

PETROLOGIA DEL GRUPO EODEVONICO DE LOLEN SIERRAS AUSTRALES (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Por RENATO R. ANDREIS

RESUMEN

La composición mineralógica y petrología del Grupo de Lolén, el más alto de la Serie eodevónica de la Ventana, es descrita con cierto detalle, en un perfil paralelo a la ruta 76. El grupo está constituido por psamitas (grauvacas cuarzosas, cuarcitas y cuarcitas feldespáticas) y pelitas, con algunos conglomerados finos lenticulares y otros de naturaleza intraformacional intercalados. El intenso plegamiento ha afectado todo el grupo, de tal manera que todas las sedimentitas han sido recristalizadas con intensidad variable, más marcada hacia las zonas basales. Del análisis microscópico (texturas y composición) se infiere que tres han sido las etapas que caracterizan los procesos metamórficos: cristalización sintectónica (responsable del clivaje de flujo), cristalización postectónica (crecimiento cristalino) y deformación postcristalina (fenómenos cataclásticos). A pesar del carácter metamórfico de esta serie sedimentaria, es posible inferir con cuidado, la naturaleza primitiva de las sedimentitas y su ambiente de sedimentación.

ABSTRACT

The mineralogical composition and petrology of the Lolén Group (Devonian), uppermost portion of Ventana Series, are here described in a section parallel to route 76. The Group is made up of psammites (quartzose graywacke, quartzites and feldspathic quartzites) and pelites, with some thin, lenticular conglomeratic intercalations and rare intraformational conglomerates. Intense folding has affected the whole Group and as a result thereof the sedimentary rocks have been recrystallized in varying degrees of intensity, but recrystallization is more evident in the lower zones. Textural and mineralogical data support the interpretation that metamorphic processes acted in three ways: syntectonic recrystallization (causing flow cleavage), post-tectonic crystallization (crystalline growth) and post-crystalline deformation (cataclastic effects). In spite of the metamorphic character of the sedimentary series, the original nature of the sedimentites and their sedimentation environment, can be inferred with certain caution.

I. INTRODUCCION

En cumplimiento del plan de trabajo elaborado por el Departamento de Geología de la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires se ha realizado el estudio de las sedimentitas clásticas, en particular las psamitas, del grupo eodevónico de Lolén, que integra la porción más alta de la Serie de la Ventana. El estudio comprende no sólo el análisis e interpretación petrológicos, sino también — a fin de completar el mismo — se han destacado detalles de la tectónica imperante y sus relaciones con la composición mineralógica y texturas de las rocas.

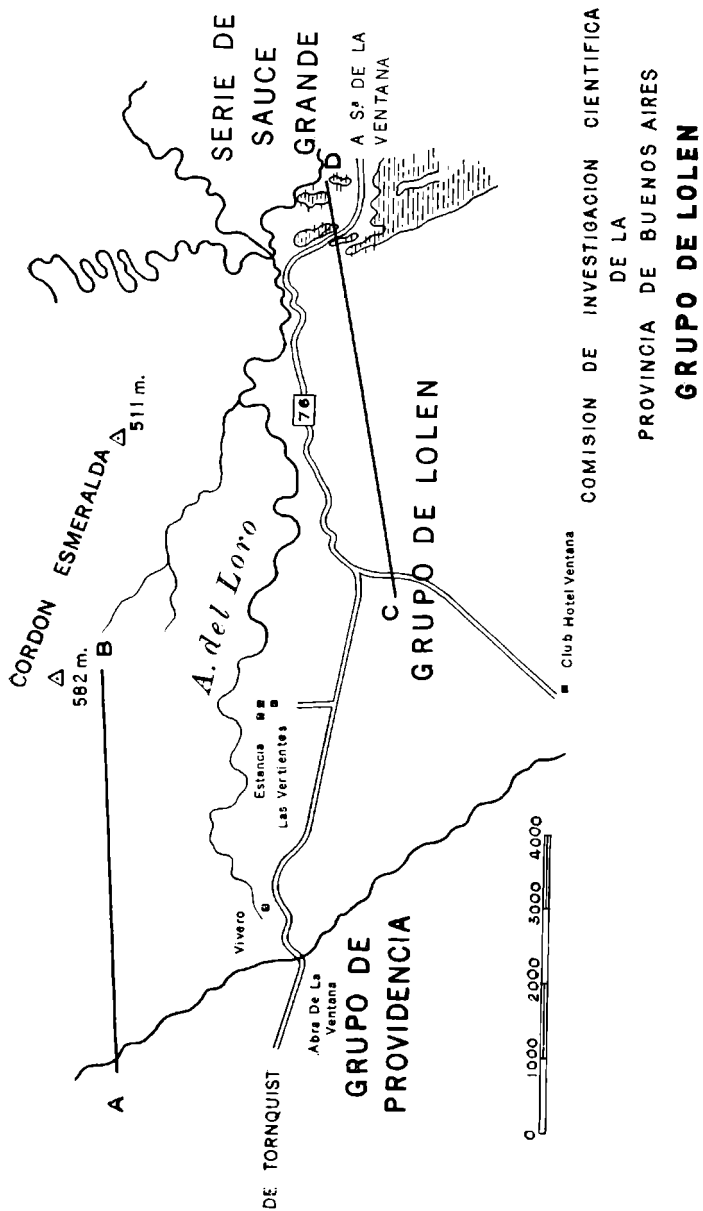
Para esto consideré necesario preparar un perfil transversal que abarcara la formación del epígrafe desde su contacto con el Grupo de Providencia hasta la discordancia erosiva que la separa de la serie Antracólítica de Sauce Grande (Sistema de Pillahuincó). El perfil, cuya ubicación puede verse en la figura 1, comprende, por causas de mejor acceso, la porción central de Lolén, atravesada por la ruta provincial nº 76 en el tramo Tornquist-Sierra de la Ventana y ha sido ejecutado en escala 1:10.000, en dos secciones que totalizan 9,4 km (fig. 2).

En general, las rocas de Lolén, por la ausencia de fósiles (excepto en la zona con braquiópodos, Andreis, 1963), unida a la complejidad de los pliegues (a lo que debe sumarse la esquistosidad y el diaclasamiento) y la carencia casi total de capas guías, impide en más de una ocasión la exploración de la estructura y estratigrafía locales. Además es difícil recoger muestras representativas en forma sistemática, debido al arduo problema de distinguir capas y aun grupos de capas, pero con todo creo haber logrado reunir una serie más o menos adecuada, cuyo análisis microscópico es motivo de este trabajo.

El grupo de Lolén está constituido por psamitas y pelitas (mayormente limolitas), con algunos conglomerados finos lenticulares y otros de naturaleza intraformacional, todo lo cual ha sido afectado por la deformación (principalmente en las secciones basales), originada en el tipo de plegamiento dominante; la principal consecuencia del mismo es la entera recrystalización de las sedimentitas con intensidad variable, más marcada hacia las zonas basales del grupo.

La nomenclatura de estas rocas y su posición en relación con los procesos deformantes es discutida en los capítulos correspondientes.

Por fin, la investigación de campo y aun de laboratorio ha sido extendida hasta incluir la faja transicional entre los grupos de Providencia y Lolén; consideré necesaria tal extensión con el solo objeto de un mejor reconocimiento ambiental de las porciones basales de Lolén.



Plano de ubicación de los perfiles.
 Base Mapa de H. Harrington (1947) ampliado a

1 : 100.000

Figura I

Deseo expresar mi agradecimiento a la CIC y al Dr. Angel V. Borrello por haber hecho posible esta investigación; a los Dres. Mario E. Teruggi y Tomás Suero, por sus interesantes observaciones, y a todos aquellos que, de una forma u otra, han contribuido al desarrollo de las tareas de campaña.

II. GEOLOGIA

En sus lineamientos generales la observación de los caracteres geológicos confirma, si bien no en su totalidad, los rasgos principales descriptos por otros investigadores y en particular Harrington en su fundamental trabajo de 1947.

Un examen detenido en el área de contacto de los grupos de Lolén y Providencia evidencia, tal como lo expresara ese autor, que entre ambos existe una relación de continuidad sedimentaria, notándose únicamente un cambio de facies, de los tipos "limpios" sin matriz de Providencia a los "sucios" con matriz de Lolén, sin mayores modificaciones — como se verá — en la mineralogía.

En la sección inferior del grupo, que incluye los horizontes fosilíferos, Harrington (1947) cita tres bancos delgados de "areniscas cuarcíticas macizas y compactas" que homologa con otros similares del grupo de Providencia; los estudios petrográficos realizados sobre muestras de esos bancos de aspecto cuarcítico (en realidad se trata de metacuarcitas feldespáticas) han demostrado que no corresponden a aquel grupo sino al de Lolén, por su naturaleza feldespática, representando facies de mayor remoción, más "limpias" que las otras basales, entre las que se intercalan.

Por otra parte, en las secciones inferior a media, la estructura lenticular es evidente y medianamente desarrollada; así, por ejemplo, metacuarcitas macizas halladas al norte del Vivero (Abra de la Ventana) no se encuentran en el área del ex Club Hotel y viceversa; allí solamente afloran sedimentitas varvadas, dadas a conocer por mí en 1962 con la denominación de varvitas, con un sentido descriptivo. Asimismo es frecuente que finos conglomerados sin selección ni transporte alguno aparezcan bruscamente entre psamitas, formando pequeños lentes de hasta 40 cm de potencia, siendo a veces dificultosa la exacta determinación de su extensión, pero con todo no parecen tener más de 2 metros. En algunos lugares de posición estratigráfica media son comunes en los miembros arenosos los conglomerados intraformacionales.

La sucesión psamítica media, de composición feldespática y colores gris verdosos oscuros hasta pardos, con intercalaciones de limolitas (transformadas en filitas), raramente de lutitas, de tonalidades

similares, marcan el comienzo de una depositación monotemática bastante regular, que continúa con menores variaciones hasta el contacto con la Serie de Sauce Grande. Allí el carácter saliente es el cambio de coloración de tonos pardo rojizos a netamente rojizos, intercalados con otros verdosos y pardos; las tonalidades rojizas son provocadas por pigmentos ferruginosos abundantes representados por hematita y goethita. Se advierten también aquí estructuras lenticulares.

En todo el grupo es frecuente hallar estructuras internas de variado origen, desde aquellas de corriente o direccionales, representadas por estratificación entrecruzada y raras ondulitas asimétricas, comunes en las áreas de mayor remoción —basales—, en las que las psamitas son más “limpias”, hasta aquellas no direccionales (varvitas) o deformacionales, tan comunes en los estratos arenosos, junto con los conglomerados intraformacionales de las porciones medias del grupo en estudio.

La potencia total de Lolén es difícil de estimar. El valor de 450 m que Harrington (1947) asigna a esta serie sedimentaria lo considero adecuado, ya que he obtenido un valor de 420 metros.

III. TECTONICA

En general el rumbo regional de la estructura es NNO-SSE, representada por una serie de anticlinales y sinclinales tumbados y apretados (zona basal) hasta asimétricos, con un flanco más o menos vertical (contacto con Sauce Grande). Asociados con ellos es común hallar una bien desarrollada esquistosidad y abundantes diaclasamiento, probablemente postdeformacional, relacionado a reiterados movimientos de ascenso de las sierras (Suero, 1957).

La reconstrucción de los pliegues no siempre es sencilla debido a que la esquistosidad enmascara muchas veces la posición real de los estratos, principalmente cuando éstos coinciden con aquélla.

Por lo común las crestas y senos expuestos son redondeados cuando están formados en psamitas, y algo más angulosos (nunca “chevron” en pelitas). Algunos pliegues muestran su plano axial con menores flexiones en el rumbo, en tanto que los ejes de otros muestran hundimiento doble, configurando, en menor escala, lo que Harrington (1947) denominara “culminaciones y contraculminaciones del plegamiento a lo largo del rumbo”. La inclinación del plano axial de los pliegues es al sudoeste, aunque suelen encontrarse algunos cuyo plano axial buza al noreste; esta inversión quizás podría ser atribuida a la existencia de amplios sinclinorios, parcialmente visibles en el terreno.

La esquistosidad se extiende (fig. 3) con rumbo 320-350°, en coincidencia con el arrumbamiento de las estructuras locales y buza al sudoeste. A juzgar por los datos recogidos en el campo, la esquistosidad está más desarrollada en las pelitas y menos en psamitas.

En el terreno se ha verificado la existencia de diaclasas bien definidas: transversales y de rumbo (figs. 4 y 5).

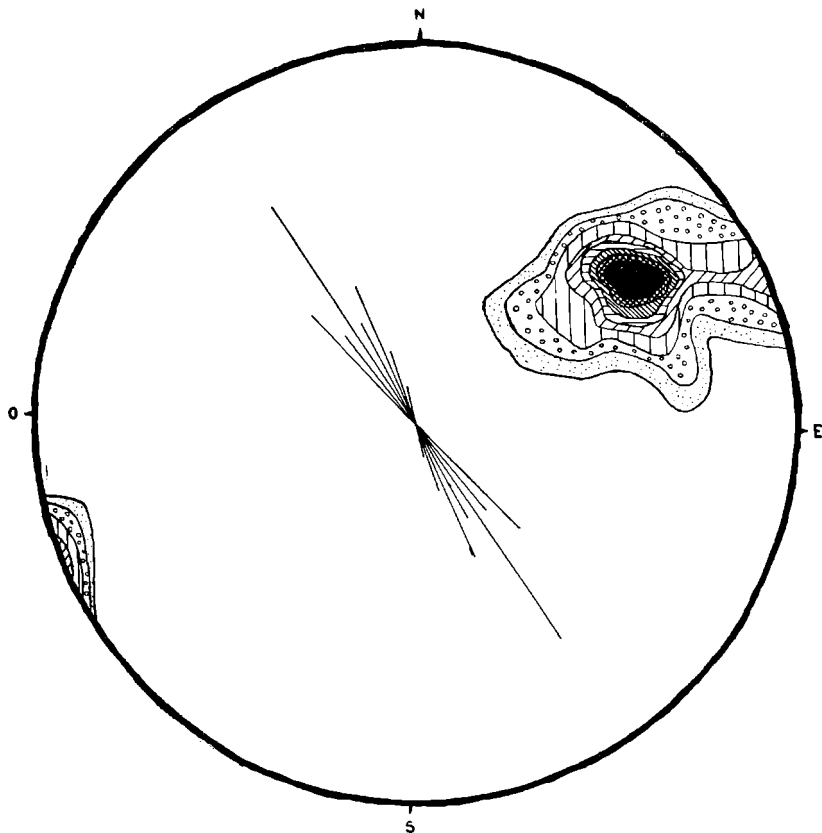


Fig. 3. — Grupo de Lolén. Rumbo y buzamiento de la esquistosidad. Curvas de contorno cada 4%. Proyección al hemisferio inferior

- a) transversales a la estructura (*ac*), de génesis tensional, con rumbo 235-280°, fuertemente inclinadas —sobre los 80°—, a verticales, rellenadas de cuarzo (venas de 2 cm) o no. Vinculadas a éstas, también verticales, de extensión reducida y haciendo un ángulo de casi 30°, son cuantitativamente importantes fracturas exentas de relleno cuarzoso.
- b) de rumbo (150-180°), irregulares, muchas veces de extensión local e inclinadas al sudoeste —más raramente al noreste— con valores oscilantes entre 20° y 52°; es frecuente el relleno de cuarzo como venillas menores de 1 cm.

