en el *ambiente de formación*, dado que estos, el reborde por lo general desarrollado alrededor de todo el fenocristal, no guarda relación determinada alguna con la vecindad de otro cristal de feldespato potásico: resulta simplemente de la deposición cristalina sobre una plagioclasa libre en un medio fundido capaz de consolidar en vidrio.

En las rocas plutónicas, incluyendo en ellas las migmatíticas, y quizás también en las de consolidación no tan profunda, como cuerpos hipabisales, filones diabásicos, etc. la cristalización póstuma se efectúa en cambio en un ambiente limitado, en el cual puede tener particular in-

fluencia la naturaleza pegmático-hidrotermal del magma, influida por la marcha de la cristalización de otros minerales. En el leucogranito el intercrecimiento se halla colindando con microclino. ¿Cómo puede explicarse el fenómeno admitiendo que el reborde es un crecimiento secundario? La idea de la exsolución del feldespato potásico sobre plagioclasa vecina, que hace de núcleo de precipitación, es atractiva, y encuadra con la interpretación exolutiva de las pertitas, pero falla en explicar los límites nítidos exactamente paralelos al contorno del cristal originario de plagioclasa, en contraste con la mayor irregularidad del límite de las pertitas. La explicación aquí expuesta ve la localización como un fenómeno contemporáneo del crecimiento del feldespato potásico ya semi-desarrollado. Los cristales de plagioclasas que han concluido de cristalizar mientras el microclino continúa aún haciéndolo, han recibido un aporte superficial de las mismas soluciones o magma muy evolucionado de las cuales se separa feldespato potásico. *La plagioclasa ha obrado como núcleo pasivo receptor de albita (con Ca y exceso de SiO₂) solamente donde se halla creciendo el feldespato potásico.* El descenso de temperatura ha disminuído las posibilidades de mayor incorporación de sodio en el feldespato potásico, o más simplemente se ha pasado al campo por debajo de la curva del solvus, según el diagrama Si₃O₈AlNa - Si₃O₈AlK en presencia de agua (Bowen y Tuttle, 1950), es decir la cristalización ha entrado en el campo de los feldespatos alcalinos por debajo de 600° C. Heinrich (1953) por otra parte ha señalado una disminución de pertitas de exsolución en el microclino más tardío en la secuencia mineralógica de pegmatitas. Por ello se concentra el sodio, y más aún por activa cristalización de feldespato potásico y se deposita como reborde sobre la plagioclasa. El proceso concluye con la puesta en contacto del microclino y la albita mirmequítica, cuya formación ha impedido el contacto directo entre microclino y plagioclasa originaria. Estos márgenes se hallan también en muchas inclusiones de plagioclasa dentro del microclino. La atribución de un origen igual al del caso anterior puede ser objetada por el supuesto carácter temprano de las inclusiones, anteriores al óptimo de separación entre ambos feldespatos alcalinos. Pero debe tenerse en cuenta que, tal como lo señaló Bowen y lo detaca particularmente Shand (1947, pág. 106) al tratar el orden de cristalización en rocas eruptivas, que la ubicación de un cristal incluído en el centro del mineral incluyente según se ve en el corte, no es prueba de que se encuentre en el centro del cristal, dependiendo ello de la dirección del plano del corte. Las inclusiones con reborde albitico se hallan rodeadas totalmente por éste, a diferencia de la pla-

gioclasa del agregado de la roca, y el rebordes es más delgado, por interrumpirse el proceso de crecimiento secundario prontamente debido al crecimiento del feldespato potásico.

b) Los contactos entre plagioclasa y microclino carentes de interposición mirmequítica, serían el resultado del reemplazo de aquélla por este último, en el microgranito. Esto es muy interesante porque significa que la corrosión de plagioclasa por feldespato potásico no produce mirmequitas salvo la excepción ya señalada, como habría que suponer según las ideas de Drescher-Kaden. Estas relaciones de reemplazo son en rocas granosas en general más comunes que el desarrollo de mirmequitas. En el leucogranito es a la inversa. La relación de velocidad de crecimiento entre feldespato potásico y albita mirmequítica, puede ser determinativa del espesor de esta última, que puede ser nulo en casos particulares, y además llegar a producirse el reemplazo de la plagioclasa por el feldespato alcalino posterior.

