

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA

(NUEVA SERIE)

TOMO VII

Geología, n° 52

LOS GNEISES ESCAPOLITICOS DE LAS RAMADITAS

VILLA UNION (PROVINCIA DE LA RIOJA)

POR

JORGE O. KILMURRAY Y A. M. IÑIGUEZ RODRIGUEZ

Extracto de la REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA (NUEVA SERIE)

Sección Geología, Tomo VII, páginas 13-29

LA PLATA

REPUBLICA ARGENTINA

1968

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA

(NUEVA SERIE)

TOMO VII

Geología, nº 52

LOS GNEISES ESCAPOLITICOS DE LAS RAMADITAS

VILLA UNION (PROVINCIA DE LA RIOJA)

POR

JORGE O. KILMURRAY Y A. M. IÑIGUEZ RODRIGUEZ

Extracto de la REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA (NUEVA SERIE)

Sección Geología, Tomo VII, páginas 13-29

LA PLATA

REPUBLICA ARGENTINA

—
1968

LOS GNEISES ESCAPOLITICOS DE LAS RAMADITAS

VILLA UNION (PROVINCIA DE LA RIOJA)

POR JORGE O. KILMURRAY¹ Y A. M. IÑIGUEZ RODRIGUEZ²

RESUMEN

Los gneises escapolíticos de Las Ramaditas (provincia de La Rioja) son rocas calcosilicáticas que se hallan intercaladas entre rocas calcáreas y gneises feldespáticos. Se hallan en el denominado Basamento de la Sierra de Maz, al noroeste de Villa Unión, formando una serie metamórfica compuesta por rocas de origen pelítico, calcáreo y calcosilicático. Las metamorfitas estudiadas están compuestas principalmente por piroxeno, escapolita, cuarzo, granate y otros componentes minerales. Los estudios mineralógicos en detalle muestran la composición de las distintas asociaciones. Se han observado evidencias de dos estadios de cristalización en las rocas estudiadas. El primero, se habría producido bajo metamorfismo de alto rango y está identificado por el par ferrosalita-escapolita (mizzonita). El segundo, que es de grado más bajo, se estima que se ha formado por debajo de la facie de anfibolitas almandínicas o comienzos de la misma. En el presente trabajo se exhiben fenómenos de reacción y se comparan con los estadios de metamorfismo mencionados. En el transcurso de trabajos en elaboración y futuros estudios se darán nuevas evidencias de estos fenómenos de polimetamorfismo.

ABSTRACT

The scapolite gneisses from Las Ramaditas (Villa Unión-Province of La Rioja), are calcsilicate rocks interbedded with marbles and gneisses. They occur in the so called Basement of Sierra de Maz. The series are composed of pelitic, calcareous and calcsilicate rocks. The studied rocks are mainly composed of pyroxene,

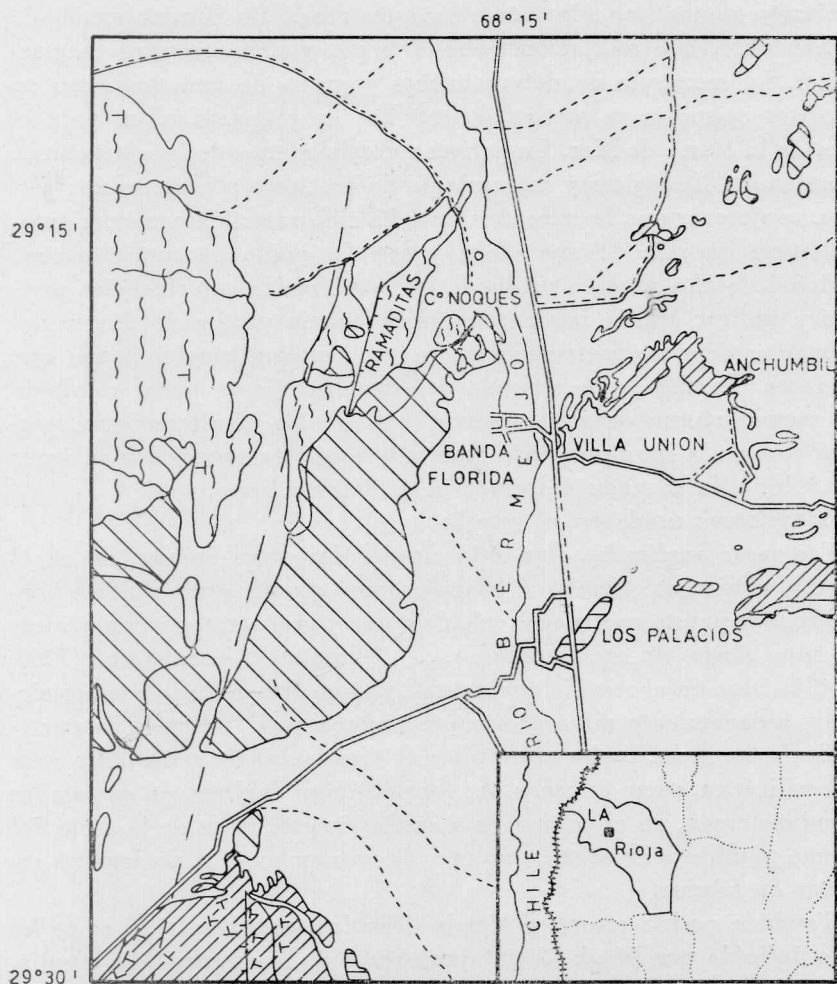
¹ Profesor Asociado, Cátedra de Petrología.² Carrera del Investigador Científico (CNICT)-(LEMIT).

scapolite, quartz, garnet and other compounds. Mineralogical details are given in this paper to show the composition of the assemblages. There is evidence of two stages of crystallisation in the concerned rocks. The first one, was formed under high grade regional metamorphism and it is identified by the pair ferrosalite-mizzonite. The second one, which is lower in grade, is thought to be formed below amphibolite facies. Reaction phenomena are compared with the above mentioned stages of metamorphism. Further evidence will be produced in the light of the new studies in preparation.

I. INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objeto estudiar los caracteres petrológicos y mineralógicos de rocas calcosilicáticas que han sido regionalmente metamorfizadas. Es parte de un estudio general que cubrirá la denominada Sierra de Maz. La zona está situada al oeste de Villa Unión, en la provincia de La Rioja y los trabajos tendrán por finalidad conocer la distribución del grado del metamorfismo en zonas y sus facies correspondientes. Las metamorfitas estudiadas han sido asignadas al Basamento Cristalino (Precámbrico) por De Alba (1954). Según este autor, los afloramientos de las áreas de Villa Unión, Las Ramaditas y Cerro Noques se caracterizan por estar formados por esquistos, en parte migmatíticos, calizas cristalinas y anfibolitas, y algunos filones de aplita y pegmatitas. La zona investigada en el presente estudio comprende el sector denominado Las Ramaditas ($68^{\circ} 16' O$; $20^{\circ} 15' S$); en el mismo, la litología está compuesta por capas calcáreas (mármoles) intercalaciones calcosilicáticas (gneises calcosilicáticos) y rocas pelíticas y psamíticas metamorfoseadas (gneises y esquistos micáceos en parte granatíferos). Se distinguen además filones de pegmatita con muscovita. Como estructuras macroscópicas se destacan pliegues de orden diverso. Dentro de las capas calcáreas se observan intercalaciones de variable espesor, formadas por una roca de grano mediano a grueso, frecuentemente bandeada, que contrasta con las rocas calcáreas que la alojan.

Rocas similares, han sido descriptas por distintos autores especialmente en Escocia, entre otros Kennedy (1949) determina el grado de metamorfismo regional progresivo en base a la mineralogía de las mismas. En Australia, White (1959), describe asociaciones con escapolita en rocas regionalmente metamorfizadas. Este último autor menciona rocas calcosilicáticas asociadas a esquistos cuarzo-feldespáticos de alto rango de metamorfismo. Destaca asimismo la presencia de



(SEGUN DE ALBA - 1954)

REFERENCIAS

	TERCIARIO		RUMBO E INCLINACION DE ESQUISTOSIDAD
	MESOZOICO		CORRIMIENTO
	PALEOZOICO		FALLAS OBSERVADAS
	PRECAMBRICO		FALLAS SUPUESTAS

Fig. 1. — Mapa de ubicación

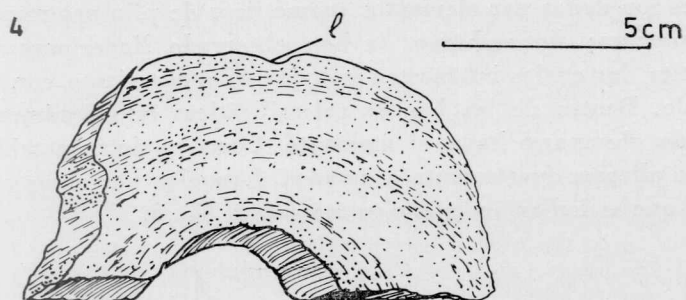
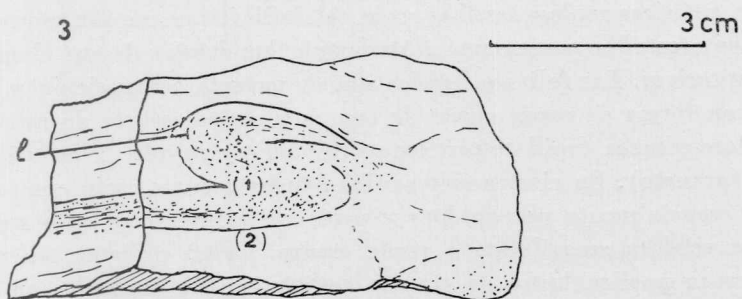
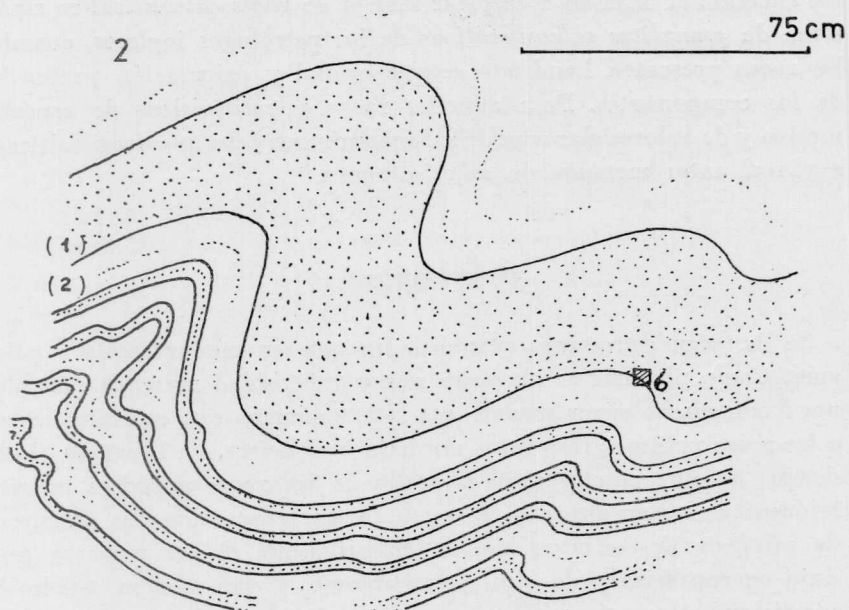
gneises y migmatitas relacionadas a estas rocas. En la zona estudiada se han observado asociaciones similares con gneises en parte migmatíticos. La secuencia de deformaciones y grado de metamorfismo en distintos episodios es motivo de estudios en preparación en toda el área de la Sierra de Maz. Un primer reconocimiento de las estructuras, asociaciones litológicas y mineralogía de las rocas aflorantes nos permite conjeturar que la serie descripta ha sido sometida a movimientos tectónicos en más de una etapa y con un grado de metamorfismo regional de alto rango a mediano. De esta forma, las evidencias parecerían indicar que la migmatización se habría producido durante el primer estadio de metamorfismo y que las condiciones físicas que actuaron después de la segunda deformación dieron como resultado un metamorfismo de grado menor. Una de las manifestaciones pegmatíticas en la zona parecería estar relacionada a una actividad ígnea posterior a la segunda deformación y metamorfismo.

Nomenclatura usada en el estudio

Las rocas analizadas, han sido clasificadas como gneises, no en el sentido clásico del término: "roca de grano grueso, generalmente bandeada, compuesta por cuarzo y feldespatos y que corresponden a rocas de alto rango de metamorfismo..." (Turner y Verhoogen (1960, p. 454), sino en el sentido estructural, ya que el bandeo composicional y ordenamiento mineral siempre imparte una "foliación" característica a las rocas. Se ha preferido este término al de granulita o roca calcosilicática, como es usada por los petrólogos ingleses, ya que ambos términos crean, en el primer caso confusión con rocas de la facie del mismo nombre y en el segundo caso es un nombre que no implica carácter de fábrica.