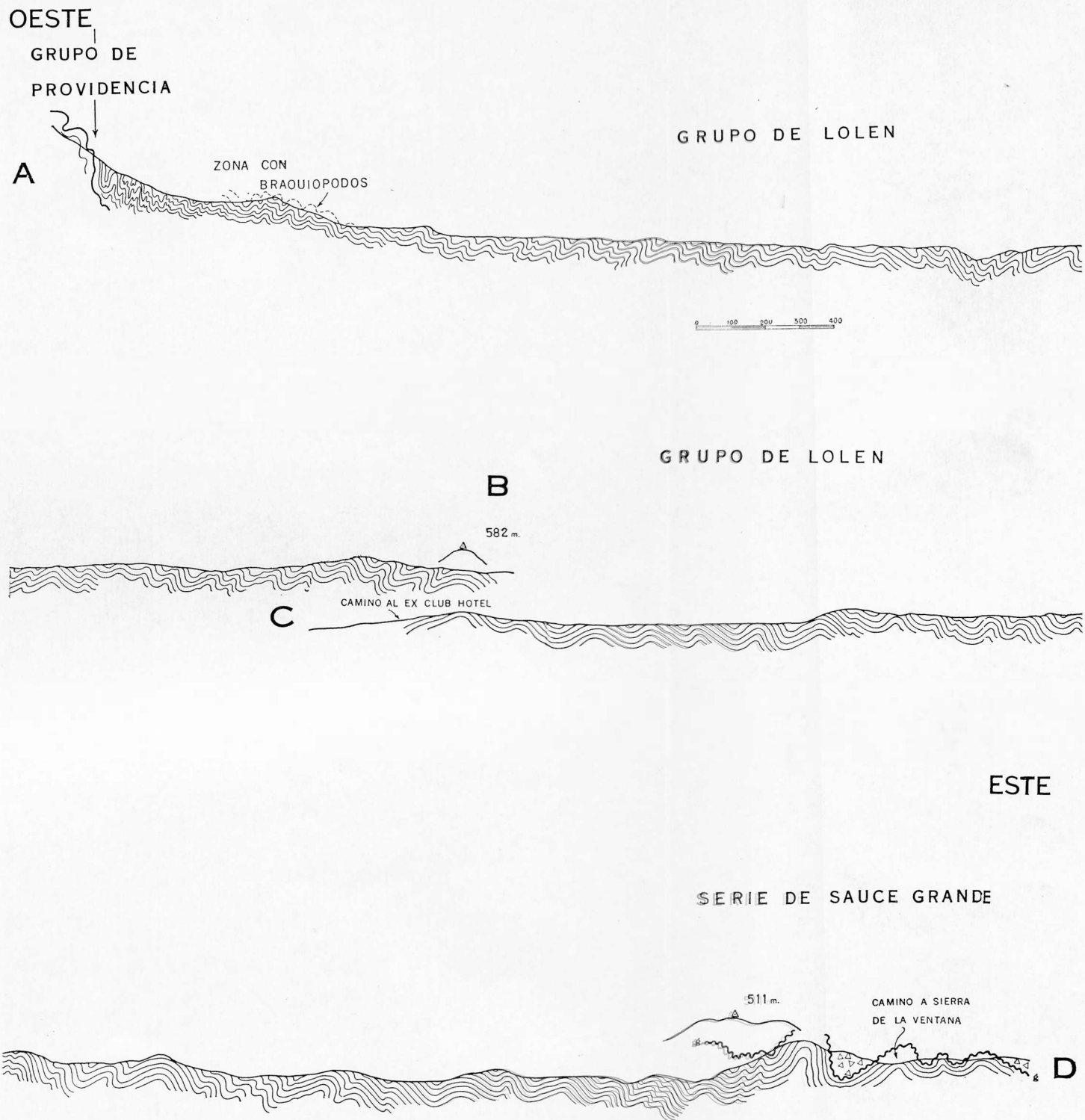


Fig. 2. — Perfil entre el grupo de Provincia y la Serie de Sierra Grande mostrando el estilo tectónico que caracteriza el plegamiento local

Con relativa frecuencia, con rumbo 202-210° y a veces 312°, se advierten pequeñas fallas de disposición subparalela y con 1 a 5 cm de rechazo que atraviesan los estratos más o menos verticalmente y desaparecen por anastomosis, siendo reemplazadas por un plano de fractura poco manifiesto.

Los diagramas adjuntos (figs. 3, 4 y 5) permiten visualizar la po-

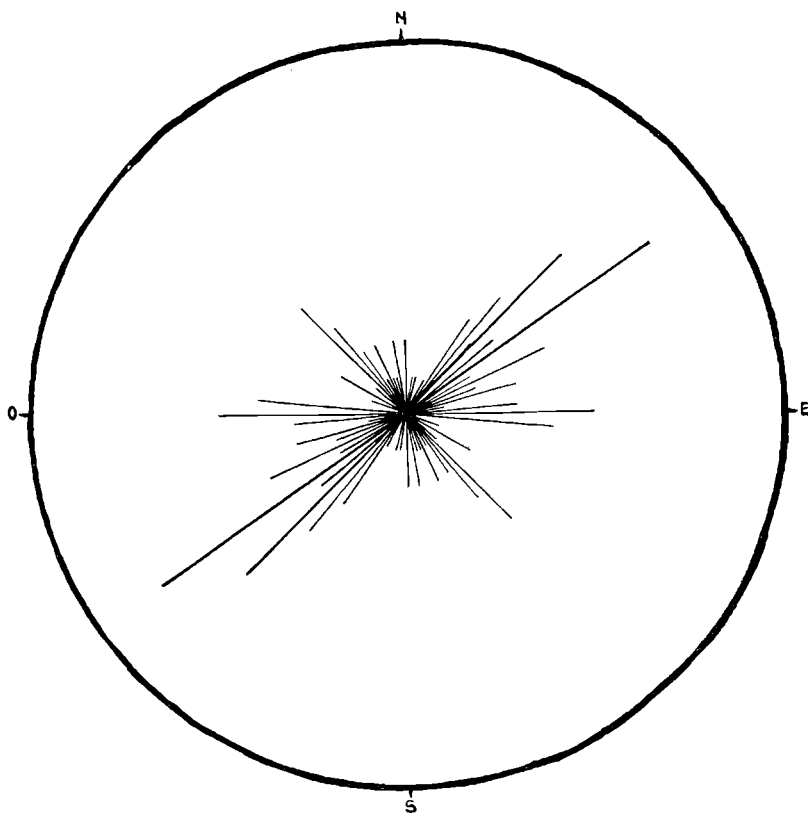


Fig. 4. — Grupo de Lolén (área del perfil). Diagrama estrellado mostrando el rumbo de 73 diaclasas

sición y relaciones entre las diaclasas y la esquistosidad, y, aunque resultado de pocas mediciones (73 y 26 respectivamente), aportan suficientes elementos de juicio para interpretar las características de la tectónica imperante.

VENAS DE CUARZO

Es común hallar en las Sierras Australes abundantes filones de cuarzo lechoso no mineralizados, cuya extensión y potencia es muy variable. Sin embargo se reconocen para Lolén, con suficiente certeza,

dós tipos fundamentales, cada uno de los cuales posee caracteres propios y posiblemente origen distinto.

Uno, pretectónico (fig. 6), se manifiesta como filones cuyo espesor máximo alcanza a 15 cm, aunque es más común hallar venas más pequeñas (5 mm), muy ramificadas, que terminan en filoncitos microscópicos; en su mayoría son más o menos concordantes con la

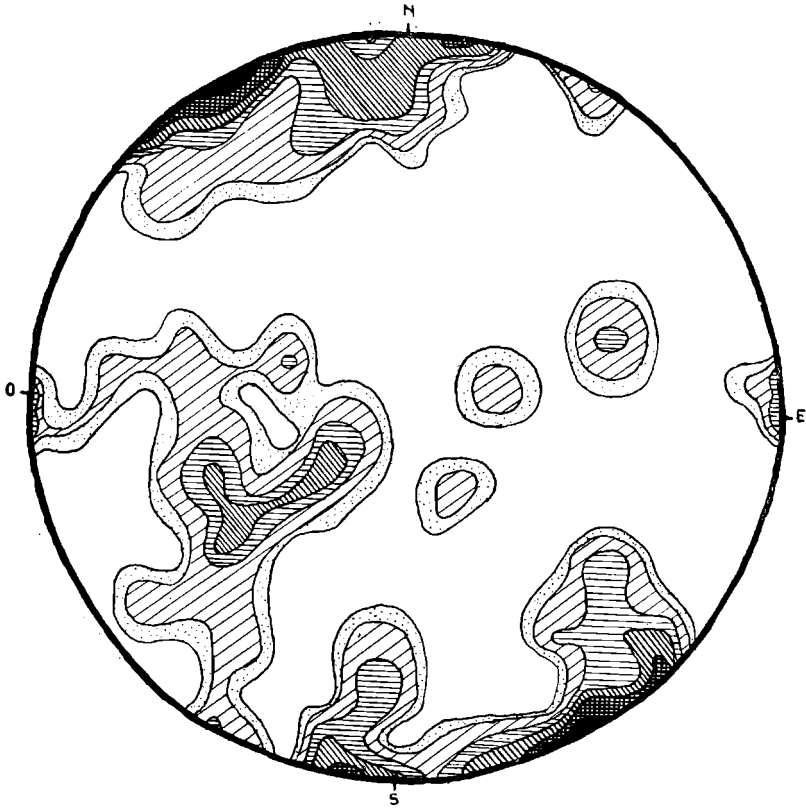


Fig. 5. — Grupo de Lolén (área del perfil). Diagrama de contorno de las 73 diaclasas medidas. Curvas a 16 ‰, 8 ‰, 4 ‰, 2 ‰, 1 ‰ y 1/2 ‰. Proyección al hemisferio inferior.

estratificación y plegadas juntamente con las sedimentitas que las contienen. Son más numerosas en aquellas psamitas “limpias”, en las cuales he observado una recristalización más evidente e indicios de crecimiento cristalino.

El segundo tipo, postectónico, se diferencia netamente del anterior por su distribución definida como filones delgados (hasta 2 cm), de paredes paralelas, en los planos de diaclasas transversales y de rumbo.

Suero (1957) llama la atención acerca del desplazamiento de filo-

nes cuarzosos en reducida extensión en el Sistema Antracolíptico de Pillahuincó, por las diaclasas principales de rumbo aproximado (130° - 150°). En el grupo de Lolén y fuera de la zona estudiada (grupo silúrico de Trocadero) hemos observado relaciones similares a las consignadas por ese autor.

Por lo general, hasta el presente, se ha considerado que estos filones de cuarzo se han originado por acciones hidrotermales (Harrington, 1947, y Suero, 1957), vinculadas presumiblemente a "procesos magmáticos ácidos que intruyeron las capas pérmicas y que no se reflejan en superficie con manifestaciones mayores (Suero, 1957). Si

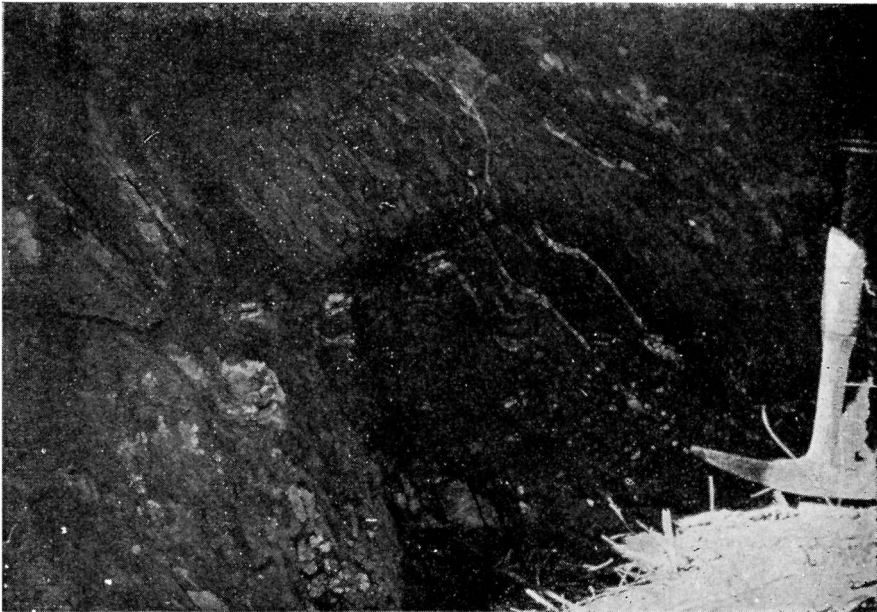


Fig. 6. — Filones de cuarzo pretectónico en filitas

bien no estoy en condiciones de determinar la génesis de los filones cuarzosos, puedo adelantar que las venas pretectónicas probablemente tengan su origen en fenómenos de reemplazo, en tanto que las postectónicas podrían ser explicadas aplicando el principio de la "dilatación", introducido por Mead en 1925 y que Turner (1941) utiliza para interpretar la presencia de venas de cuarzo en grauvacas deformadas. Según ese autor, los fluidos intergranulares cargados de sílice son "exprimidos", durante la deformación, hacia zonas de microgranulación formadas a lo largo de zonas de no distorsión, donde se inicia el crecimiento de los filones cuarzosos.

Es común hallar, exclusivamente en secciones delgadas de rocas "sucias", numerosas venillas de cuarzo de contorno irregular, a veces

lenticulares, más frecuentemente interrumpidas, que se implantan mostrando la típica textura en panal, en láminas de muscovita fig. 7). Al parecer (Read, *in* Turner, y Verhoogen, 1962) la amplia distribución de estos cuerpos cuarzosos se debería a fenómenos mecánicos que facilitaron el movimiento de soluciones en condiciones de metamorfismo de baja temperatura.