c) Las penetraciones de mirmequita en feldespato potásico han sido explicadas por distintos autores como reemplazo en este último o bien como corrosión de la plagioclasa o de la mirmequita por el feldespato alcalino posterior. Las interpretaciones son sugeridas por las formas curvas y festoneadas de esas penetraciones, y es muy posible que en muchos casos ambas interpretaciones sean ciertamente correctas.

Knup (1958), por ejemplo, ilustra casos muy evidentes probatorios en apariencia de las ideas de Becke. En general es acertado pensar que una única interpretación genética de la formación de mirmequita no ha de cubrir los diferentes casos que pueden hallarse en rocas graníticas y gnéissicas o migmatíticas, ya que un mismo resultado mineralógico y aún estructural por relación íntima entre dos o más minerales, puede originarse por distintos procesos, según ha demostrado la experiencia de los estudios petrográficos. El autor esboza un enfoque distinto del origen del crecimiento penetrativo de la mirmequita en el feldespato potásico, *suponiendo que la mirmequita lobulada concluyó su crecimiento antes que el microclino, el cual por lo general no fué afectado por corrosión. La forma del contacto sería entonces la del límite del desarrollo de la mirmequita, al cual se adaptó el último crecimiento de microclino.* Se comprende que este proceso admite formas diversas de mirmequitas, y distintos grados de penetración, según como se haya desarrollado el crecimiento. Este puede perfectamente haber respetado la forma de la superficie de deposición, dando rebordes paralelos al límite interno, o bien haberse producido quizá en forma muy rápida, dando formas lo-

buladas y festoneadas, y aún arborescentes, semejantes a los crecimientos de geles.

Si la forma de la mirmequita es el resultado de su crecimiento, es de esperara que los tallitos o vermes cuarzosos se dispongan de manera acorde con ello.

d) Efectivamente la disposición de los vermes cuarzosos se halla también en relación con el crecimiento lobulado de la mirmequita. Esto se ve muy bien en las mirmequitas más características (A, C) en las cuales el cuarzo se desarrolla en abanicos y vermes muy largos, y en los casos de *mirmequitas zonales* (lám. II, figs. 1 y 2). *Los crecimientos cuarzosos se han desarrollado desde el borde interior hacia el externo, y los vermes se apoyan muchas veces sobre el borde interior divergiendo hacia afuera. La interrupción del crecimiento de la mirmequita y su reanudación forma zonas; una nueva generación de vermes cuarzosos crece en la nueva zona, siempre en correspondencia con la convexidad de la mirmequita.* La interrupción del crecimiento se suele marcar por una línea bastante definida de puntuaciones que separa las dos zonas. La plagioclasa es similar en ambas, o ligeramente más sódica en el exterior a juzgar por los índices de refracción. *Estos rasgos estructurales no concuerdan con la idea de la penetración de cuarzo o de grupos SiO_4 desde el exterior, sino más bien con su separación durante el crecimiento de la mirmequita, lo que significa que el cuarzo sería contemporáneo con la plagioclasa asociada.*

En una inclusión de plagioclasa en microlino (lám. I, fig. 3) se observa una particular disposición del cuarzo como un largo verme situado a lo largo del contacto neto entre la plagioclasa y el reborde albítico. Esta disposición no sugiere penetración desde el exterior, pudiendo deberse al encierro o atrapamiento de cuarzo al iniciarse el crecimiento del reborde.