También podría usarse el término esquisto calcosilicático, como ha sido definido por Wenk (1963) para rocas de la composición estudiada; pero según la definición de esquisto y gneis, de Winkler (1965), las rocas de Las Ramaditas entrarían dentro de la definición de gneis.

Figs. 2-4. — 2. Mesopliegues en: (1) Gneises calcosilicáticos; (2) Mármol rosado. Parte oriental del camino que une Villa Unión con Estancia de Maz. 3. Pliegue menor, intrafoliado, que representa un relicto de planos S anteriores. El engrosamiento de las crestas y adelgazamiento de los flancos da lugar a estructuras sin «raíz» y elongadas según el eje del pliegue (1). (1) Gneis calcosilicático. (2) Mármol rosado. 4. Detalle de la fig. 2. Muestra No 6. Cresta del pliegue. Nótese la disposición bandeada de los elementos constitutivos de la roca. En rayado y punteado se ha representado la parte oscura compuesta por minerales ferrocálceos. Las partes punteadas están compuestas por cuarzo y algunos minerales oscuros.



En adelante el término a emplear será el de *gneis calcosilicático* sinónimo de *granulitas calcosilicáticas* de los petrólogos ingleses, cuando las rocas presenten bandeo composicional y orientación preferida de los componentes. Para aquellas rocas calcosilicáticas de aspecto masivo y de colores claros podrían denominarse *felsitas* calcosilicáticas, según el autor mencionado anteriormente.

II. ESTRUCTURAS

Se destacan estructuras planares, lineares en menor escala y pliegues. Como planares se observan una esquistosidad marcada por planos S con rumbo aproximadamente N-S, fenómeno éste que caracteriza a las rocas pelíticas (esquistos micáceos) y gneises. La foliación (bandeo) es un carácter muy marcado en las rocas gnéisicas cuarzo-feldespáticas y en este caso adoptan formas contorsionadas en forma de pliegues, destacándose que la gneisificación de las rocas se produjo en condiciones de alto metamorfismo, y que aún en estado de plasticidad se reactivaron los movimientos para dar lugar a las estructuras gnéisicas replegadas. Las rocas calcosilicáticas que son motivo del presente estudio poseen una distribución bandeada de sus elementos constitutivos. Las folias o bandas son de variada composición y alternan en forma de capas claras de cuarzo y capas oscuras de minerales verdoso-oscuros (epidoto-piroxeno-anfíboles) y rosados a castaño-rojizos (granate). En ciertos sectores las bandas oscuras están compuestas casi esencialmente por epidoto y piroxeno e imprimen a la roca un color verdoso amarillento a verde oscuro. Como carácter saliente se observan porfiroblastos de granate castaño rojizos incluidos en folias oscuras y en forma de cristales irregulares de hasta 4 mm. Las lineaciones son dadas por elementos geométricos de pliegues menores, ejes de pliegues; sin embargo, se han observado lineaciones minerales (biotita, las cuales intersectan los ejes de plegamiento con un cierto ángulo. Dentro de las bandas calcosilicáticas este fenómeno no ha podido observarse hasta el momento. Como carácter notable se destacan pliegues fuertemente apretados, formados por rocas calcosilicáticas que se hallan incluidas en mármoles, fig. 3.

III. PETROGRAFIA

Las rocas presentan texturas granoblásticas y porfiroblásticas marcadas. Son de grano mediano a grueso, 300 a 500 micrones; los porfiroblastos alcanzan hasta 3 y 4 mm. Hay una marcada disposición de los minerales oscuros en forma de folias de variable espesor formadas por minerales ferromagnesianos y calcáreos. La base clara de las rocas está formada por una masa cuarzosa en forma de agregados de granos anedrales y bien desarrollados.

En la misma nótase calcita asociada al cuarzo en las bandas claras y también en las oscuras. Los componentes de las muestras analizadas pueden agruparse en los siguientes tipos:

Piróxeno. Es del tipo Diópsido-hedembergita. Se halla en cristales redondeados a prismáticos de colores verdosos oscuros y asociados a escapolita.

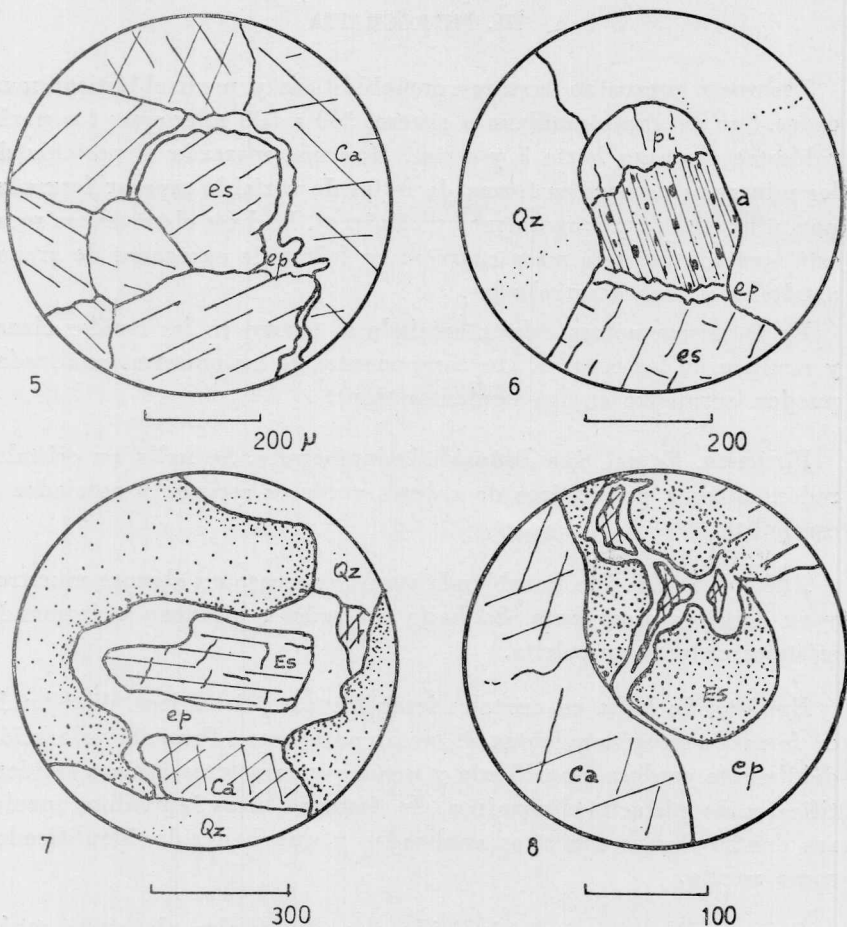
Anfibol. Es del tipo hornblenda verde, es escaso en algunas muestras y en otras es abundante. Se halla asociado a piroxeno o formando cristales aislados en calcita.