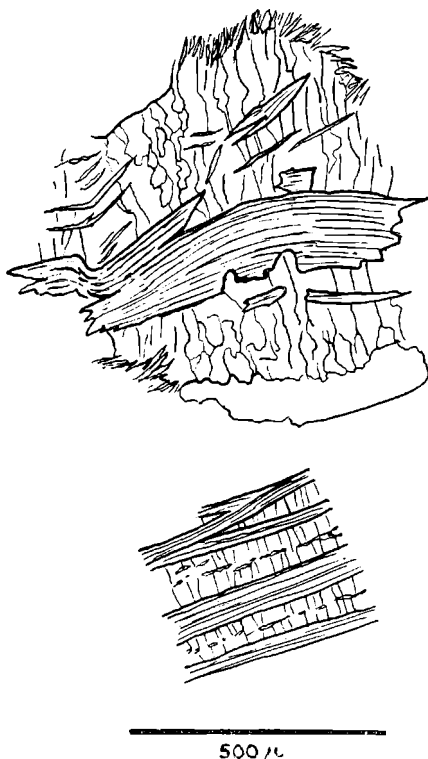


Fig. 7. — Detalle de las venillas microscópicas de cuarzo, mostrando la típica estructura en panal, implantada en láminas de muscovita.

IV. ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

Si bien el objeto del trabajo no era el de buscar estructuras sedimentarias durante el transcurso de las tareas de campaña, principalmente la búsqueda de braquiópodos, tropecé en más de una oportunidad con el hecho significativo de que las psamitas mostraban una serie de estructuras internas sugestivas de ambientes de deposición bien definidos (véase: ambiente de sedimentación).

He reconocido, entre las escasas estructuras observadas, aquellas direccionales más evidentes, que incluyen las estratificaciones entrecruzada y diagonal y un único caso de ordulita, y las no direcciona-

les que comprenden las sedimentitas varvadas (varvitas) y otras evidencias de sedimentación tranquila. Además, como un tercer tipo, se agregan a éstas algunas estructuras deformacionales.

ESTRUCTURAS DIRECCIONALES

Todas las mediciones de estratificación entrecruzada (fig. 8) y diagonal han sido obtenidas en los miembros psamíticos más "limpios",

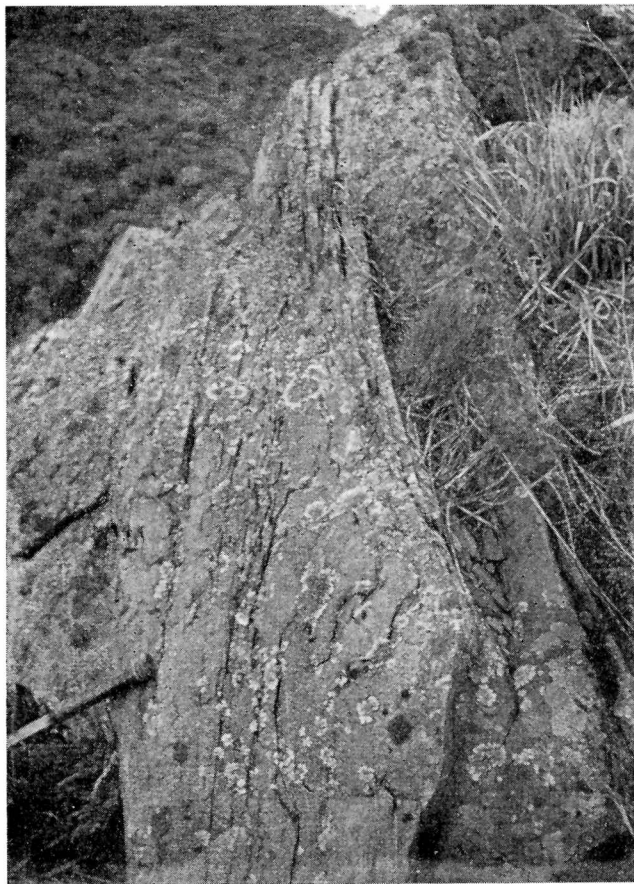


Fig. 8. — Estructuras direccionales : estratificación entrecruzada en capas psamíticas

en los que la escasez de matriz se traduce en una mayor compactación. En general se trata de estructuras visibles sin dificultad en secciones adecuadas de los estratos; sin embargo, debe juzgárselas con cuidado, ya que pueden confundirse con clivaje de flujo, muy frecuente hacia los miembros cuarzosos basales en contacto con Providencia.

Las láminas se disponen oblicuamente a los planos de estratificación, inclinadas en direcciones opuestas (entrecruzada) o concordantes (diagonal). Las láminas son comúnmente asintóticas (mostrando en algunos casos la característica S itálica truncada por el estrato superior), más raramente rectilíneas. Potter y Siever (1956) atribuyen las modificaciones en los tipos de estratificación entrecruzada a la variación del grado de turbulencia en el momento de la depositación de los sedimentos. Una turbulencia vigorosa producirá laminación en-



Fig. 9. — Estructuras direccionales: la depositación ha sido interrumpida por un breve período de erosión, provocando una pequeña discordancia

tre cruzada asintótica, mientras que aquella más débil favorecerá la formación de laminación entrecruzada planar.

Por otra parte, es muy probable que la deformación de las sedimentitas haya afectado también las estructuras direccionales, provocando la disminución del ángulo de inclinación de las láminas y su rectificación.

Un ejemplar notable de ondulita corresponde al tipo ácuco, de perfil asimétrico y redondeado, con crestas continuas subparalelas; el rumbo de las mismas es 310° . Su índice es de 12. En posición estratigráfica algo más alta he observado una ondulita, aparentemente oscilatoria, cuyas crestas presentan arrumbamiento NS; la reducida extensión del afloramiento y su pobre estado de conservación impiden una determinación más exacta de sus características.

Las secciones más bajas del grupo de Lolén presentan estructuras internas bastante marcadas (más aún hacia el contacto con Providencia), del tipo antes descrito, pero hacia la parte media, algunas capas psamíticas exhiben (fig. 9) una serie de planos irregulares ar-



Fig. 10. — Estructuras no direccionales : varvitas

queados de disposición subparalela y de espesor variable, anastomosados a otros más finos que podrían sugerir (Pettijohn, 1957) que la depositación hubiera sido interrumpida por breves períodos de erosión o de formación de ondulitas. Es posible que estemos en presen-

cia de una estructura propia de zonas de pequeñas turbulencias intermitentes.

ESTRUCTURAS NO DIRECCIONALES

En los miembros psamíticos gris verdosos a verde oscuros de la sección media, con relativa frecuencia aparecen láminas horizontales oscuras de 0,2 a 1 mm, gris oscuras, de naturaleza arcillosa, intercaladas con cierta regularidad, más o menos cada 2 a 4 cm. Esta estructura no es visible a la observación directa y sólo se puede descubrir al partir la roca; en los raros casos en que la pude observar direc-

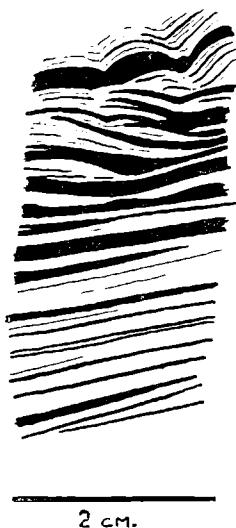


Fig. 11. — Estructuras de deformacionales : obsérvese la transición desde una laminación manifiesta hasta los pequeños pliegues de las capitas

tamente las láminas sobresalían un tanto de la superficie expuesta.

Con una distribución localizada a los alrededores del ex Club Hotel Ventana, más específicamente al oeste de la casa del Sr. Vicetti, afloran sedimentitas varvadas (fig. 10), descritas por mí en un trabajo anterior (1962). Se trata de una roca arcillo-arenosa con estratificación bien marcada, producida por la alternancia de láminas gris oscuras, arcilloso micáceas, de 0,5 a 2 mm y de otras gris amarillentas de 1 a 3 mm, totalmente recristalizadas en un agregado cuarzo-sericítico. El pasaje de una capita a otra puede (CIC 56) o no (FCN 2909) ser gradual, y en este último caso la porción psamítica se diferencia netamente de la pelítica.

Provisoriamente he reunido los dos tipos de estructuras diadéticas bajo la denominación de varvitas, empleando el término no en el

sentido de Leinz (1937), que lo restringe a una génesis glacial, sino en forma amplia para designar todas aquellas sedimentitas finas con estratificación rítmica, haciendo abstracción de su posible origen.

ESTRUCTURAS DEFORMACIONALES

Algunas psamitas finamente estratificadas muestran estructuras intraformacionales (Brodie, 1953; Pettijohn, 1957) que representan deslizamientos de material incoherente sobre una superficie inclinada (fig. 11). Las observaciones de campaña indican que estas estructuras pliegues penecontemporáneas en escala reducida, son comunes en las secciones medias del grupo de Lolén, principalmente en las sedimentitas gris verdosas a verdoso oscuras, si bien son dificultosas de hallar sin romper las rocas.

V. CONGLOMERADOS

Las observaciones geológicas en el área del perfil confirman los hallazgos de Harrington (1947) sobre la presencia de psefitas en el grupo de Lolén. Estas psefitas, por su aspecto y génesis, pueden dividirse en tres tipos diferentes:

- 1) El primero, quizás el más representativo y frecuente, está compuesto de trozos más o menos tabulares y angulosos de limolitas (transformadas por dinamometamorfismo en pizarras y filitas) gris verdosas a pardo amarillentas, regularmente diseminadas en capas de sedimentitas ligeramente estratificadas (estructuras no direccionales de la clase 1), de colores similares. Los fragmentos filíticos son en apariencia idénticos a aquellas pelitas intercaladas entre las psamitas mismas y su tamaño varía de pequeñas "escamas" hasta trozos que miden 5 cm; por lo general son delgados, aproximadamente no más de 0,5 cm y muestran bordes agudos. En casi todos los sitios donde han sido hallados yacen más o menos paralelos a los planos de estratificación, lo que configuraría una fábrica original, seguramente influida en cierta medida por la deformación que afecta las series sedimentarias paleozoicas. Además la frecuencia de los fragmentos es menor hacia las partes superiores del miembro arenoso, donde faltan por completo.

Por los caracteres anotados estos conglomerados son aparentemente de naturaleza intraformacional.

- 2) Cuantitativamente menos abundantes que los anteriores, pero frecuentes en las secciones basales, donde se vinculan con

aquellas sedimentitas "limpias", de aspecto macizo, o bien con estratificación gradada, algo imperfecta, encontramos finos conglomerados lenticulares, de naturaleza feldespática (observé individuos de microclino clástico —determinado a grano suelto— que miden 0,5 cm). El grado de selección, que solamente puede inferirse en las psefitas estratificadas, varía de pobre a moderada y en general las partículas mayores aparecen mezcladas con otras menores, unidas por escasa matriz. Queda un último aspecto vinculado a los conglomerados macizos de apariencia cuarcítica. Las observaciones microscópicas tienden a confirmar que las dimensiones que muestran los individuos cuarzosos, no así los feldespáticos, han sido promovidas por crecimiento cristalino que modificó indudablemente en forma conjunta con los fenómenos de recristalización, la textura primitiva de la sedimentita.

- 3) Por último, el tipo menos frecuente, hallado en algunos afloramientos de psamitas pardo-verdosas relacionadas con otras que contienen estructuras deformacionales y con pelitas negro azuladas, podría corresponder a aquel que Pettijohn (1957) atribuye a la acción de torrentes de barro ("mud-flows") submarinos relacionados con corrientes de turbidez. Estos conglomerados presentan fenoclastos de cuarzo y/o cuarcitas (raro), de hasta 1 cm, redondeados o angulosos (más frecuente), dispersos en una abundante matriz arenosa de tipo "wacke".

VI. PSAMITAS

a) COMPOSICIÓN MINERALÓGICA

La búsqueda de bibliografía relacionada con descripciones petrográficas de rocas de las diferentes formaciones sedimentarias locales ha puesto de manifiesto la falta casi completa de las mismas en relación con el grupo de Lolén. La pequeña información acerca de la composición, texturas, etc., la he obtenido del trabajo de tesis de Crotti (1942) y principalmente de algunas rocas descriptas recientemente por mí (1962).

Las muestras cuyas siglas son CIC corresponden a la colección de la Comisión de Investigación Científica de la provincia de Buenos Aires, mientras que aquella rotulada FCN integra la colección de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

Sobre un total de 35 cortes delgados estudiados, 36 (CIC 101 a CIC 134, incluyendo CIC 59, 61 y 65, de un trabajo preliminar (Andreis,

TABLA A

Muestra	CIC	Qz	K	Mc	Plg	Msc	B	Acc	CL	Cb	Mtz
PROVIDENCIA	95	96,5	—	—	—	×	—	1,0	2,0	—	×
	96	95,0	—	—	—	×	×	1,2	1,0	—	2,0
	97	90,0	—	—	—	×	×	3,8	—	—	5,0
	98	96,5	—	—	—	1,0	×	×	×	—	1,0
	99	93,0	—	—	—	1,0	1,0	×	—	—	5,0
LOLEN	101	78,5	—	—	—	5,0	×	2,1	3,5	—	10,0
	102	83,0	—	—	×	1,8	1,8	1,1	2,5	—	10,0
	103	64,2	×	—	1,0	5,0	7,5	2,1	×	—	20,0
	105	80,8	3,5	2,0	4,0	2,0	×	1,2	×	×	5,0
	107	74,2	×	×	1,0	4,0	6,4	3,0	1,0	—	10,0
	108	92,2	×	×	2,1	1,4	×	×	×	×	2,0
	109	76,2	2,5	×	2,5	2,0	1,0	×	3,5	×	10,0
	110	85,0	5,5	2,0	3,8	×	×	0,1	1,2	×	2,0
	111	73,6	5,5	×	6,0	×	2,4	1,0	5,5	—	5,0
	59	65,0	4,0	3,0	3,0	×	×	—	—	—	15,0
	113	81,6	5,4	2,0	2,6	1,3	×	×	1,0	×	5,0
	114	77,6	3,1	1,8	4,3	×	×	×	×	×	10,0
	115	81,0	8,0	8,0	1,6	×	×	×	×	—	×
	117	82,5	10,0	2,1	2,0	×	×	×	×	×	2,0
	118	73,7	5,5	2,2	4,0	1,3	1,0	3,4	1,9	2,0	5,0
	122	63,0	1,2	×	5,0	2,0	×	1,0	1,5	1,0	25,0
	123	66,5	2,5	×	5,0	2,3	×	1,0	1,5	×	20,0
	124	68,2	1,6	1,5	4,0	3,4	×	×	×	×	20,0
	125	65,6	6,0	2,5	4,0	2,0	×	×	4,5	×	15,0
	126	60,0	1,0	×	2,0	2,5	2,4	2,4	1,4	2,5	25,0
65	50,0	2,0	×	10,0	8,0	—	×	×	—	30,0	
61	55,0	3,0	—	18,0	2,0	×	×	×	12,0*	20,0	
127	56,0	3,0	×	4,1	2,7	2,3	1,2	10,1	—	20,0	
128	62,0	×	—	2,4	1,0	×	×	4,6	12,5*	15,0	
129	61,4	×	—	1,5	4,5	2,5	×	7,4	1,3	20,0	
130	58,0	—	—	1,3	3,8	1,6	×	8,5	6,3*	20,0	
131	49,0	1,0	—	2,6	5,4	6,7	3,5	6,5	—	25,0	
132	41,1	—	—	—	4,6	2,5	×	×	1,3*	50,0	
133	64,0	—	—	—	6,2	7,5	×	1,4	—	20,0	
134	52,5	—	—	—	8,2	×	1,8	7,0	—	30,0	

Abreviaturas. — Qz: cuarzo; K: ortoclasa y variedades periticas; Mc: microclino y variedades periticas; Plg: plagioclasas; Msc: muscovita; B: biotita; Acc: accesorios; CL: fragmentos líticos; Cb: carbonatos (calcita, dolomita); Mtz: matriz;

El asterisco en las muestras CIC 61, 128, 130 y 132 corresponde a un cemento calcítico únicamente.