e) En cuanto a la extinción óptica de los distintos vermes asociados es frecuente que sea simultánea para un conjunto de ellos o para la totalidad de una mirmequita. Este rasgo estructural no es indicador de un determinado origen de los vermes, sugiriendo solamente que se han formado como si constituyeran una sola unidad cristalina, lo cual es difícil de explicar cualquiera sea la teoría sobre el origen de la mirmequita, debido a la independencia entre los distintos vermes cuarzosos. *Pero puede admitirse un control estructural de la red de SiO_4 de la plagioclasa sobre la disposición de los núcleos de crecimiento de cuarzo.*

f) *Las relaciones entre los vermes cuarzosos y las maclas de la plagioclasa asociada* son un posible indicio de la secuencia de ambos minerales. Lo más frecuentes es que la macla se interrumpa en todo el espesor aparente del verme, continuándose más allá de él. Esto significa que el verme cuarzoso atraviesa la lámina de macla que aparece más o menos perpendicularmente, y que el mismo ocupa casi todo el espesor de la preparación. Mucho menos frecuente, o más bien raro es observar laminillas de macla que pueden seguirse a través del verme cuarzoso. Sederholm (1916, fig. 38, lám. VII) ilustra un caso en que se observa una laminilla de macla continuarse aparentemente a través de todo el verme de cuarzo, y otras que se proyectan un corto trecho hacia el interior en ambos lados del verme o en uno solo. Sederholm supone que la laminilla de macla ha continuado su crecimiento tardíamente. Drescher-Kraden (1948, pág. 99) reproduce la figura y concluye que esa interpretación es errónea explicando que ello resulta de la corrosión por cuarzo, de la plagioclasa previamente maclada. Ahora bien, las relaciones de penetración aparentes observadas por Sederholm, son en realidad el resultado de la transparencia, por ser el verme cuarzoso de espesor menor que la preparación, por lo menos en el tramo en que se ven las laminillas de macla dentro de él. En la figura 2, lamina II, se ilustra una mirmequita zonal del tipo A del lencogranito. El trazado de las laminillas de macla puede seguirse a través del verme de cuarzo, por transparencia, por lo cual aparecen distintamente iluminadas en ese tramo. La más iluminada aparece más oscura y viceversa. Algo similar se observa en la figura de Sederholm. Ello se debe a que el cuarzo hace la laminilla sensible similar a la lámina de mica de $\frac{1}{4} \lambda$ ante la cual las dos maclas contiguas dan efectos distintos por su diversa orientación óptica. Esta relación se observa en todos los casos de aparente penetración observados. Estos caracteres no aluden a determinada relación de secuencia de cuarzo y plagioclasa asociada y desarrollo de maclas, porque el hecho de que el cuarzo cruce el límite entre distintas laminillas de macla no modifica la continuidad estructural de estas últimas. Las maclas de la plagioclasa mirmequítica se disponen según el maclado de la plagioclasa originaria. El encuentro de láminas de macla y vermes cuarzosos depende de la relación entre la disposición de éstos según el crecimiento de la mirmequita, y de la posición de aquéllas en su adaptación a la plagioclasa del núcleo.

CONCLUSION

El autor opina que las mirmequitas de los tipos A y D son *formas constructionales, desarrolladas como crecimientos secundarios de plagioclasa sódica con atrape o liberación de SiO₂ en forma de vermes o tallitos dispuestos desde el interior hacia el exterior, a veces en zonas superpuestas*. El crecimiento se realiza en la vecindad inmediata de feldespato potásico, por concentración de sodio que se precipita sobre el reborde mirmequítico en crecimiento. El cuarzo muy probablemente sea contemporáneo con la plagioclasa asociada, siendo su disposición acorde con el crecimiento de la mirmequita, muchas veces a modo de abanico en correspondencia con la convexidad de los lóbulos, que resultan aparentemente penetrativos en el feldespato potásico que concluyó de cristalizar inmediatamente después.