Epidoto. Se halla en cristales irregulares a prismáticos, distribuido en forma heterogénea dentro de las preparaciones. Presenta coloración débilmente verdosa amarillenta y según sus caracteres ópticos se identifica como pistacita-clinozoisita. Se destacan otros individuos incoloros dentro de las muestras analizadas y que han sido identificados como zoisita.

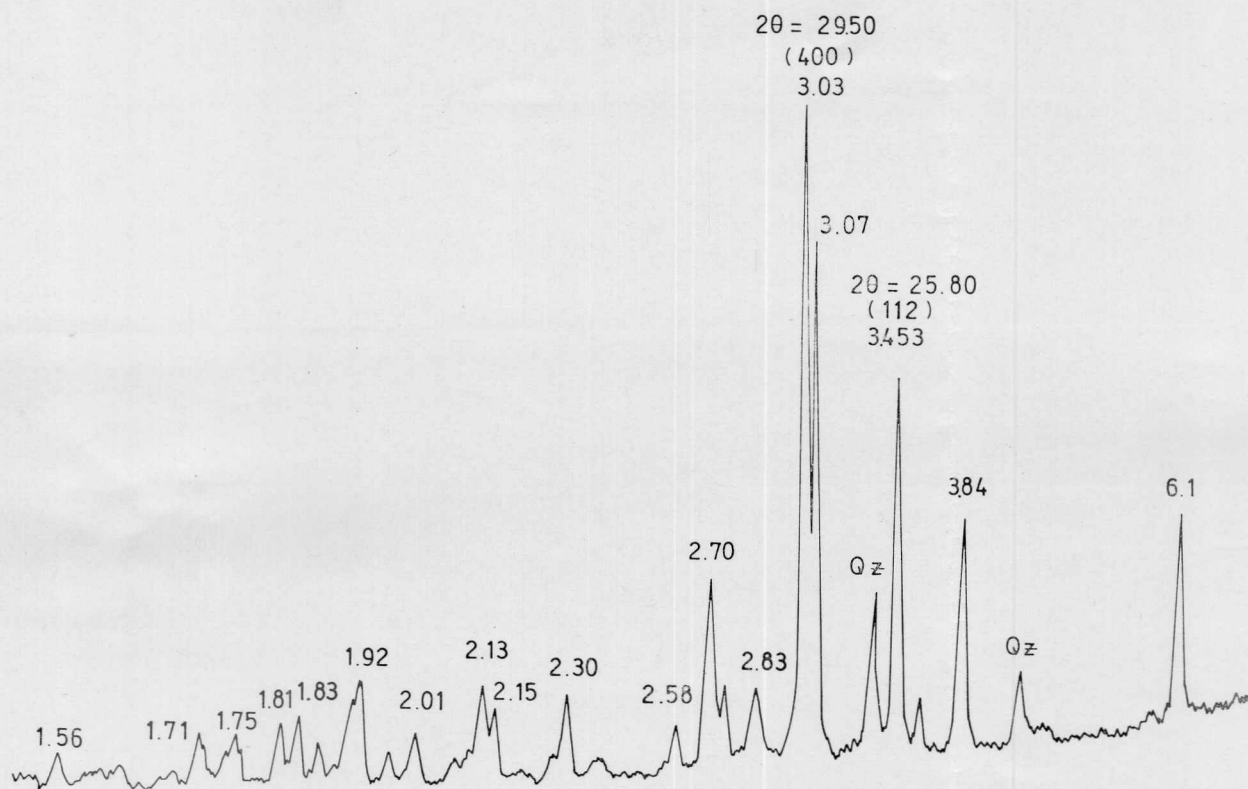
Granate. Forma grandes individuos anedrales algo elongados según la foliación y engloba parte de los minerales anteriormente citados. La coloración de los cristales de granate es variable, en la mayoría de las muestras se observan tonalidades castañas a castañas amarillentas.

Clorita. Se halla en agregados fibrosos en forma aislada dentro de las folias oscuras.

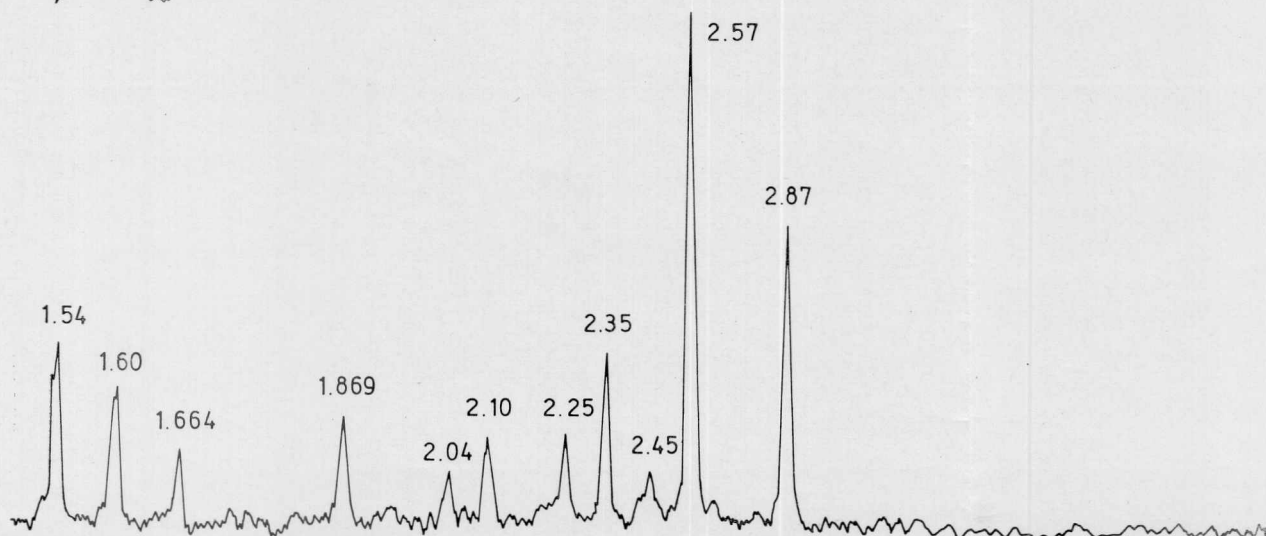
Calcita. Su distribución es muy irregular dentro de las muestras analizadas. Se halla en granos anedrales y en forma aislada o en grupos de cristales formando mosaico. Forma además venas de reemplazo.