× significa menos de 1%.

TABLA B

Muestra CIC	Ep	Gr	Ap	Tn	Lx	Zc	Trm	Rt	Mgn	Prt	
PROVIDENCIA	95	0,2	—	—	—	—	0,1	0,3	0,3	0,1	—
	96	—	—	—	—	—	—	0,5	0,4	0,3	—
	97	0,1	—	—	—	—	1,4	1,6	0,2	0,5	—
	98	—	—	—	—	—	×	×	—	×	—
	99	×	—	—	—	—	×	×	×	×	—
L O L E N	101	×	—	—	—	×	1,0	0,7	0,1	0,2	—
	102	×	0,1	0,2	—	0,3	0,2	0,3	—	×	—
	103	0,2	0,2	0,3	—	0,3	0,5	0,3	—	0,3	×
	105	×	—	—	×	0,1	0,6	0,4	—	0,1	—
	107	0,1	—	0,2	—	0,5	5,8	0,8	—	0,6	—
	108	—	—	—	×	0,1	0,2	0,1	—	×	—
	109	—	—	—	—	0,2	0,1	×	—	0,1	—
	110	×	—	—	—	×	×	—	—	—	—
	111	—	—	—	—	0,2	0,5	0,3	—	—	—
	159	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	113	—	0,1	—	×	0,2	0,2	×	—	×	—
	114	—	—	—	×	0,1	0,3	0,2	—	×	—
	115	—	—	—	—	×	—	—	—	×	—
	117	—	—	—	—	×	×	—	—	—	—
	118	0,1	—	×	—	0,7	1,0	1,3	—	0,3	—
	122	0,1	—	×	—	0,1	0,3	0,4	—	0,1	—
	123	—	0,2	0,1	×	0,4	0,2	—	—	×	×
	124	×	×	—	—	×	×	—	—	—	—
	125	×	×	×	—	×	×	—	—	—	—
	126	1,4	×	1,0	—	×	×	—	—	—	—
65	—	—	—	×	—	×	×	—	×	—	
61	—	—	—	0,1	—	0,3	0,3	—	0,1	—	
127	—	—	—	—	—	0,8	—	—	0,3	×	
128	—	—	—	—	—	—	—	—	×	—	
129	—	—	×	×	—	0,4	—	—	×	—	
130	—	—	×	×	—	—	×	—	0,2	—	
131	—	—	0,1	—	—	0,2	×	—	3,1	—	
132	×	—	—	—	—	×	0,1	×	×	×	
133	×	—	—	—	—	0,2	0,1	0,1	×	—	
134	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8	—	

Abreviaturas. — Ep : epidoto, clinozoisita ; Gr : granate ; Ap : apatita ; Tn : titanita ; Lx : leucoxeno ; Zc : zircón ; Trm : turmalina ; Rt : rutilo ; Mgn : magnetita ; Prt : pirita.

× significa rastros del mineral (menos de 0,1 %).

1962) y perteneciente al área del perfil) forman parte de la formación en estudio, en tanto que los restantes (CIC 95 a CIC 99) provienen de la zona transicional con el grupo de Providencia.

De su examen sistemático surge con fuerte evidencia que un conjunto de procesos metamórficos, cuyas principales consecuencias han sido recrystalización y otras de no menor importancia, modificaron los rasgos texturales y aun los composicionales de las primitivas sedimentitas; su desarrollo no es idéntico a través de Lolén, notándose un aumento hacia el contacto con Providencia, lo que resulta natural si consideramos la cercanía de los grandes pliegues apretados y volcados de ese grupo.

En base a lo expuesto, las sedimentitas de Lolén no pueden, para su ubicación sistemática, ser tratadas como tales, principalmente en las secciones basales, donde las modificaciones son más intensas. Allí es imposible poder establecer una neta diferenciación entre el cuarzo directamente cristalizado de aquel que engloba porciones de matriz, así como éstos de la matriz arcillosa recrystalizada. En una primera tentativa traté de separar los agregados sericíticos del pavimento cuarzoso, pero el confeccionar posteriormente algunos diagramas de composición me encontré que tal distinción induciría al lector a una interpretación errónea, puesto que de esta manera la matriz aparecía como un elemento no modificado junto a los elementos clásticos, en oposición a un componente metamórfico (cuarzo recrystalizado). A fin de evitar tal posibilidad en el diagrama de composición adjunto considero matriz la entidad metamórfica entre los clastos mayores.

Con respecto al contenido mineralógico, surge con fuerte evidencia la riqueza de cuarzo de las sedimentitas modificadas de Lolén, como asimismo la baja proporción de feldespatos, micas y fragmentos líticos y escasísimos accesorios, sin omitir los erráticos porcentajes de matriz recrystalizada. La tabla A, en base a la cual confeccioné los diagramas de composición (figs. 12 y 13), demuestra los rasgos esenciales antes citados; la columna "varios" de esta tabla (accesorios) es desarrollada en la tabla B.

CUARZO.— Los porcentajes de este mineral, sea sedimentario o metamórfico, varían de 41 (CIC 132) hasta 92 (CIC 108) del total de la roca, con un promedio de 66 %; en cambio, si se considera la relación cuarzo-feldespato de los clastos mayores únicamente, ese valor se eleva hasta el 90 %.

La extinción ondulante es común, a veces bastante marcada, si bien también es frecuente en algunas muestras hallar individuos con extinción normal, de segura génesis metamórfica (crecimiento); en mi opinión la extinción ondulante parecería ser un carácter heredado

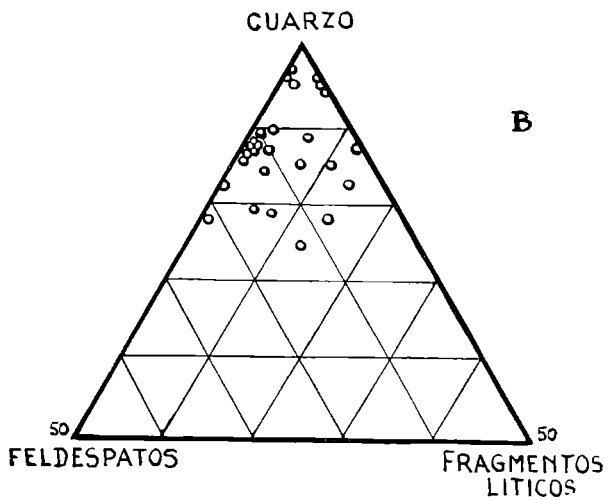
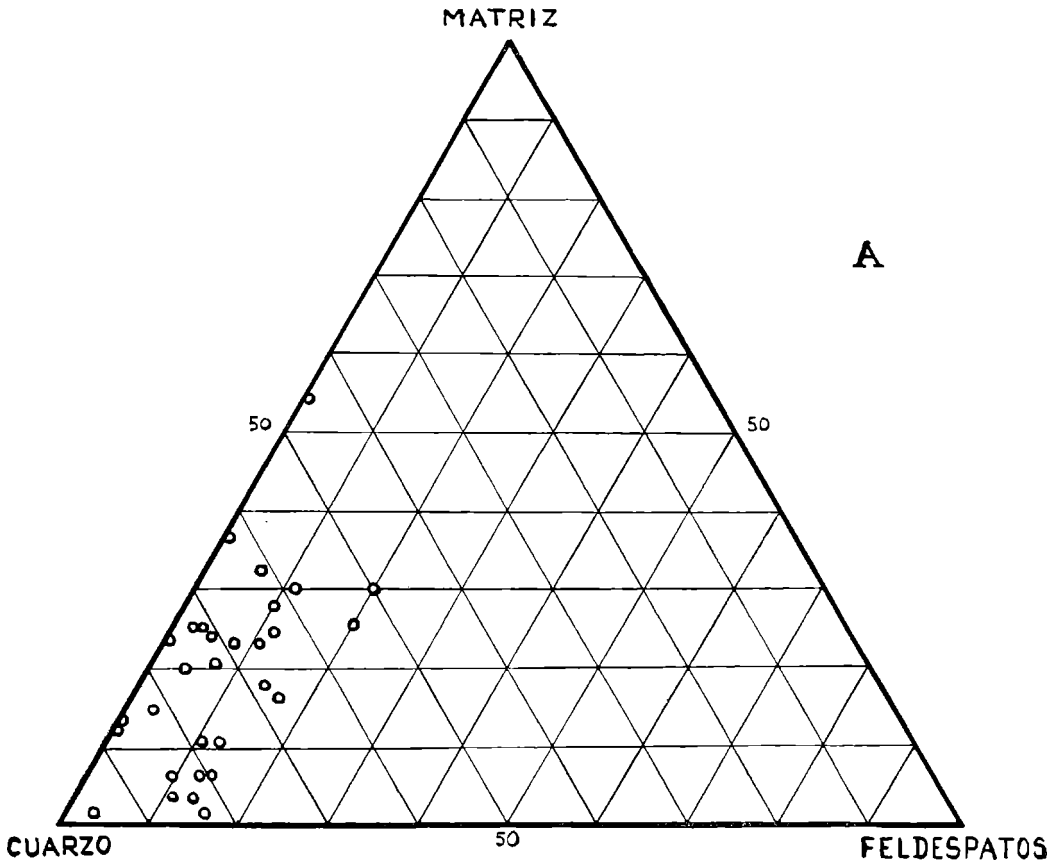


Fig. 13. — Diagramas ternarios mostrando la relación entre los componentes de las rocas de Lolén. En A se indica la abundancia de matriz recristalizada y en B la riqueza de cuarzo de las rocas estudiadas.

de la o las rocas proveedoras de material clástico, si bien no descarto la posibilidad de la influencia de los procesos deformativos en su acrecentamiento. Como ya lo señalaron varios autores, los distintos tipos de inclusiones contenidas en el cuarzo son, entre otras, un criterio importante para determinar su procedencia. De esta manera he reconocido los tipos admitidos por Keller y Littlefield (1950), que, en orden de abundancia, son:

- a) Inclusiones fluidas (globulares) pequeñas, dispuestas o no en planos;
- b) Inclusiones sólidas, representadas por prismitas de apatita y zircón, laminillas de muscovita, biotita y rara clorita y escasos cristales anedrales de magnetita y aciculares de rutilo.

La predominancia de las inclusiones del tipo a) sugiere que el cuarzo probablemente derive de rocas plutónicas más que metamórficas.

FELDESPATOS. — Su contenido, en general, es bajo, alrededor del 8 % promedio. Es común que los feldespatos alcalinos y calcosódicos se hallen en proporciones similares, aunque a veces pueda predominar netamente uno u otro (secciones medias de Lolén); en las porciones poco feldespáticas (base y techo del grupo) predominan, por lo general, las plagioclasas. Las relaciones alcalino-calcosódicas oscilan entre 10:1 (CIC 115 y CIC 117), al oeste de la zona fosilífera, y 1:4 al oriente de la Estancia Las Vertientes.

a) *Plagioclasas*: Por el método de la extinción simétrica se han medido 115 individuos, con una distribución neta hacia los tipos ácidos (An 1 %) e intermedios (An 38 % es el máximo medido). Tal como lo muestra el diagrama de composición (fig. 14), el 27 % de las plagioclasas cae en el campo de la albita (0-10 %), mientras la gran mayoría (70 %) y un resto del 3 % comprenden los de oligoclasa (10-30 %) y andesina (30-50 %) respectivamente. Cotejando con un diagrama similar (Andreis, 1962), obtenido con muestras de otras zonas de Lolén (ex Club Hotel Ventana, Abra del Chaco), resulta que la oligoclasa es la plagioclasa característica para ese grupo codevónico.

El desarrollo de la zonación es excepcional, ya que sólo el 5 % de las plagioclasas muestra dicha estructura, correspondiente a los tipos no oscilatorios y oscilatorios recurrentes (raro). La máxima amplitud de composición entre núcleo y margen de un mismo clasto varía de un mínimo de 2 % An a un máximo de 10 % An, con un valor promedio de 4 %, lo que ilustra en forma concluyente la débil zonación de las plagioclasas.

La oligoclasa y la andesina sódica exhiben maclas polisintéticas que por lo común pertenecen a la ley de albita o, menos frecuentemente, de Carlsbad-albita; no fué vista la macla de periclino. En cuanto a la albita carece de maclas o muestra algunas muy finas (ley de albita).

No faltan las inclusiones, aunque nunca son abundantes; son agujas de apatita y laminillas de biotita o muscovita, que se hallan en individuos límpidos o con señales de alteración (sericita y dickita). Algunas plagioclasas muestran marcada turbidez alófano-sericítica.