El cuarzo se separa: 1) por la riqueza en sílice de las últimas soluciones o derivados magmáticos, como es frecuente en los crecimientos gráficos, exista relación auténtica o no; o 2) resulta de un exceso de sílice en función de la incorporación de calcio (simultáneamente con el crecimiento) en la estructura de la albita. Es decir la incorporación estructural de Ca en condiciones variables de ajuste de la relación Si/Al puede proveer segregación de sílice al equilibrarse la estructura de la anortita en las condiciones del elevado ordenamiento, que caracterizan este mineral.

3º *Las mirmequitas sin núcleo plagioclásico tipos C y E.*

La inexistencia de núcleo plagioclásico puede ser solamente aparente, por razones de posición del corte delgado. En una roca con tan abundante cantidad de mirmequitas esta posibilidad resulta aceptable por alta probabilidad. Ello es válido para los cristales subhedrales de plagioclasa mirmequítica incluida en microlino y para las mirmequitas del agregado granoso. Estas últimas (C), tan características a veces por el gran desarrollo vermicular, pueden ser referidas a las mirmequitas intersticiales de mayor tamaño. La discusión de estos dos casos queda naturalmente subordinada a la determinación de su verdadera posición estructural.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ALLING, H., 1938. *Plutonic perthites*. — Jour. Geol., Vol. 46, N° 2, pp. 142-165.
- ANDERSEN, O., 1928. *The genesis of some types of feldspar from granite pegmatites*. — Norsk. Geol. Tidsskr. X, pp. 116-208.
- BRÜCKE, E., 1908. *Ueber Myrmekit* Mitt. der Wiener Mineralog. — Gesellsch. Tschermaks Min. u. Petr. Mitt. XXVII, pp. 381-390.
- BOWEN, N. L. AND TUTTLE, O. F., 1950. *The system NaAlSi₃O₈-KAlSi₃O₈-H₂O*. — Jour. Geol. 58, pp. 489-511.
- CHAYES, F., 1952. *On the Association of perthitic microcline with highly undulant or granular quartz in some calalkaline granites*. — Amer. Jour. Sci., Vol. 250, N° 4, pp. 281-296.
- DRESCHER-KADEN, F. K., 1948. *Die feldspat-Quarz-Reaktionsgefüge der Granite und Gneise und ihre genetische Bedeutung. Mineralogie und Petrographie in Einzeldarstellungen*. Springer-Verlag.
- EDELMAN, N., 1949. *Microcline porphyroblasts with myrmekite rims*. — Bull. Com. Geol. Finlande, N° 144, pp. 73-79.
- ESKOLA, P., 1956. *Postmagmatic potash metasomatism of granite*. — Bull. Comm. Géol. Finlande, n° 172, pp. 85-100.
- EXNER, C., 1949. *Tektonik Feldsparausbildung und deren gegenseitige Beziehungen in den ostlichen Hohen Tauern*. — Min. Petr. Mitt., LXX, 1, pp. 197-284.
- GATES, R. M., 1953. *Petrogenic significance of perthite*; en Emmons, R., *Memoir* 52, Geol. Soc. Amer., pp. 55-69.
- HEINRICH, E. W., 1953. *Chemical differentiation of multi-generation pegmatite minerals*. — The Amer. Mineralogists, Vol. 38, N°s 3 y 4. (Abstract).
- KNUP, P., 1958. *Geologie und Petrographie des Gebietes zwischen Centovalli-Valle Vigizzo und Onsernone*. — Schweiz. Min. Petr. Mitt., 38, 1, pp. 83-236.
- LAVES, F., 1952. *Phase relations of the alkali feldspars*. — II. Journ. Geol., Vol. 60, N° 6, pp. 549-574.
- MISÄR, Z., 1957. *Ovzuiku myrmekitu v sämperském granodioritu*. — Universitas Carolina Geologica, Vol. 3, pp. 147-181 (Miner. Abstracts, 13, N° 11, p. 670, 1958).
- NIGGLI, P., 1954. *Rocks and mineral deposits*.
- NORDENSKJÖLD, O., 1905. *Die krystallinen Gesteine der Magellansländern*. — Wiss. Ergebn. Schwed. Exp.n.d. Magellansländern, I, 6, 175-240. Stockholm.
- QUENSEL, P. D., 1911. *Geologisch-petrographische Studien in der patagonischen Cordillera*. — Bull. Geol. Inst. Upsala, IX, pp. 1-113.
- ROBERTSON, F., 1959. *Perthite formed by reorganization of albite*. — The Amer. Mineral. Vol. 44, N°s 5-6, pp. 603-619.
- ROGERS, J. J., 1958. *Textural and spectrochemical studies of the White Tank Quartz Monzonite, California*. — Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 69, N° 4, pp. 449-464.
- ROSENQVIST, J. TH, 1952. *The metamorphic facies and the feldspar minerals*. — Univ. I Bergen, Natur. rekke, N° 4.
- SKEDERHOLM, J. J., 1916. *On synantectic minerals and related phenomena*. — Bull. Com. Geol. Finlande, N° 48, pp. 1-148.
- SHAND, S. J., 1947. *Eruptive rocks*.