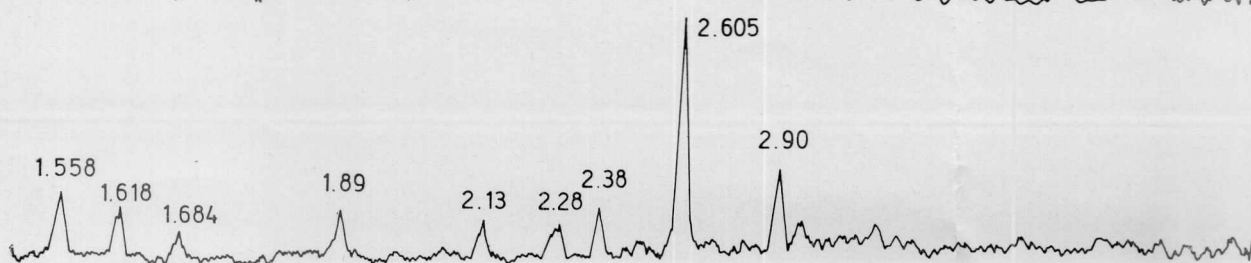
Figs. 5-8. — 5. Cristal de escapolita (es) aparece rodeado por un anillo de reacción. 6. Cristal de piroxeno (pi) ferrosalita, parcialmente reemplazado por anfíbol (a), nótese el clivaje en este material y granos de minerales opacos distribuidos a lo largo del mismo. Se destaca un anillo de reacción (ep) en contacto con escapolita (es). Sin ornamentación se ha representado cuarzo (qz). 7. Cristal de granate, englobando un grano de escapolita (es) rodeada por epidoto (ep); asociado a este mineral se observa calcita (ca) en granos irregulares. 8. Cristal de escapolita alterada en un material pulverulento castaño, atravesado por una vena de epidoto (ep) que se conecta con un cristal mayor a la derecha del dibujo. Nótese la estructura interna de la vena dentro de la escapolita. En la parte central se observa calcita de formas irregulares y adaptada a la forma de la vena. A la derecha, parte superior, el cristal de escapolita se asocia con otro del mismo mineral sin bordes claros de unión. A la izquierda del dibujo se nota calcita (ca).



Registro N°1
ESCAPOLITA



Registro N°2
ALMANDINO



Registro N°3
ESPESARTINA

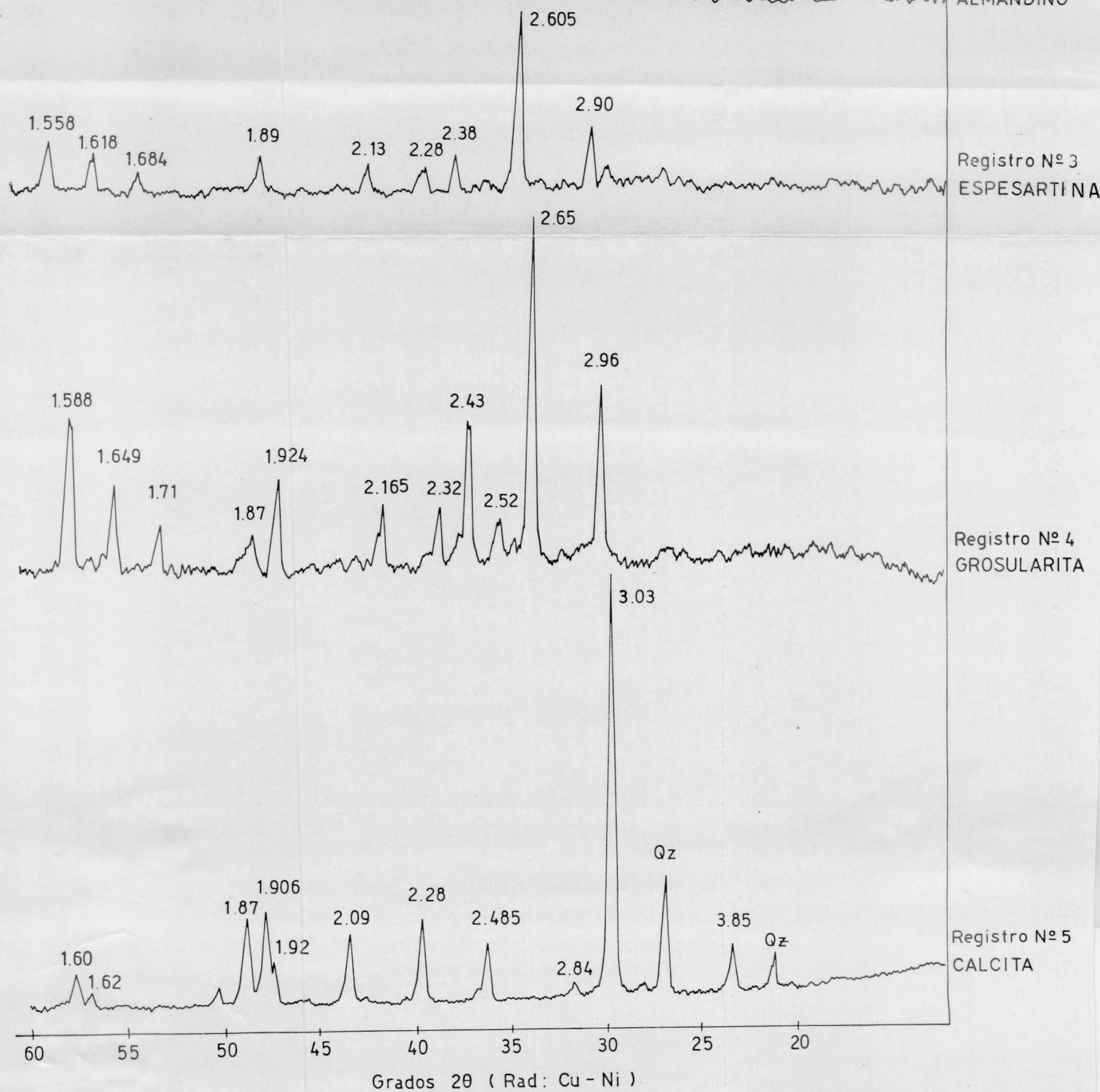


Figura 9

Plagioclasas. Se hallan formando agregados de cristales parcialmente alterados en material calcítico y sericita. En ciertos sectores de las preparaciones se observan folias delgadas de este mineral en forma de granos estirados en el sentido de la esquistosidad y compuestas por un material de aspecto sucio con escamillas de sericita y un punteado castaño no identificable. Las porciones límpidas muestran plagioclasas con maclas de albita. Su composición varía entre Labradorita-Bitownita An_{70} y Bitownita An_{75} .