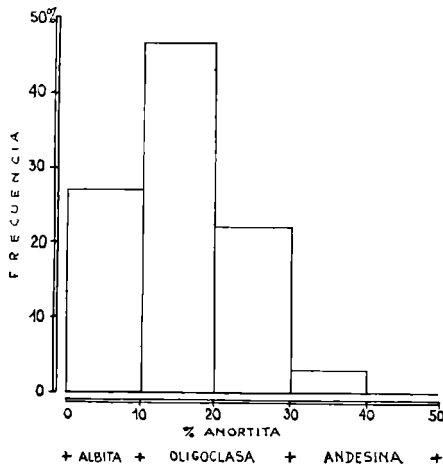


Fig. 14. — Diagrama de composición

Los bordes irregulares de corrosión son corrientes en casi todos los cortes delgados, con preferencia en los provenientes de las zonas más modificadas.

b) Feldespatos alcalinos. — De la tabla A se concluye que la ortoclasa (mayormente micropertítica) es más abundante que el microclino (raro micropertítico) estableciendo una relación 3:1 máxima; en conjunto llegan a formar el 50 % de los feldespatos presentes. Las variedades pertíticas de la ortoclasa y el microclino exhiben gran transparencia o escasa turbidez alofánica; la alteración de algunos feldespatos, especialmente los raros microclinos pertíticos, es indudablemente predeposicional, dada su asociación con otros límpidos.

Retornando a las variedades pertíticas, pueden reconocerse tres tipos que, en orden de abundancia son: “vena” (límpido), “cordón” (variable turbidez) y “parche” (fácilmente reconocible por la alteración del feldespato alcalino y la transparencia de la albita).

Casi sin excepción los feldespatos alcalinos, a diferencia de los calcosódicos, muestran un borde de reacción sericítico con el cuarzo, que también se introduce en las grietas que atraviesan los clastos.

FRAGMENTOS LÍTICOS. — Están representados principalmente por aquellos provenientes de otras sedimentitas finas de naturaleza cuarzosa (con o sin matriz) y pelitas (limolitas, lutitas); asimismo puede inferirse un aporte plutónico dado por individuos policristalinos de microclino, cuarzo y plagioclasa. Cierran la lista escasos clastos de ftanita (o vulcanitas?), de aspecto felsítico y de cuarzo de vena. El promedio es de 3%; la muestra CIC 127 ostenta el valor máximo del 10%.

MICAS. — Son bastante escasas, tanto la biotita como la muscovita (2 y 3% respectivamente), acompañadas, en un par de preparaciones, por una clorita verde intenso y otra verde pálido pleocroica al amarillo claro y con birefringencia anómala probablemente originada por cloritización de las biotitas. La muscovita muestra un ligero predominio sobre la biotita y una mayor distribución en el perfil. Como es de imaginar, todos éstos filosilicatos aparecen como escamas irregulares, habitualmente no mayores de 200 micrones, si bien en las secciones altas, hacia el contacto con la serie de Sauce Grande, pueden alcanzar hasta 4 mm (con porcentajes también superiores). Asimismo es común hallar ambas micas (biotita y muscovita) interlaminaadas y que la muscovita muestre un ligero pleocroísmo en tonos pardo claros, pero éste detalle parece ser original y no heredado por muscovitización de la biotita. Este mineral presenta un pleocroísmo de amarillo pálido a marrón oliva oscuro a veces ligeramente rojizo por pigmentación de goethita y en varias preparaciones exhibe un clivaje transversal por deformación, probablemente relacionado a la esquistosidad que tienen las sedimentitas analizadas.

ACCESORIOS. — En forma general y sin dar mayores detalles, pues en ningún caso llegan a 1% promedio y no muestran caracteres interesantes, aparecen minerales del grupo del epidoto (*pistacita* y *clinzoisita*), *granate* incoloro, *apatita* (anedral), *zircón* (angular, raro subredondeado, incoloro o rosado débil), *turmalina* (generalmente se trata de variedad verde, rara vez parda, en fragmentos irregulares), *rutilo*, *magnetita*, *titanita*, y una serie de componentes autógenos (*pírita*, *goethita-hematita*, *siderita* o *ankerita* y *calcita*). Mención aparte merece la turmalina que, en el corte CIC 61 parece ser metamórfica (fig. 15).

La siderita (o ankerita) que aparece regularmente distribuida en

todo el grupo de Lolén, reemplaza la matriz y algunos individuos clásticos.

b) TEXTURAS

El hecho de que los grandes pliegues disminuyan tanto en amplitud como en longitud hacia las secciones altas del grupo de Lolén

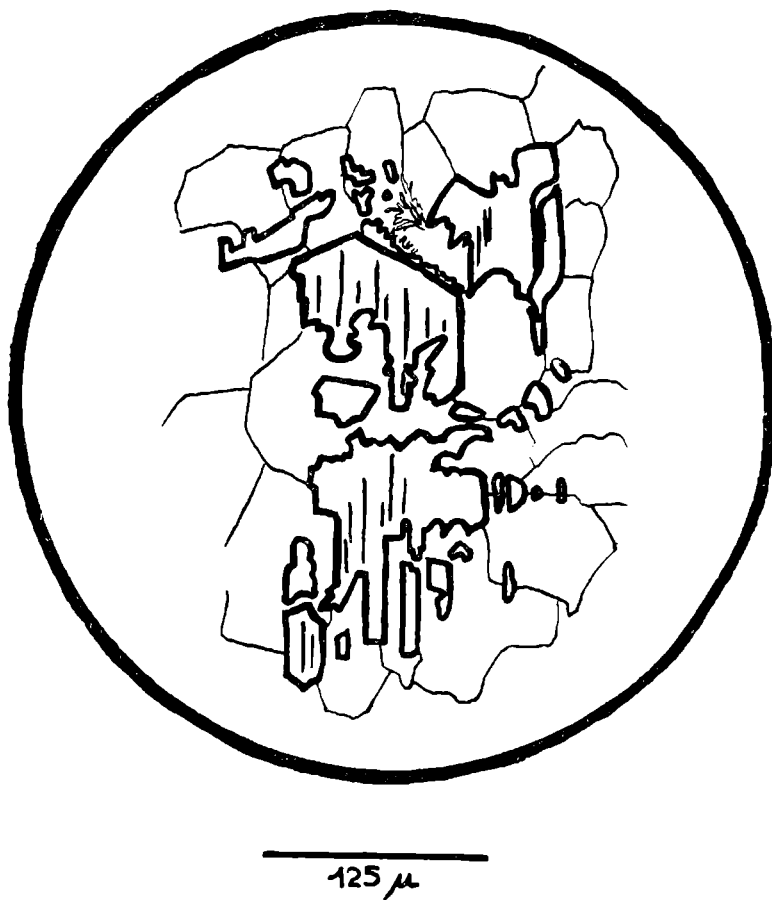


Fig. 15. — Individuo de turmalina verde en una base de cuarzo de recristalización cuyo origen parece ser metamórfico.

—contacto con Sauce Grande—condicionaría la variable y decreciente recristalización de los clastos y de la matriz observada en los cortes delgados. El distinto grado de reconstitución interna de las sedimentitas por lo general no se traduce en variaciones megascópicas apreciables; el aspecto macizo o la esquistosidad más marcada de las rocas basales —modificaciones más evidentes— por otra parte tam-

hién podría estar vinculado a la riqueza de cuarzo en detrimento de la matriz de las mismas.

El material ligante primigénio ha sido transformado en un agregado cuarzo sericítico que presenta a veces orientación óptica similar a la del clasto que rodea. Puede ser muy escasa (menos del 5 %) en las sedimentitas “limpias” o abundante (promedio 25 %) en las psamitas “sucias”.

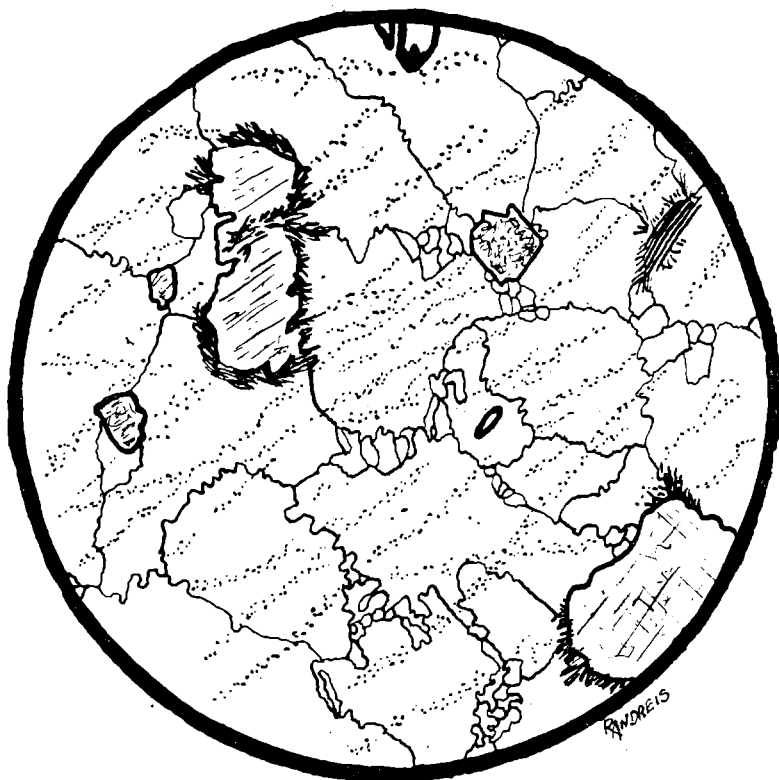
Al parecer estos dos factores —deformación desigual o intercalación de sedimentitas con matriz muy escasa entre otras, más frecuentes, ricas en matriz— dan lugar a la aparición de tres tipos de texturas con caracteres propios, dos restringidos a la sección basal de Lolén (1 y 2) y el restante —caracterizando el grupo en estudio— a las secciones medio superiores.

Textura 1. — Corresponde a bancos gris blanquecinos de aspecto cuarcítico. Son típicas metacuarcitas, de textura granoblástica (fig. 16), en las que la recristalización del cuarzo —sin afectar los feldespatos— dio lugar a la formación de bordes suturales entre los granos o al crecimiento de individuos xenoblásticos de cuarzo de tamaño variable (hasta 400 micrones), en los que el pavimento cuarzoso se implanta en sus “bordes” e inclusive “penetra” a manera de vena o cuña. En posición cercana a la de extinción puede apreciarse que los individuos que semejan granos de cuarzo clástico no son tales, pues el pavimento cuarzoso, en esa posición, surge difuso como “incluido” en ellos. También puede observarse, si bien con dificultad, “gérmenes” ameboidales de cuarzo distribuidos en el corte delgado.

Además, como puede advertirse en la figura 16, pequeñas inclusiones globulares se disponen en planos más o menos paralelos que se continúan de un “grano” a otro sin desviación alguna en el contacto, aunque se interrumpen allí donde se encuentra el mosaico cuarzoso. Según Fairbairn (1949) estas líneas son similares, en su génesis, a las láminas de Boehm en granos de cuarzo deformado. También es interesante señalar que sólo los feldespatos alcalinos (ortoclasa o microclino) de estas metacuarcitas exhiben una corona de reacción con el cuarzo, formada por pequeñas laminillas de sericita y algo de cuarzo.

La textura granoblástica suturada de estas rocas se habría originado por *a)* la escasa proporción de matriz presente, o *b)* la existencia de un material cuarzoso intersticial. Haya sido *a)* o *b)* el resultado sería similar.

Textura 2. — La reconstitución de estas sedimentitas de composición cuarzosa —restringidas a la base del grupo en contacto con el grupo de Providencia— es total y como en las metacuarcitas han desaparecido los contornos clásticos. La textura granoblástica es menos evidente (fig. 17) y sólo se

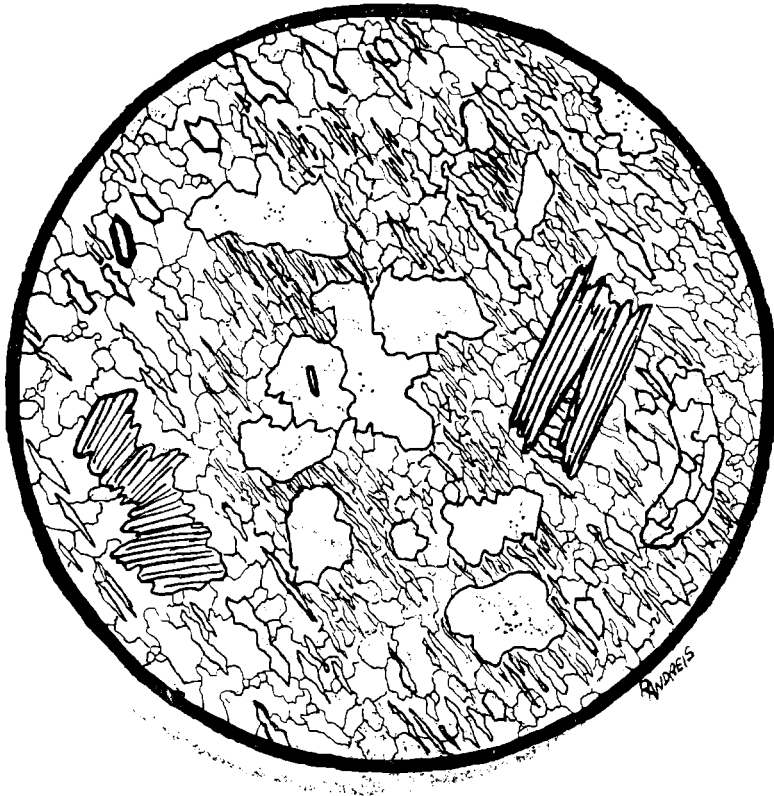


300 μ

Fig. 16. — Grupo de Lolén (muestra CIC 59). Metacuarcita feldespática de textura granoblástica

advienten restos de la misma aislados en un mosaico cuarzoso que contiene abundantes laminillas isoorientadas de mica cuyo desarrollo, paralelo a la esquistosidad, alcanza a 200 micrones; además, atravesando la preparación, es frecuente hallar láminas de muscovita y/o biotita cuyo crecimiento sería posdeformacional. Los planos de deslizamiento no han sido observados. La presencia de densas tramas de

fibrillas opacas son comunes, que aparecen como masas irregulares o distribuidas en el mosaico cuarzoso; con máximo aumento se ha comprobado que las fibrillas son de rutilo, quizás producto de la transformación de biotitas sedimentarias ricas en titanio.