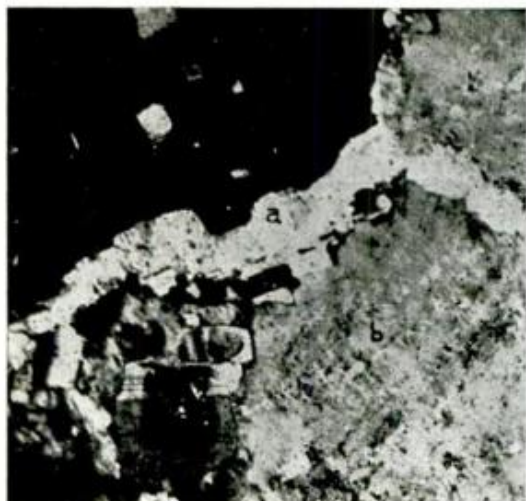
- TURNER, F. J., 1951. *Observations on twinning of plagioclase in metamorphic rocks.* — The Amer. Mineral., Vol. 36, N^{os} 7-8, pp. 581-588.
- TUTTLE, O. F., 1952. *Origin of the contrasting mineralogy of extrusive and plutonic silic rocks.* — Journ. Geol., Vol. 60, N^o 2, pp. 107-124.
- TUTTLE, O. F. AND BOWEN, N. L., 1958. *Origin of granite in the light of experimental studies in the system $NaAlSi_3O_8$ - $KAlSi_3O_8$ - SiO_2 - H_2O .* — Memoir 74, Geol. Soc. Amer.

Manuscrito recibido en agosto de 1959.

LAMINA I

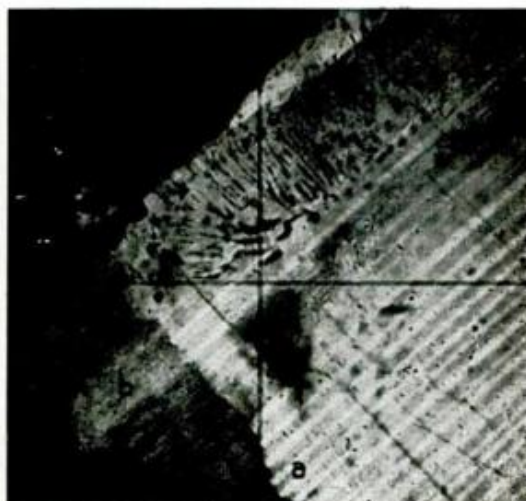
- Fig. 1.** -- *a*, albita mirmequítica dispuesta intersticialmente entre granos mayores de micropertita (*b*) ; *c*, margen mirmequítico, tipo D. Analizador intercalado. $\times 40$.
- Fig. 2.** — Reborde mirmequítico (tipo A) penetrativo en micropertita (*b*) : *a*, plagioclasa. Obsérvese la disposición de los vermes cuarzosos sobre el borde interno de la mirmequita. Con analizador. $\times 120$.
- Fig. 3.** — Reborde albítico del tipo D, en inclusión de plagioclasas (*a*) en micropertita (*b*). Un verme cuarzoso, *c*, se dispone sobre el contacto interno del reborde albítico. Analizador intercalado. $\times 110$.
- Fig. 4.** — Reborde mirmequítico del tipo A ; *b*, micropertita ; *a*, plagioclasa. Analizador intercalado. $\times 130$.