Opacos, apatita y esfena. Completan la mineralogía de las muestras y se hallan en proporción reducida. Los minerales opacos se encuentran en granos anedrales independientes o asociados a anfíboles como producto de reacción, fig. 6.

Mineralogía de las rocas analizadas

Para este estudio se seleccionaron aquellos minerales que pudieran resultar de interés en futuras investigaciones; para tal fin se procedió al estudio óptico en cortes delgados, a grano suelto y por difracción de Rayos X. La separación y concentración de minerales sobre muestra triturada se logró con un separador electromagnético, obteniéndose una fracción magnética compuesta esencialmente por piróxenos y granates, y una no magnética por escapolita, cuarzo y otros minerales livianos.

Escapolita. La concentración de este mineral se realizó por medio de una separación bromofórmica ($D: 2,70$) a partir de la fracción no magnética. Para su determinación óptica se midieron los valores de índices de refracción utilizando para tal fin una mezcla de bromonaftaleno más glicerina. Los valores obtenidos son los siguientes:

X: 1,558	X: 1,552
Z: 1,585	Z: 1,580

Según la curva de Shaw (1960) que se basa en la relación $(Z-X)/2$ se obtuvieron los valores: Me 59 % y Me 72 % $\pm$ 6 % — (error de método).

Por difracción de rayos X fueron analizados cuatro muestras de escapolita, obteniéndose los difractogramas que se ilustran en el trabajo. Para la determinación del porcentaje de Meionita se utilizó el método de Burley et al. (1961), que se basa en la separación angular (2θ) entre los picos de los planos correspondientes a (400) y (112); mediante el gráfico de la fig. 10 se obtuvieron los valores del porcentaje de meionita contenida en la escapolita.

$(2\theta_{400} - 2\theta_{112}) :$	3,70	3,73	3,70	3,80
% Me:	68	67	68	56

Estos porcentajes ubican a las escapolitas estudiadas dentro del tipo *Mizzonita* (Me 50 — Me 80). Como muestra representativa se ha seleccionado la muestra N° 6 cuyo difractograma se ilustra en la figura 9, registro N° 1.

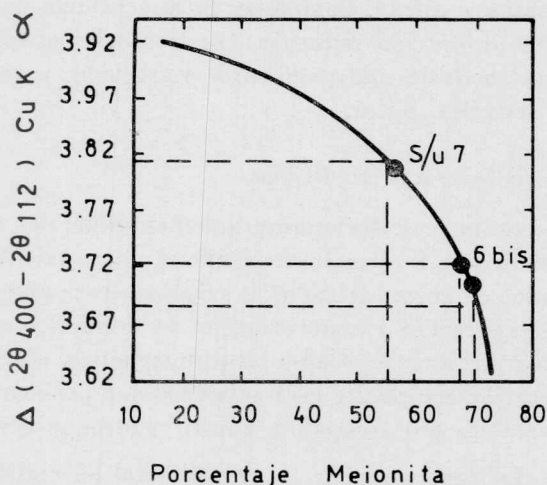


Fig. 10. — Variación en los parámetros $2\theta_{400} - 2\theta_{112}$ (Cu-K α) con la composición. (Según Burley et al., 1961)

Piroxeno. En base a mediciones de índices de refracción se determinaron los siguientes valores:

$$X: 1,705 \pm 0,003$$

$$Y: 1,712 \pm \text{,,}$$

$$Z: 1,731 \pm \text{,,}$$

Según estos valores y de acuerdo a la curva de Hess (1949), se determinó este mineral como *Ferrosalita* 55 % Ca Fe" (serie Diópsido-Hedemborgita).

Granates. La concentración de este mineral se realizó con líquidos pesados, utilizando una mezcla de Yoduro de Metileno y Yodo, que

permitió seleccionar una apreciable cantidad de mineral a partir de la separación magnética previamente efectuada. Los resultados de difracción de rayos X nos ha permitido identificar tres tipos de granate en las rocas calcosilicáticas y en los gneises biotíticos asociados. Almandino se ha hallado en las muestras N^{os} 9, 17 y 35 (gneis biotítico-granatífero, y pegmatitas con granate, en gneis). Grosularita se ha hallado en las rocas escapolíticas que nos ocupan (registro N^o 4) y finalmente espesartina en una muestra calcosilicática (registro N^o 3, fig. 9) en la cual se ha seleccionado granate de una vena clara concordante con la foliación o bandeo de la roca.

Calcita. Tanto en las rocas calcáreas (mármoles) como en las calcosilicáticas se ha confirmado la presencia de calcita únicamente, en ningún caso se observó dolomita como probable indicador de metamorfismo de bajo rango (registro N^o 5, fig. 9).

Fenómenos de reacción y orden de cristalización

El piroxeno se halla en individuos generalmente asociados a escapolita o epidoto, o bien en forma aislada. Es muy frecuente observar ciertos fenómenos de reacción entre escapolita y piroxeno o entre anfíbol y escapolita que dan lugar a la formación de epidoto. En la fig. 6 se destaca un cristal de piroxeno reemplazado por anfíbol, éste presenta segregaciones de óxido de hierro (magnetita) a lo largo de las superficies de clivaje. En el borde de unión anfíbol-escapolita se observa un fenómeno de reacción a expensas de escapolita dando como resultado un borde de epidoto. En otros sectores se nota, fig. 7, escapolita parcialmente reemplazada por epidoto y ambos minerales englobados por granate. En la fig. 8, se ha representado un cristal de escapolita penetrado por venillas de epidoto, cuya parte interna está compuesta por calcita.

De las texturas observadas en las figuras, se deduce que la escapolita y el piroxeno aparecen como par estable durante una fase del metamorfismo. En un segundo estadio o fase de transformación y en condiciones físicas diferentes se produciría el pasaje de piroxeno a anfíbol. Este último en contacto con escapolita produce una reacción directa por hidratación. En las rocas calcáreas asociadas a las calcosilicáticas se destacan los mismos fenómenos de reacción, fotomicrografías N^{os} 1 y 2, en los granos que se hallan aislados en una base calcítica.