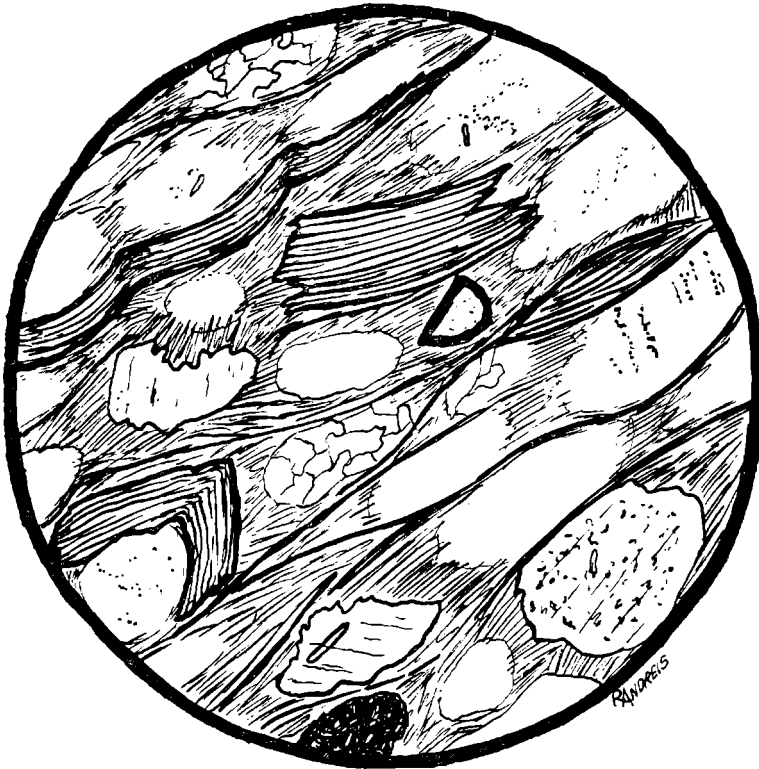


300 μ

Fig. 17 — Grupo de Lolén (muestra CIC 102). Metacuarcita mostrando una textura de tipo 2. Corte paralelo a la esquistosidad.

Textura 3. — Es la más frecuente —de típico semiesquisto (fig. 18)— y correspondiente a las psamitas feldespáticas y cuarzosas (estas últimas provenientes del techo de Lolén) “sucias” que caracterizan al grupo. El aspecto granoblástico más o menos evidente en las rocas anteriores está ausente en éstas, en tanto que el desarrollo de las superficies de deslizamiento es más visible por la heterogeneidad de la sedi-

mentita, siendo su trazo irregular y discontinuo, localizándose entre los individuos clásticos. En dichos planos han crecido grandes individuos de muscovita y/o biotita. Las micas que constituyen la matriz (junto con el cuarzo) se disponen como fibras paralelas, a manera de "puentes" entre los granos (secciones medias de Lolén) o se implantan (sección



350 μ

Fig. 18. — Grupo de Lolén (muestra CIC 61). Típica textura de semiesquistoso
Corte transversal al plano de esquistosidad

superior) sobre los individuos de cuarzo o feldespatos como coronas, más o menos desarrolladas conforme a la proporción de clastos presente. La implantación de las fibras micáceas en los bordes clásticos produce, en algunos casos, una textura algo confusa en la que los bordes de los granos parecen desaparecer en la matriz. Sin embargo, en general, no altera seriamente la forma de los clastos, de manera que

se mantiene el aspecto clástico e inclusive en varias preparaciones aún se advierten contornos redondeados de los feldespatos, menos afectados que el cuarzo. En contraste con los fragmentos cristalinos, los líticos tienden a ser menos angulosos y a veces ligeramente esféricos.

Debido a la textura casi sedimentaria que presentan los semiesquistos, se ha intentado la medición de sus caracteres granulométricos. Los valores más frecuentes hallados oscilan entre 90 y 200 micrones, lo que hace un promedio de 145 micrones; vale decir que serían *psamitas finas* (González Bonorino y Teruggi, 1952).

Consideradas en conjunto y a pesar de los fenómenos de recristalización, puede concluirse que una *selección moderada a pobre* y una *discreta angularidad* parecen distinguir a la psamitas transformadas de Lolén.

c) COLOR DE LAS SEDIMENTITAS

Este último aspecto, en estrecha vinculación con los caracteres granulométricos y metamórficos, ha sido resuelto integrando los rasgos esenciales de 70 muestras representativas de la sucesión sedimentaria y el estudio mineralógico de 30 de ellas, lo que me permite concluir que:

- a) En general, parece haber una evidente relación de los tintes claros con las arenitas "limpias" de aspecto cuarcítico y composición cuarzosa o feldespática; en particular, las tonalidades grises a gris blanquecinas de esa naturaleza, muestran también una conexión, si bien débil, con aquellas metacuarcitas en las que se desarrollaron nuevos individuos a expensas de otros, por lo que ostentan una granulometría mayor (0,36 mm).
- b) En oposición, las rocas de colores oscuros (gris verdoso, verde oscuro, pardo verdoso) contienen mayor proporción de matriz, con tamaños promedio de 170 micrones. Asimismo incluyo aquellas que muestran la gama de matices desde el pardo, pardo amarillento hasta el rojizo, claro indicio de la presencia de variables cantidades de goethita y/o hematita que poseen.
- c) Las tonalidades similares que presentan las pelitas dependen más del estado de oxidación del hierro y del contenido de materia orgánica que de su composición, aunque algunas verdosas reflejarían la clorita de recristalización.

VII. CLASIFICACION Y NOMENCLATURA

Las rocas psamíticas esquistosas del grupo de Lolén han sido denominadas invariablemente "grauvacas" utilizando el término con carácter textural megascópico, para diferenciarlas de otras, macizas y menos esquistosas, que fueron designadas como "areniscas" (Du Toit, 1927; Schiller, 1930; Harrington, 1947; Keidel, 1947). Advertimos así que el término grauvacas ha sido empleado y presumiblemente aún lo es, como expresión de campaña (Boswell, 1960, ha analizado este aspecto y estamos de acuerdo con sus conclusiones) ejemplificado en los caracteres externos de las sedimentitas, como ser estructuras de superficie (acanaladuras, calcos de flujo, etc.), estratificación gradada y ausencia de estructuras internas o, más simplemente, por sus colores oscuros característicos (verde oscuro, negro verdoso).

Sin embargo, la introducción del criterio composicional (Krynine, Pettijohn, etc.) ha provocado una refinación en el concepto de grauvacas, que queda caracterizado más por su composición que por su fábrica. Con todo, el antiguo uso megascópico todavía perdura y por ello en las descripciones corrientes, sean geológicas o petrográficas, el término se emplea indistintamente en uno u otro sentido, lo que constituye una fuente de dudas y malas interpretaciones.

Ante esta situación, he decidido por adoptar un criterio composicional ya que tiene mayor precisión y además se presta mejor para las interpretaciones de tipo paleogeográfico y tectónico. Sin embargo, debe señalarse que ni siquiera en este aspecto hay acuerdo entre los autores que se han ocupado de la cuestión, ya que los parámetros utilizados y los límites numéricos determinantes son sumamente variados, como lo demuestran la terminología y sistemática abultadas que se han propuesto. Para evitar esta ambigüedad, me he ceñido a dos esquemas: el de Pettijohn (1957) y el de Gilbert (*in* Williams, Turner y Gilbert, 1955) que, por el grado de difusión que han alcanzado, son los que mejor parecen reflejar las tendencias actuales.

Antes de entrar en la consideración de la ubicación de las sedimentitas modificadas de Lolén, creo conveniente recordar que he definido como matriz el agregado cuarzo micáceo distribuido entre los clastos mayores de las mismas y que en base a su presencia o ausencia he reconocido dos tipos de psamitas, "limpias" y "sucias", La distinción entre ambos tipos corrientemente basada en el porcentaje de matriz presente; el límite, arbitrario por cierto, ha sido fijado por diferentes autores en los niveles del 10% (Gilbert, *in* Williams, Turner y Gilbert, 1955), 15% (Pettijohn, 1957) y 25% (Tallman, 1949). En realidad, estos límites no pueden ser aplicados con exactitud en nuestras rocas,

pues generalmente se los usa en sedimentitas en las que los procesos de recristalización son poco manifiestos.

Aproximadamente el 60 % de las psamitas de Lolén, por tener más del 15 % de matriz —considerando el tetraedro de composición que presenta Pettijohn (1957, pág. 292)— caen en un campo al cual ese autor no ha dado nombre ni ha definido (lo señala con un interrogante); el 40 % restante (con menos del 15 % de matriz) se distribuye en los campos de ortocuarzitas, protocuarzitas y cuarzitas feldespáticas. Por otra parte, de acuerdo con los diagramas presentados por Gilbert (*in* Williams, Turner y Gilbert, 1955), la mayoría de las psamitas serían wackes cuarzosas, feldespáticas y subfeldespática-líticas, acompañadas con menores proporciones de arenitas cuarzosas y feldespáticas. Cabe señalar que de utilizar la palabra wacke, de inmediato surgirían dos inconvenientes: en primer lugar, por el hecho de que wacke haya sido considerado por algunos autores sinónimo de grauvaca (Reed, 1957), podría suponerse que estamos en presencia de rocas de esa naturaleza y además que se manifiesten dudas acerca de la definición del término, que ha sido enunciado con criterio textural por Fischer (1934) y composicional por Gilbert (*in* Williams, Turner y Gilbert, 1955).

A causa de las escasas descripciones petrográficas existentes, en la literatura geológica, de las sedimentitas integrantes de zonas móviles del país y en particular de las Sierras Australes, me he visto precisado a recurrir a la bibliografía extranjera. La búsqueda bibliográfica, por cierto incompleta, reveló que en los últimos años la petrología de las áreas geosinclinales del mundo se ha visto acrecentada merced a la labor de investigadores europeos y norteamericanos (Bassett y Walton, 1960; Wood y Smith, 1959; Allen, 1960; Stewart, 1962; Potter y Siever, 1956; Kuenen y Sanders, 1956) y, en un lugar destacado, la de los autores neocelandeses (Brodie, 1953; Brothers, 1956; Reed, 1957, 1958; Turner, 1936, 1938, 1941; Turner y Hutton, 1935).

De la lectura es evidente que el tipo litológico del grupo de Lolén no está caracterizado en la bibliografía, puesto que la gran mayoría de las descripciones corresponden a sedimentitas que han sido indistintamente denominadas “greywacke grits” o “graywacke”, a pesar de que en algunos casos no se trate de verdaderas grauvacas en el sentido composicional de Pettijohn (1957).

En los trabajos de autores de habla inglesa principalmente, las sedimentitas se definen como “grits”, de uso frecuente en la literatura geológica británica. Es un término adecuado y descriptivo, sin implicancias composicionales, con que se denomina cualquier arenita epiclástica, con discreta madurez textural, afectada o no por la tectónica local. Vale decir que las psamitas de Lolén serían verdaderos “grits”.

· Veamos ahora la posición sistemática de estos "grits". Las proporciones relativas de cuarzo, feldespatos y fragmentos líticos los ubicarían como sedimentitas transicionales entre ortocuarzitas y subgrauvacas (mayor % de líticos) o arcosas (mayor porcentaje de feldespatos alcalinos), pero la riqueza en matriz y plagioclasas (que predominan, salvo algunas muestras, sobre los feldespatos alcalinos) indicarían una tendencia a las grauvacas que, por la alta proporción de cuarzo que contienen, podrían llamarse "grauvacas maduras" (Folk, 1954) o "grauvacas cuarzosas" (Krynine, 1951).

Exceptuando la tendencia arcósica hallada en los niveles cuarcíticos, parece ser que la intercalación de tipos más o menos "limpios" con otros más "sucios" sin mayores cambios en la composición mineralógica de la fracción clástica (cuarzo-plagioclasa) es relativamente frecuente en el mundo. Vaya como ejemplo el caso de las grauvacas del Ordovícico superior de las Formaciones Oswego y Juniata de Pennsylvania central (U.S.A.) donde intercaladas con grauvacas líticas aparecen capas que contienen menos del 5 % de matriz y regular madurez textural (Folk, 1954).

En un primer momento supuse que esta alternancia debía tener algún significado, o ser diagnóstico de algún ambiente. Sin embargo parece ser que solo representa zonas de mayor remoción —vinculados a ligeros movimientos epirogénicos— que provaron la eliminación o reducción en la proporción de la matriz acilosa primitiva.

Evidentemente en base a las consideraciones anteriores no es sencillo encontrar para las rocas del grupo de Lolén los nombres adecuados. Ensamblando los caracteres composicionales con los ambientales y las estructuras internas resultantes, podrían reconocerse tres tipos psamíticos originales, cuyos pormenores son comparados en el cuadro

- a) Ortocuarzitas con matriz,
- b) Cuarzitas feldespáticas con abundante matriz,
- c) Cuarzitas feldespáticas con escasa matriz (menos del 5 %).

Por último, tiene gran importancia, para la correcta ubicación de las rocas examinadas, añadir los fenómenos dinamometamórficos sobreimpresos en las mismas, que han conducido a la consideración de las sedimentitas como rocas metamórficas. A continuación propongo los términos metamórficos equivalentes a las psamitas antes citadas:

Sedimentario	Metamórfico
Granvacas cuarzosas y ortocuarcitas con matriz	Metacuarcitas (con textura del tipo 2) de la base del grupo.
Idem	Semiesquisto del contacto con Sauce Grande.
Cuarcita feldespática (con abundante matriz)	Semiesquisto de las secciones medio-superior de Lolén.
Cuarcita feldespática (con escasa matriz)	Metacuarcitas feldespáticas (con textura granoblástica) de la base del grupo (intercalaciones cuarcíticas)

Futuros estudios regionales permitirán precisar con mayor exactitud o modificar la nomenclatura aquí propuesta.

VIII. METAMORFISMO

Las vinculaciones de deformación cortical en gran escala en zonas de pliegues alpinos, con procesos metamórficos han sido expuestos ampliamente por varios investigadores que, en general, concuerdan en que los dos procesos deben considerarse como parte de un acontecimiento que ha ocurrido aproximadamente al mismo tiempo. Sin embargo, poco es lo que en forma concreta, se conoce (Turner y Verhogen, 1962) entre el grado de metaformismo y el orden de plegamiento y asimismo entre el tiempo de deformación y de recristalización.

De todas maneras, sobre la base que han suministrado los hechos observados en el terreno y del estudio de las secciones delgadas, parece ser que los rasgos esenciales del metamorfismo regional que afectó la índole sedimentaria primitiva, serían presión y temperaturas moderadas. Remitiéndonos a la génesis del plegamiento, sin fallas, éste requiere marcada plasticidad que sólo se alcanza con un profundo enterramiento y temperaturas moderadas que hubieran actuado mantenidas durante un lapso de tiempo considerable.

Del análisis microscópico (véase: texturas) puede inferirse que tres han sido las etapas que caracterizan los procesos metamórficos ocurridos cada una de las cuales ha impreso en mayor o menor extensión su sello propio.