1



0,2 mm

2



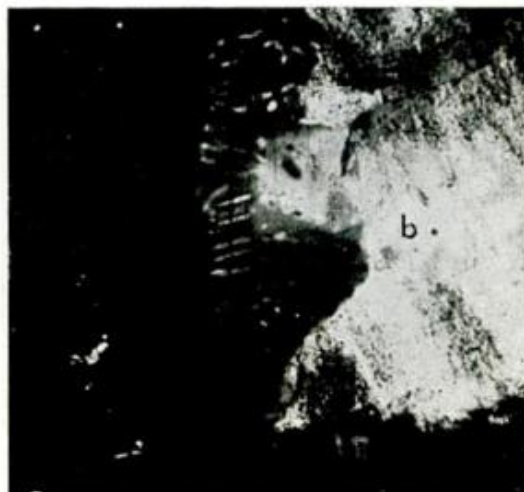
0,1 mm

3



0,1 mm

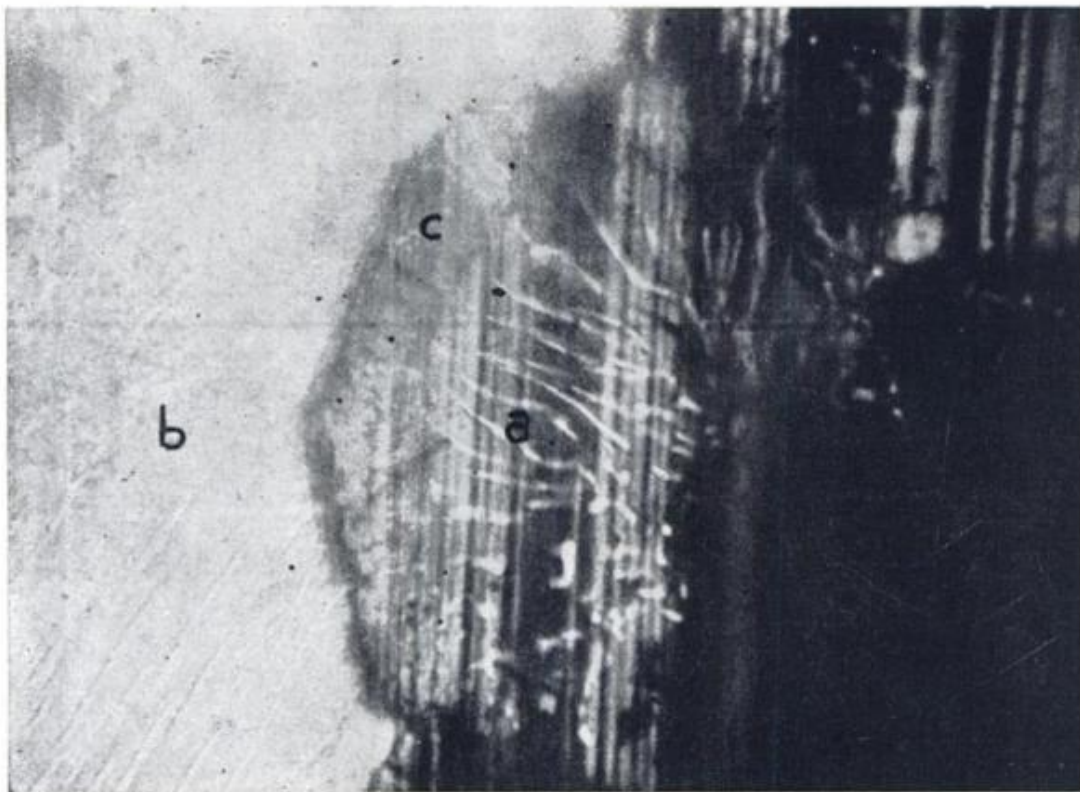
4



0,1 mm

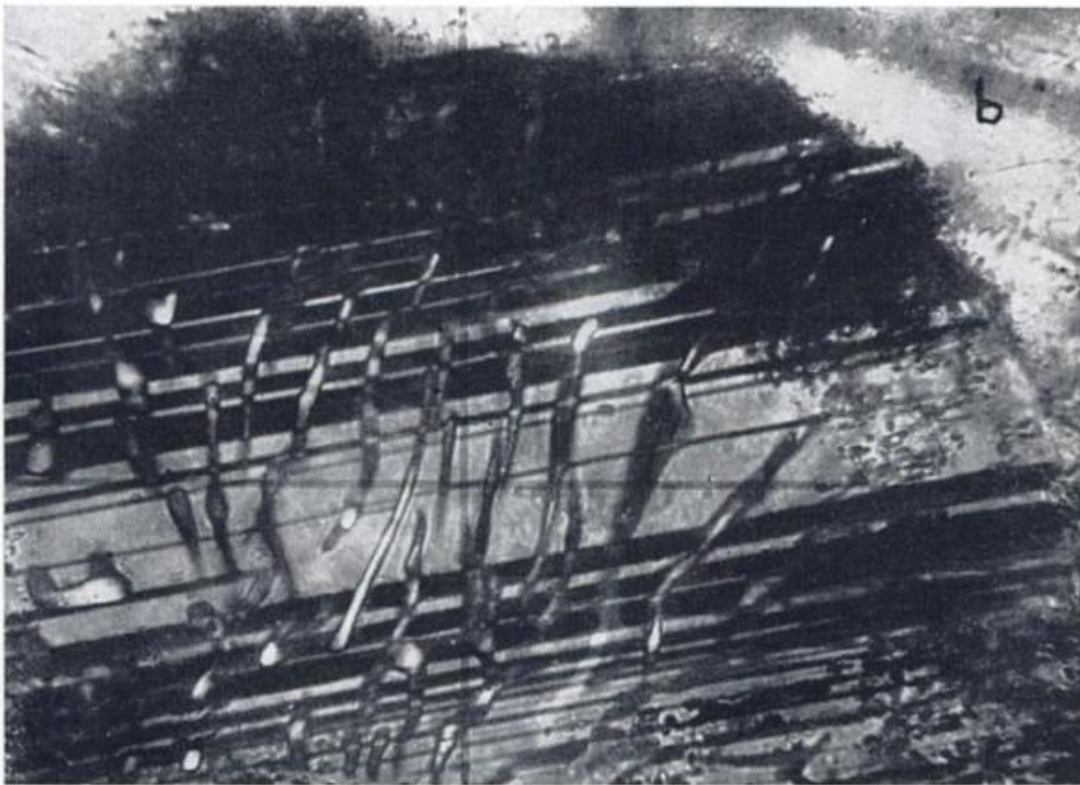
LAMINA II

- Fig. 1. - Mirmequita del tipo A, zonal, penetrativa en micropertita (*b*): *a* y *e*, zonas interna y externa de la mirmequita; *b*, microclino con pertitas filiformes y laminares. Analizador interpuesto. $\times 215$.
- Fig. 2. — Detalle de la mirmequita anterior, penetrativa en micropertita (*b*). Obsérvese la disposición de los vermes cuarzosos, semiradiales según la convexidad del borde exterior de la mirmequita, y la disposición de los vermes en la zona externa. En el cruce entre vermes cuarzosos y laminillas de macla, se advierten efectos aditivos y sustractivos del retardo en láminas contiguas de macla (ver texto). Analizador intercalado. $\times 430$.



1

0,05 mm



2

0,05 mm