En lo referente a granate, grosularita es compatible con las asociaciones de la primer fase, mientras que espesartina (mineral localizado

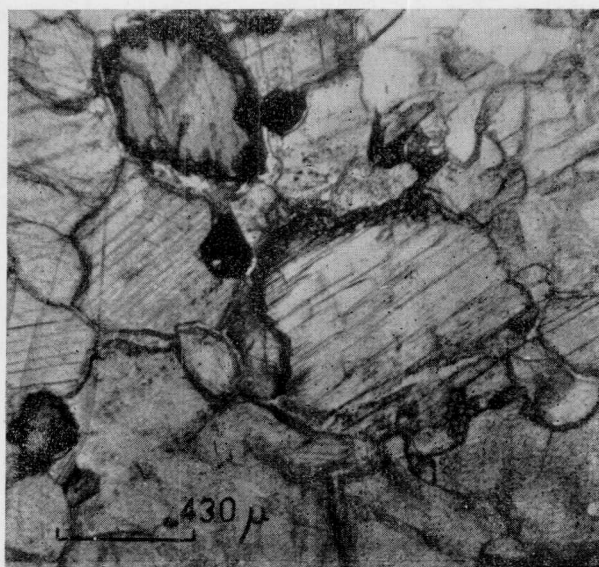
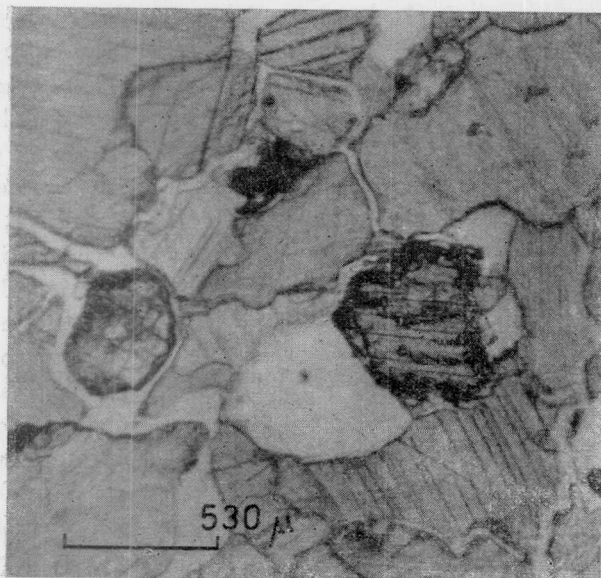
en una vena) correspondería a la segunda fase de transformación en condiciones de metamorfismo de más bajo rango ya que existen evidencias de crecimiento de granate en otras rocas de la región (granate en gneises, mostrando dos estadios de crecimiento). Desde el punto de vista textural estos granates no guardan relación con el crecimiento de ferrosalita-mizzonita, ya que se distribuyen en forma irregular y englobando parcialmente a los minerales antes citados, (fig. 7).

IV. DISCUSION

Las rocas estudiadas corresponden a sedimentos calcosilicáticos que han sido sometidos a metamorfismo en escala regional. Estas rocas se hallan intercaladas entre metamorfitas calcáreas o pueden presentarse en forma de intercalaciones, en rocas de naturaleza pelítica. En este tipo de asociaciones han sido estudiadas en Escocia por Kennedy (1949) y Kilmurray (1965), entre otros autores, en los denominados esquistos de Moine. De los estudios anteriores se desprende que las rocas de esta naturaleza no alcanzan normalmente el equilibrio metamórfico cuando la zona ha sido sometida a polideformación y polimetamorfismo, de manera tal que las paragénesis minerales encontradas en dichas rocas presentan comúnmente asociaciones en desequilibrio, Kilmurray (op. cit.).

De la secuencia mineral estudiada se deduce que el par estable en condiciones de alto rango de metamorfismo regional corresponde a: piroxeno-anortita (o en su reemplazo escapolita) dentro de las rocas calcosilicáticas o isograda de sillimanita en las facies pelíticas; mientras que la asociación hornblenda-epidoto y quizá granate, respondería a una nueva ordenación del equilibrio en una fase de metamorfismo más bajo con abundantes relictos inestables de alta temperatura. Para la segunda paragénesis se podría correlacionar con la isograda de hornblenda de rocas calcosilicáticas o isograda de biotita o granate dentro de las pelíticas.

Como confirmación de este fenómeno, se podría adelantar que en rocas pelíticas de la región se han hallado asociaciones con sillimanita, mineral índice de alto rango de metamorfismo regional en rocas pelíticas, con evidencias de deformación (probablemente relacionadas a la segunda fase). Por otra parte, la presencia de granate en dos etapas de crecimiento indicaría una evidencia más acerca de la existencia de dichos fenómenos.



1. A la derecha, cristal de piroxeno rodeado por anillo de reacción (anfíbol) en una matriz de calcita. A la izquierda, cristal de escapolita con borde de reacción (epidoto). 2. Parte inferior, cristal de escapolita con borde de reacción en la parte superior del grano (epidoto). Parte superior foto, cristal de piroxeno, (ferrosalita) con borde de reacción (anfíbol).

La formación de escapolita en escala regional ha sido referida generalmente como producto de introducción metasomática de volátiles. Sin embargo, varios autores han reconocido que las rocas escapolíticas se han formado por metamorfismo puramente isoquímico y que la escapolita se halla como producto en bandas y no como alteración o reemplazo de plagioclasas y en condiciones de metamorfismo compatibles con la facie de anfibolitas. Según Winkler (1965), la escapolita puede reemplazar a plagioclasa en las paragénesis calcáreas y a partir de la subfacie estauroilita-almandino cubriría un rango amplio de P-T. En trabajos realizados sobre gneises escapolíticos, White (1959), descarta la posibilidad de introducciones metasomáticas al sistema en equilibrio; sin embargo, Serdyuchenko (1955¹) describe escapolitas potásicas en rocas de la URSS que representarían sedimentos regionalmente metamorfizados que contenían en su cuenca depósitos salinos, de manera tal que el material volátil sería proveniente de la misma formación. En el presente estudio, se postula que la formación de escapolita ha sido desarrollada bajo condiciones isoquímicas, pero al mismo tiempo no se descarta la posibilidad de que durante el “pico” de metamorfismo donde se produjo una cierta movilización de material, es decir gneisificación y principio de anatexis, se haya producido una introducción de elementos volátiles que provienen de las sedimentitas metamorfoseadas.