- a) *Cristalización sintectónica.* — Responsable del clivaje de flujo por reacondicionamiento de los minerales preexistentes en condiciones de temperaturas y presiones moderadas. Los rasgos más evidentes de esta etapa son la formación de un pavimento cuarzoso y/o recristalización de la matriz arcillosa en un agregado sericítico cuarzoso, con orientación preferencial

Cuadro comparativo de los tipos litológicos del Grupo de Lolén

	Ortoquarcita	Cuarc. feld. c/mtz.	Cuarc. feld. 5 % mtz.
Estructuras internas	Poco visibles, excepto una fina laminación	Estratific. torrencial entrecruzada y rara gradada. Finalaminación de las varvitas.	Estratific. entrecruzada (psamitas) o gradada poco visible (conglomerados finos). Sin estructuras visibles en algunas cuarcitas grises
Selección	Pobre (sector del techo).	Pobre a moderada	
Redondez	Carece de significación. Sólo en las cuarcitas feldespáticas con escasa matriz suelen observarse algunos individuos subredondeados de otras sedimentitas finas y de feldespatos alcalinos.		
Índice de madurez	Más de 10,0	3,9 a 10,0	9,0
Índice de fluidez	1,0 a 5,6	1,0 a 5,6	5,6 a 10,0
	A causa de las modificaciones metamórficas, los valores de ambos índices deben ser tomados con suma prudencia.		
Tamaño (promedio)	Los valores son, en todo los casos, aproximados y provenientes de las secciones altas del grupo de Lolén, menos afectadas en su textura. Considero solamente los de las ortocuarcitas con matriz (110 micrones) y de las cuarcitas feldespáticas con matriz (190 micrones).		
Mineralogía	Cuarzo, turmalina, zircón, epidoto, micas, granate (en la base) Matriz más del 5 %.	Composición similar con porcentajes variables y en relaciones inversas de feldespatos alcalinos y plagioclasas.	
		Karo microclino Matriz más 5 %.	Abund. microclino Matriz menos 5 %.
Promedio feldespatos total	0 — 1 %	6 % (10 % máximo)	8 % (16 % máximo)
Color de las rocas (superficie fresca)	<i>Base del grupo</i> : crema, castaño, amarillento. Pigmentos rojizos (goethita) frecuentes. <i>Techo del grupo</i> : pardo rojizo, rojo ladrillo, pardo rosado, castaño amarillento. Abundantes pigmentos ferruginosos (hematita).	Gris verdoso, verde oscuro, gris azulado oscuro, castaño, castaño amarillento oliva. Pelitas negro azuladas, amarillo y verde oliva.	Gris blanquecino, blanco grisáceo, gris con pequeñas motas negras o gris oscuras.

de los minerales de hábito laminar. La sílice necesaria en estas transformaciones se originó —a falta de procesos metasomáticos manifiestos— en las propias sedimentitas por expulsión de fluidos de esa naturaleza “exprimidos” durante la deformación (ver: venas de cuarzo).

- b) *Cristalización postectónica.* — Provocó fundamentalmente la formación de individuos de cuarzo granoblástico en las meta-cuarcitas feldespáticas, de grandes láminas (hasta 4 mm) de micas en los planos de esquistosidad y estratificación, de la turmalina (fig. 15) y probablemente también de la albita que margina algunos clastos de plagioclasa.
- c) *Deformación postcristalina.* — Vinculada a movimientos que afectaron las Sierras Australes reflejo de los movimientos andinos y caracterizada por acciones cataclásticas (rotura de granos, superficies de deslizamiento, etc).

La asociación mineralógica metamórfica observada colocaría a las metamorfitas de Lolén en la facies de esquistos verdes, probablemente en la zona de biotita.

IX. CONSIDERACIONES PALEOGEOGRÁFICAS

Si bien hubo dinamometamorfismo, la herencia sedimentaria es, en parte, aún reconocible, ya que se han preservado los elementos elásticos y restos de braquiópodos. Sin embargo, a pesar del carácter metamórfico de la serie estudiada, es posible inferir, con cierta prudencia, la naturaleza primitiva de las sedimentitas y de su ambiente de sedimentación.

De acuerdo con las ideas de Borrello (1962) los grupos que integran las series de Curamalal (silúrica) y de la Ventana (eodevónica) representan un ambiente miogeosinclinal característico de plataforma algo inestable, con ligeras subsidencias (grupo de Hinojo). Las observaciones geológicas litológicas y petrográficas (si bien escasas) confirman tal posibilidad. Por su parte, el grupo de Lolén probablemente configuraría, dentro del ambiente miogeosinclinal, condiciones de plataforma inestable en un sentido amplio. Me indujo a suponer ésto el análisis de los escasos datos que me suministraron muestras descritas en un trabajo anterior (Andreis, 1962).

Ahora bien, sobre el amplio fundamento que me han proporcionado numerosas observaciones de campaña (véase: estructuras sedimentarias y conglomerados) y las características petrográficas expuestas en el capítulo correspondiente, por lo menos para el área central de Lolén atravesada por la ruta provincial N^o 76, procuré

interpretar sus condiciones de sedimentación, con vistas a iniciar la reconstrucción paleogeográfica de las Sierras Australes en el tiempo eodévónico.

En forma provisoria, pues es necesario recopilar aún muchos datos de diversa índole a fin de dar forma definitiva a las hipótesis aquí presentadas, reconozco tres divisiones ambientales para el grupo de Lolén, cuya distribución aproximada y rasgos esenciales son presentados a continuación:

- a) 0 - 200 m. — El acuñaamiento de numerosos miembros psamíticos y pelíticos tabulares, como la frecuente lenticularidad en los conglomerados y algunas pelitas, las estructuras de corriente (estratificación entrecruzada y diagonal y ondalitas) y las varvitas son, en conjunto, los caracteres estructurales más evidentes de ésta sección; sin embargo existe cierta dificultad para catalogar un ambiente de sedimentación caracterizado además por una dificultad incuestionable, que estriba en el hecho de que mientras las psamitas sugieren haber sido depositadas por encima del nivel de base de onda, con una fase de transporte suficientemente larga como para redondear fragmentos de feldespatos y líticos, los sedimentos de grano fino —pelíticos— a su vez sugieren, por la ausencia de toda estructura (excepto las varvitas), una depositación tranquila, debajo de aquel límite. No obstante y aunque no hay otro indicio de profundidad que los anotados, en base a ellos puede interpretarse, de un modo amplio, como una mezcla de ambientes de *unda* (Rich, 1951) con tendencias de *clino* (Rich, 1951) poco marcadas a través de la sección.

Evidentemente una clasificación ambiental como la señalada es algo imprecisa, ya que —es sabido— dentro de la *unda* y *clinotema* se distribuyen la totalidad de los ambientes mixtos y marinos conocidos; éste inconveniente ha sido solucionado, al menos parcialmente, considerando la unidad de los datos obtenidos del análisis mineralógico sistemático con las estructuras sedimentarias encontradas.

A juzgar por los datos proporcionados, es indudable que los primeros 50 metros (desde la base) representan el comienzo de una definida subsidencia originada en el grupo de Providencia (“...se encuentran en esta parte superior intercalaciones de esquistos arcillosos y filitas..., pero son menos abundantes que en la sección inferior”. Harrington, 1947) comprobada por el cambio de litofacies, de psamitas cuarzo-hematíticas pobres en muscovita a arenitas similares con regular proporción de matriz. Esta transformación

gradual no hace más que confirmar que “entre ambos grupos existen relaciones de continuidad sedimentaria” (Harrington, 1947). Además, en el intervalo que media entre los 50 y 200 m, las facies cuarzosas se van paulatinamente enriqueciendo, aunque en cantidades reducidas, de feldespatos alcalinos y calcosódicos; el máximo (16 %) es alcanzado hacia el deslinde con la sección siguiente.

Si bien los datos disponibles son insuficientes, de acuerdo con lo expuesto precedentemente y a modo de conjetura, al parecer ésta sección inferior del grupo de Lolén estaría caracterizada —su sedimentación— por el aporte de material clástico por parte de grandes ríos que desembocaban en zonas de extensas planicies de marea (“tidal flats”) cercanas al área litoral, y cuya deposición se efectuaba en un ambiente de remoción con corrientes no uniformes; cambios en las corrientes o quizás desplazamiento de las desembocaduras fluviales han sido probablemente la causa de que pelitas no estratificadas presenten marcadas variaciones en color, ocasionados (Barrell, 1912) por una mayor o menor proporción en el contenido de materia orgánica.

Por otra parte, los reducidos espesores que muestran las varvitas pardo verdosas y rojizas, y pelitas negro azuladas, invariablemente lenticulares y que se extienden por decenas de metros, reproducirían depósitos típicos de planicie de marea, con intermitente exposición subaérea, oxidante (varvitas rojizas). El grado de preservación es probablemente una medida grosera de la quietud del agua en la que se depositó el sedimento.

La presencia de abundantes restos de organismos marinos (braquiópodos), ubicados entre 120 y 145 metros de la base del grupo, en ocho bancos (Andreis, 1964) aparentemente como una sola biofacies recurrente (Borello, 1962), dispuestos sin orden en psamitas a veces lenticulares, en conglomerados finos estratificados o en limolitas, parecen sugerir fluctuaciones de la línea de costa probablemente relacionadas a leves movimientos epirogénicos que ya se insinúan por la alternancia de psamitas y pelitas que caracterizarán a la sección siguiente.

- b) 200 - 400 m. — Tal como lo adelantara, la parte media de Lolén está caracterizada por psamitas feldespáticas, de colores pardo verdosos, pardo amarillentos hasta verde oscuro indicadoras de abundante matriz (ver: color de las sedimentitas), con ocasionales estructuras deformacionales y de co-

riente, intercaladas en súbita transición con limolitas de tonalidades similares que excepcionalmente muestran fina laminación. Cabe señalar que la alternancia no es constante, ya que hay bancos de psamitas que alcanzan hasta 3 m de potencia, mientras que las pelitas asociadas raramente llegan a medir 2 m.

Intimamente vinculados a sucesiones de psamitas y pelitas y de singular importancia en la determinación de las condiciones ambientales, los conglomerados intraformacionales se distribuyen ampliamente en los niveles arenosos.

En suma, se infiere que el ambiente de sedimentación muestra estrecha relación con movimientos epirogénicos que han condicionado fenómenos de remoción periódica por oleaje y corrientes poco profundas que posiblemente (las estructuras deformacionales y los conglomerados del tipo 3 lo señalan) se deslizaron sobre un fondo marino carente de cambios bruscos en su pendiente.

- c) 400 - 420 m. — La porción superior de Lolén, hacia el contacto con la Serie de Sauce Grande (Antracólítico), integrada por psamitas cuarzosas y limolitas finamente laminadas, el conjunto de tonalidades rojizas, pardo rojizas a veces amarillentas o verde oscuro y con algunas estructuras lenticulares no muy desarrolladas, parecerían reproducir un ambiente semejante al descrito en la base del grupo, es decir deposición en una planicie de marea, bajo condiciones de plataforma epicontinental inestable, por parte de ríos (o lagos ?) temporarios (Krumbein y Sloss, 1957).

No es muy aventurado suponer que las condiciones de sedimentación marina fueron haciéndose poco a poco más superficiales, adquiriendo un definido aspecto continental. Este hipotético ambiente debe haber sido eliminado por un intenso proceso de denudación que dio lugar a la elaboración de una peneplanicie sobre la cual se depositaron los paraconglomerados (tillitas) que inician la sedimentación antracólítica del Sistema de Pillahuincó.

X. PROCEDENCIA

En base a la información obtenida de la composición mineralógica local, podemos inferir que durante la depositación de los sedimentos del grupo de Lolén, el material clástico ha provenido mayormente de un terreno sedimentario ya sea como detrito retrabajado del grupo de Providencia o de áreas exteriores a la cuenca donde se

producía la sedimentación. En éste último caso, el material alóctono probablemente integraba sedimentitas de naturaleza feldespática a arcósica producto de la destrucción de rocas graníticas predevónicas.

El aporte plutónico, de composición granítica hasta ademellítica, queda evidenciado —además del cuarzo (ver inclusiones)— por la presencia de feldespatos alcalinos peritéticos y microclino subordinado, con variables proporciones de plagioclasa ácida (oligoclasa dominante).

Esta asociación de minerales leucocráticos se repite, dejando de lado los elementos líticos, en el bloque ovalado y bien redondeado hallado en la sección baja de Lolén; se trata de una *arcosa* transicional hacia las subgrauvacas por su contenido en plagioclasas y clastos líticos (24 %) (véase anexo 1). Es de interés destacar la importancia, entre los fragmentos líticos, de un aporte volcánico (3 % del total) constituido por vidrio incoloro límpido, apenas alterado en productos arcillosos y algo redondeado (2 %) y escasos fragmentos de vulcanitas andesíticas y/o basálticas de textura hialopilitica.

Es probable que el bloque al que me he referido, dispuesto paralelamente al arrumbamiento general de las estructuras, haya sido llevado hasta allí por icebergs.

Relativos son los datos que pueden extraerse del conjunto de minerales accesorios (pesados), de por sí escasos. Con excepción de la rara magnetita, titanita y apatita, el triplo constituido por *turmalina*, *zircón* y *rutilo* (en ese orden) merece especial atención, pues su presencia ya había sido advertida al estudiar (Andreis, 1962) cortes delgados de los demás grupos integrantes de la serie de la Ventana y asimismo en otros trabajos Gilardoni (1949), Xicoy (1946) y Crotti (1942) en los que, en particular, la *turmalina verde* es mencionada hasta como componente accesorio de los rodados cuarcíticos del conglomerado basal de La Lola (silúrico). Con respecto al granate incoloro y los minerales del grupo del epidoto, podrían indicar un aporte metamórfico.

La posición de las rocas proveedoras de material clástico para los sedimentos de Lolén es desconocida; ello concordaría con lo manifestado por otros investigadores en áreas similares a las aquí estudiadas, en las que el área de procedencia es imposible de hallar en el campo (Allen, 1960). Considerando las estructuras direccionales observadas, por cierto escasas, podemos suponer que las corrientes han fluído desde direcciones contrarias ora al norte, ora al sud, probablemente indicando una orientación paralela a la costa antigua. Un detallado estudio de paleocorrientes de alcance regional permitiría ampliar el panorama paleogeográfico local.

XI. CONCLUSIONES

El presente trabajo, necesariamente ajustado a una reducida extensión del grupo de Lolén no permite el desarrollo total de los temas considerados en la medida en que una investigación de esa naturaleza lo requiere, sin embargo estimo que puede servir como punto de partida para nuevos estudios en el Devónico de las Sierras Australes bonaerenses.

Debo señalar nuevamente que los cambios de litofacies en distancias relativamente reducidas, la lenticularidad de las capas y el tapiz de suelos esqueléticos hacen difícil el estudio de los afloramientos.

En base a los datos emergentes del estudio sistemático considero que:

- 1) Entre el grupo de Providencia, y el de Lolén, si bien se trata de un cambio de facies progresivo, precursor de ambientes menos removidos, algo más profundos, puede señalarse con seguridad su contacto. En primer lugar se advierte un cambio en la textura de las rocas, de macizas a francamente esquistasas y luego —microscópicamente— un aumento en el contenido de matriz (Lolén) y la presencia de abundante zircón, turmalina y rutilo en las secciones transicionales, aunque todavía en Providencia. En un trabajo anterior (Andrés, 1962) hacía mención del hecho de que en dos regiones distantes como lo son el ex Club Hotel Ventana y el abra del Chaco, se hallaran estos tres accesorios, determinando una “zona mineralógica” que permitiría una buena correlación de las capas altas de Providencia en contacto con Lolén.
- 2) Las metamorfitas estudiadas contienen apreciable cantidad de cuarzo (70 %), acompañado de feldespatos alcalinos y calcosódicos (8 %) y fragmentos líticos (6%), junto con los variables porcentajes de matriz recrystalizada (25 %) y las escasas micas metamórficas (3 %). Los valores son, en todos los casos, promedios aproximados.

Además por efecto del metamorfismo regional las texturas primitivas han sido modificadas en distinto grado, según provengan de rocas de las secciones basales (textura granoblástica frecuente) o mediosuperiores (semiesquistos típicos).

- 3) Los accesorios, tan comunes en otros grupos (como Providencia) son bastante escasos en el grupo de Lolén (menos del 1 %). La presencia de zircón, turmalina verde y rutilo (en

- Lolén) parece ser característica, al menos, para la Serie de Ventana. Del resto de los minerales accesorios, sólo el granate y la apatita son desconocidos en las series eopaleozoicas.
- 4) Si bien no es fácil la ubicación sistemática de las "psamitas" de Lolén considero que se tratarían de términos transicionales entre las ortocuarcitas (heredado de Providencia) y subgrauvacas o arcosas, según predominen los elementos líticos o los feldespatos y asimismo hacia las grauvacas por el contenido de matriz.
 - 5) Las metamorfitas locales están caracterizadas por texturas de típicos semiesquistos y granoblástica más o menos desarrollada.
 - 6) Amplias investigaciones tanto regionales como locales son imprescindibles para completar el reconocimiento del grupo de Lolén y de éste modo confirmar o modificar las hipótesis aquí propuestas:
 - a) Ambiente de sedimentación y su separación en tres secciones.
 - b) Extensión y desarrollo de las estructuras internas halladas.
 - c) Naturaleza de los componentes pséfíticos.
 - d) Clasificación adoptada de las rocas psamíticas modificadas.

ANEXO I

ANÁLISIS DEL RODADO (Fig. 19)

Descripción megascópica. — Color gris castaño oscuro uniforme, excepto hacia los márgenes, donde tonalidades rojizas son comunes (meteorización) ausencia de estructura alguna; friable y áspero al tacto.

Granulometría. — Debido a la naturaleza friable advertida, se ha impuesto la realización de un análisis a grano suelto previo tamizado utilizando una serie de tamices Standard Tyler coincidente con la escala granulométrica de Wentworth (1922).

Tamiz (Abert. en micrones)	Peso (en gramos)	"	% (acumulativo)
250	1,40	20,0	20,0
177	2,41	34,4	54,4
125	1,67	23,8	78,2
88	0,63	9,0	87,2
62	0,50	7,1	94,3
menos de 62	0,39	5,5	99,8



Fig. 19. — Bloque redondeado enclavado en metacuarcita feldespática maciza, Obsérvese que las diaclasas transversales lo atraviesan

Sobre la curva acumulativa confeccionada se han medido la mediana y los cuartiles Q_1 y Q_3 utilizando la escala phi; con éstos datos se calcularon la desviación phi de los cuartiles ($QD \phi$), asimetría de los cuartiles ($Skq \phi$) y la curtosis (K). Los valores obtenidos son:

$$\begin{aligned} Md &= 2,5 \text{ phi (177 micrones)} \\ Q_1 &= 2,8 \text{ phi (145 micrones)} \\ Q_3 &= 2,0 \text{ phi (256 micrones)} \\ QD \phi &= -0,10 \text{ (equivalente a } Sk = 1,1) \\ Skq \phi &= 0,40 \text{ (equivalente a } So = 1,19) \\ K &= 0,21 \end{aligned}$$

Asimismo se ha calculado el índice de madurez textural (Folk, 1954) que arrojó un valor de 0,57 indicador de un buena selección.

Descripción mineralógica.

Cuarzo (31 %): subangular, algo subredondeado; extinción ondulante e inclusiones opacas y/o globulares orientadas en planos (cuarzo ígneo).

Feldespatos alcalinos (16 %): comprende *microclino* (10 %) límpido o algo turbio (alófano), subangular y *ortoclasa* (y *ortoclasa microperítica*) (6 %) con variable alteración alofánica, nunca excesiva. En general, todos los feldespatos presentan formas angulosas a subangulosas.

Plagioclasas (20 %). Límpida o con escasa sericitización; fragmentos angulosos a subangulosos que llevan adheridos, algunas veces, una pasta felsítica o vidrio incoloro. Faltan las inclusiones (excepto un cristal cúbico de hipersteno), en tanto que la zonación —rara— es de tipo normal no oscilatorio. Se trata de plagioclasas ácidas de composición albita-oligoclasa, por lo común exentas de maclas.

Biotita (6 %). Marrón rojiza en láminas irregulares y quebradas, sin signos de alteración ni inclusiones. $2V_x 0^\circ$.

Muscovita. (1 %). Incolora, sin inclusiones y algo redondeada. $2V_x 20-30^\circ$.

Clastos líticos (24 %). Distribuidos en 18 % de agregados muy finos sericíticos-felsíticos irregulares (arcilitas) a finos cuarzo-sericíticos (limolitas y psamitas muy finas); 3 % agregados policristalinos de cuarzo (cuarcita y cuarzo de vena ?) y cuarzo-feldespáticos (aplitas graníticas). El 3 % restante está repartido entre 2 % de trizas incoloras, algo redondeadas, de vidrio volcánico y 1 % de pastas de vulcanitas de naturaleza andesítica (textura hialopilitica con microlitos de plagioclasa no zonada, andesina An 47 %).

En proporciones menores del 1 % aparece *turmalina* variedad choro, pleocroica del rosa pálido al pardo oscuro, ligeramente corroída en los bordes; *zircón* incoloro y subedral y calcita como granos irregulares lípidos (cemento ?) o agregados microcristalinos de color gris, algo redondeados (calizas sedimentarias ?).

De acuerdo a la clasificación de Pettijohn (1957) estaríamos en presencia de una arcosa transicional, por su contenido en plagioclasas y fragmentos líticos, a subgrauvaca. Se trata de una sedimentita inmadura tanto desde el aspecto composicional (índice 0,6) como del textural.

OBRAS CITADAS EN EL TEXTO

- ALLEN, J. R. L. (1960). *The Mam Tor sandstones: a « turbidite » facies of the Namurian deltas of Derbyshire, England*. Jour. Sed. Petr., 30, p. 193.
- ANDREIS, R. R. (1962). *Estudios geológicos complementarios en el Devónico fosilífero de la Sierra de la Ventana (Provincia de Buenos Aires) y algunas observaciones sobre la petrografía local*. inédito.
- (1964). *Estudio de la zona con braquiópodos del grupo de Lolén (Sierra de la Ventana, provincia de Buenos Aires)*. Not., CIC vol. II, n° 5, p. 10.
- BARRELL, J. (1912). *Criteria for the recognition of ancient delta deposits*. Geol. Soc. Amer., Bull. 23, p. 377-446.
- BASSETT, D. A. y WALTON, E. K. (1960). *The Hell's Mouth grits: Cambrian greywackes in St. Tudwal's Peninsula, North Wales*. Quat. Jour. Geol. Soc. London, 116, n° 461, p. 85-110.
- BORRELLO, A. V. (1962). *Los caracteres geosinclinales de las Sierras Australes*. Simposio Geol. Prov. Buenos Aires, L. E. M. I. T., p. 1, La Plata.
- BOSWELL, P. G. H. (1960). *The term Graywacke*. Jour. Sed. Petr., 30, p. 154.
- BRODIE, J. W. (1953). *Stratigraphy and structure of the greywackes and argillietes on the south coast of Wellington Peninsula*. New Zealand, Jour. Sci. Tech., B 34, n° 4, p. 205-226.
- BROTHERS, R. N. (1956). *The structure and petrography of greywackes near Auckland, New Zealand*. Trans. Roy. Soc. New Zealand, 83, pt. 3, p. 465-482.
- CROTTI, A. I. A. (1942). *Contribución al conocimiento de las psamitas argentinas*. Mus. La Plata, tesis n° 40 (inéd.).
- DUTOIT, A. L. (1927). *Ageological comparision of South América with South Africa. With a palaeontological contribution by F. R. Couper Reed*. Carnegie Inst. Wash., publ. n° 381, p. 157, 16 láms., 1 mapa geol.
- FAIRBAIRN, H. W. (1949). *Structural petrology of deformed rocks*. Addison Wesley, Cambridge, Mass., U. S. A.
- FISCHER, G. (1934). *Die Petrographie der Grauwacken*. Jb. Preuss. Geol. Landes., 54, p. 320-343, Berlín.
- FOLK, R. L. (1954). *The distinction between grain and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature*. Jour. Geol., 62, n° 4, p. 344-359.
- GILARDONI, R. J. (1949). *Investigaciones en las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires*. Tesis Mus. La Plata n° 138, p. 49, ilustr. 47, La Plata.

- GONZALEZ BONORINO, F. Y TERUGGI, M. E. (1952). *Léxico sedimentológico*. Publ. exten. cult. y didact., Mus. Arg. Cien. Nat. « B. Rivadavia » n° 6, Buenos Aires.
- HARRINGTON, H. J. (1947). *Explicación de las hojas geológicas 33 m y 34 m. Sierra de Curamalal y de la Ventana, provincia de Buenos Aires*. Dir. Min. Geol., Bol. n° 61, p. 43, Buenos Aires.
- KÄRDEL, J. (1917). *El Precámbrico y el Paleozoico de la Argentina*. Geogr. Rep. Arg., Gaea, t. I, p. 47-302, Buenos Aires.
- KELLER, W. D. Y LITTLEFIELD, R. F. (1950). *Inclusions in the quartz of igneous and metamorphic rocks*. Jour. Sed. Petr., 20, p. 74-84.
- KRYNINE, P. D. (1951). *Reservoir petrography of sandstones*. (from Naval Petroleum Reserve n° 4) U. S. Geol. Surv. Map. OM-126, Sheet 2.
- KUENEN, P. H. Y SANDERS, J. (1956). *Sedimentation phenomena in Kulm and Flozleeres greywackes, Sauerland and Oberharz, Germany*. Amer. Jour. Sci., 254 p. 649-663.
- LEINZ, V. (1937). *Estudios sobre a glaciacao Permocarbonefera do Sul do Brasil*. Min. Agric., Serv. Fom. Prod. Min., Bol. n° 21, p. 47, Río de Janeiro.
- MEAD, W. J. (1925). *The geologic role of dilatance*. Jour. Geol., 33, n° 7, p. 685-698.
- PETTICHOHN, F. J. (1957). *Sedimentary rocks*. Harper & Bros, Nueva York.
- POTTER, P. E. Y SIEVER, R. (1956). *Sources of basal Pennsylvanian sediments in the Eastern Interior Basin*. Jour. Geol., 64, n° 3, p. 225-244.
- REED, J. J. (1957). *Petrology of the Lower Mesozoic rocks of the Wellington District*. New Zealand Geol. Surv., Bull. 57, p. 60.
- (1958). *Regional metamorphism in south-east Nelson*. New Zealand Geol. Surv. Bull. 60, p. 38.
- RICH, J. L. (1951). *Three critical environments of deposition, and criteria for recognition of rocks in each of them*. Geol. Soc. Amer., Bull. 62, n° 1, p. 1-20.
- SCHILLER, W. (1930). *Investigaciones geológicas en las montañas del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires*. An. Mus. la Plata, ser. 2ª, t. IV, 1ª p. 9-101, lám. 7, La Plata.
- STEWART, H. D. (1962). *Greywacke sedimentation in the Torridonian of Colonsay and Oronsay*. Geol. Mag., 99, n° 5, p. 399-419.
- SUERO, T. (1957). *Geología de la Sierra de Pillahuincó (Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires). Partido de Coronel Pringles y Coronel Suárez*. L. E. M. I. T., M. O. P. Prov. Bs. As., Ser. II, n° 74, p. 31, La Plata.
- TALLMAN, S. L. (1949). *Sandstone types: their abundance and cementing agents*. Jour. Geol. vol. 57, n° 6.
- TURNER, F. J. (1936). *Interpretation of schistosity in the rocks of Otago, New Zealand*. Trans. Roy. Soc. New Zealand, 66, part. 2, p. 201-224.
- (1938). *Progressive regional metamorphism in Southern New Zealand*. Geol. Mag., 75, n° 886, p. 160-174.
- (1941). *The development of pseudo-stratification by metamorphic differentiation in the schist of Otago, New Zealand*. Amer. Jour. Sci., 239, n° 1, p. 1-16.
- TURNER, F. J. Y HUTTON, C. O. (1935). *Stilpnomelano and related minerals as constituents of schist from Western Otago, New Zealand*. Geol. Mag. 72, p. 1-8.
- TURNER, F. J. Y VERHOOGEN, J. (1962). *Igneous and metamorphic petrology*. McGraw-Hill, Nueva York.

- WENTWORTH, C. K. (1922). *A scale of grade and class terms for elastic sediments*. Jour. Geol., 30, p. 382.
- WILLIAMS, H., TURNER, F. J. Y GILBERT, C. M. (1955). *Petrography: an introduction to the study of rocks in thin sections*. W. H. Freeman Co, San Francisco.
- WOOD, A. Y SMITH, A. J. (1959). *The sedimentation and sedimentary history of the Aberystwyth Grits (Upper Llandoveryan)*. Quat. Jour. Geol. Soc. London, 114 pt. 2, n° 454, p. 163-198.
- XICOY, A. N. (1946). *Contribución al conocimiento petrográfico de las Sierras Colorada y Chasicó (en los partidos de Saavedra y Tornquist, prov. de Buenos Aires)*. Tesis Mus. La Plata, n° 85, p. 103, 1 cuadro, 1 pl., 2 bosq., 3 perf., 19 láms. La Plata.