Entre las estructuras de reacción microcópicas observadas deben tomarse en cuenta aquellas que representan reacciones entre fases hidratadas y anhidras. Según White (op. cit.), se confirmaría la reacción:

- (1) meionita + agua $\rightleftharpoons$ epidoto + CO₂
- (2) meionita + calcita + cuarzo $\rightleftharpoons$ grosularita + CO₂
- (3) meionita + piroxeno $\rightleftharpoons$ grosularita + calcita + cuarzo

Para la reacción de anfíbol:

- (4) ferrosalita + agua $\rightleftharpoons$ anfíbol + óxidos de Fe

que produciría el anillo de reacción con escapolita:

- (5) anfíbol + agua + escapolita $\rightleftharpoons$ anfíbol + epidoto +
+ escapolita + CO₂

Para la reacción (1) se postula la introducción de agua, posterior a la segunda fase de deformación del complejo metamórfico, fenómeno éste que se generaliza en todo proceso de diafioresis donde se introduce agua al sistema en equilibrio. La ecuación (2) ó (3) per-

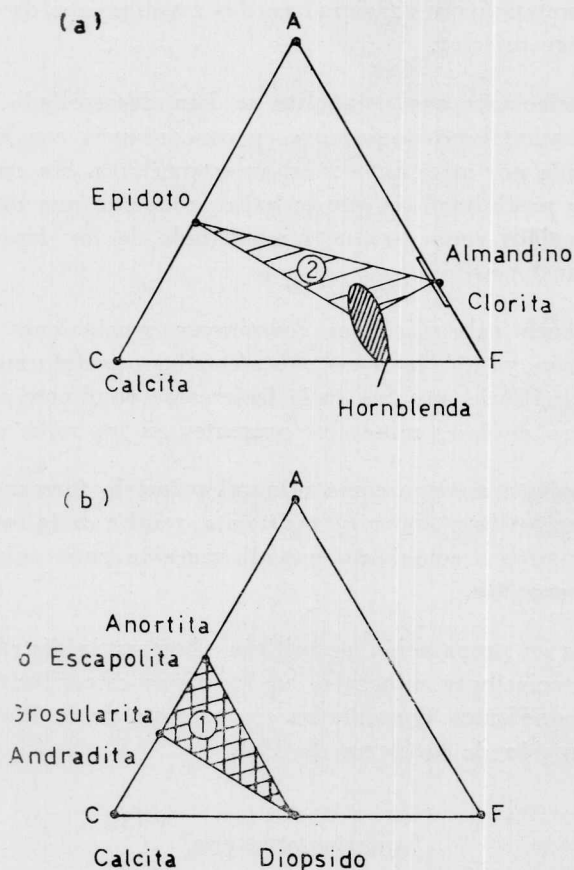


Fig. 11. — Diagramas Acf para mostrar posibles campos de estabilidad para las asociaciones minerales separadas como : (1). Piroxeno-escapolita- plagioclasa-granate-cuarzo; (2). Epidoto hornblenda-clorita-calcita-cuarzo-(granate) ; (a). Facie de Equistos verdes-Subfacie Cuarzo-albita-epidoto-almandino ; (b). Facie de Anfibolitas almandinicas-Subfacie : Sill-ortoc-almandino ; (a). Según Turner y Verhoogen. (1960) ; (b). Según Winkler. (1965)

mitiría la formación de granate a expensas del par originario: meionita-piroxeno, fenómeno éste que podría incluirse en la segunda fase de deformación y su ulterior metamorfismo en una etapa estática.

¹ En Deer, Howie & Zussman, pp. 334. 1955.

V. CONCLUSIONES

1ª Las rocas estudiadas comprenden sedimentitas calcosilicáticas sometidas a metamorfismo regional en dos estadios, uno de alto rango y otro de rango inferior.

2ª Las asociaciones con escapolita se han desarrollado en condiciones de metamorfismo isoquímico, en concordancia con la interpretación realizada por otros autores en áreas similares. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que se haya producido una introducción de material volátil como producto movilizado de los depósitos sedimentarios transformados.

3ª Los gneises calcosilicáticos constituyen asociaciones minerales en desequilibrio, ya que las rocas son afectadas por deformación y no alcanzan su equilibrio químico en la facie correspondiente como prueban el número de fases minerales presentes en las rocas estudiadas.

4ª La Mizzonita aparece como mineral primario formando un par estable con ferrosalita. Clinozoisita-pistacita, resulta de la introducción de agua al sistema o como producto de reacción entre minerales hidratados y escapolita.

5ª Estudios en preparación permitirán observar la distribución zonal de las asociaciones minerales en las capas calcosilicáticas y sus facies correspondientes, comparadas con el resto de la litología aflorante en la región de la Sierra de Maz.

AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan expresa constancia de su agradecimiento al Sr. Carlos Rapela por su colaboración en las tareas de laboratorio. El equipo usado para el análisis por difracción de rayos X pertenece al Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (Pcia. de Buenos Aires). Al Dr. M. E. Teruggi, agradecemos la lectura del manuscrito.

VI. REFERENCIAS

1. BURLEY, B. J.; FREEMAN, E. B. & SHAW, D. M. 1961. *Studies on scapolite*. Canadian Min., 6, pp. 670.
2. DE ALBA, E. 1954. *Descripción geológica de la hoja 16c, Villa Unión (Provincia de La Rioja)*. Bol. 82, Direc. Nac. de Min. Bs. As.
3. DEER, HOWIE & ZUSSMAN. 1963. *Rock forming minerals*. Vol. IV. Lonmans.
4. KENNEDY, W. Q. 1949. *Zones of progressive metamorphism in the Moine schists of the western Highlands of Scotland*. Geol. Mag., 86, 1, pp. 43-56.
5. KILMURRAY, J. O. 1965. *Polymetamorphism of the Moine Series in the Ross of Mull, Argyllshire Scotland*. Sheffield Univ. Great Britain. (en prensa).
6. HESS, H. H. 1949. *Chemical composition and optical properties of common clinopyroxenes*. Am. Min., 34, pp. 621-642.
7. SHAW, D. M. 1960. *The geochemistry of scapolite*. Part I. J. of Petrol., 1, p. 218.
8. WHITE, A. J. R. 1959. *Scapolite bearing marbles and calcsilicate rocks from Tungkillo and Milendella, South Australia*. Geol. Mag. v. XCVI, 4, pp. 285.
9. WINKLER, H. G. F. 1965. *Petrogenesis of metamorphic rocks*. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg.