

ISSN 0004-4822

Asociación Geológica Argentina

REVISTA



Tomo XXXII - N° 2
Abril - Junio
Buenos Aires 1977

SEDIMENTOLOGIA DE LAS PSAMMITAS DEL TERCIARIO INFERIOR ENTRE DIQUE AMEGHINO Y BOCA TOMA, PROVINCIA DEL CHUBUT ARGENTINA

GUIDA ALIOTTA, EDUARDO DOMINGUEZ y ROGER WHEWEL

Fundación Bariloche, S. C. de Bariloche

Resumen

Se estudia la unidad integrada por psammitas, pelitas y coquinas, que suprayace en discordancia al material caolinico en diversos yacimientos del valle inferior del río Chubut. El análisis se hace en base de 11 perfiles realizados en los principales yacimientos, teniendo en cuenta observaciones de campo y de laboratorio, especialmente en las psammitas.

El estudio mineralógico indica la procedencia del material clástico de rocas del "Complejo Porfírico" y las determinaciones texturales permiten acotar el ambiente en el que se produjo la sedimentación, continental fluvial en la base, pasando progresivamente a litoral marino hacia la parte superior de los perfiles.

Los resultados permiten además, distinguir tres niveles psammiticos, correlacionar las areniscas de las diferentes localidades y asignar la unidad a la Formación Roca, de edad paleocena.

Introducción

En el valle inferior del río Chubut existen importantes yacimientos de caolín, en los cuales, al material caolinizado se superpone en discordancia erosiva, una sucesión de sedimentitas integrada por psammitas, pelitas y coquinas, cuya correlación estratigráfica se ha prestado a confusión. Así, ha sido asignada a la Formación Salamanca por Angelelli y Stegman (1948) y Pagés (1944), a la Formación Roca sensu lato por Malvicini (1972) y a la Formación Patagonia por Oliveri y Terrero (1954) y Hayase (1969).

Por otra parte, si bien las mencionadas sedimentitas muestran notables similitudes en los distintos yacimientos, los mismos están en algunos casos separados por decenas de kilómetros y a diferentes cotas topográficas.

Con el objeto de dilucidar la correlación estratigráfica de la unidad se efectuó el estudio sedimentológico de las psammitas que la integran en los perfiles realizados en 11 yacimientos.

Abstract

This work studies the unit composed of psammites, pelites and coquines, discordantly deposited on the kaolinic material in various deposits of the lower valley of Chubut river. The study is based on the analysis in the field and in the laboratory of samples from 11 profiles exposed in the main kaolin deposits.

Mineralogic analysis demonstrates the source of the clastic material to be the "Porphyritic Complex". Textural analysis indicates the depositional environment to have been continental with river transport at the base of the unit and coastal in the upper part of the unit.

It is possible to recognize three psammitic levels, correlate the psammites of the different kaolin deposits and from lithostratigraphic comparison, correlate the unit with the Paleocene "Roca Formation".

Dichos yacimientos se hallan en un área comprendida entre los meridianos 66° y 66° 30' y los paralelos 43° 10' y 43° 30'. El acceso a la zona es posible durante todo el año mediante las rutas Nacional N° 25, Provincial 31 y diversos caminos vecinales.

Si bien no existe la hoja geológica del área, numerosos autores han contribuido al conocimiento de la región, entre ellos, Wichman (1927), Piatnitzky (1936), Petersen (1946), Feruglio (1949-50), Méndez (1966), Camacho (1967), Masiuk (1967), Lesta y Ferello (1972) y Malvicini (1972). Por otra parte, de los autores que han estudiado los yacimientos merecen citarse: Pagés (1944), Angelelli y Stegman (1948), Oliveri y Terrero (1954), Pascual (1960), Rossi (1959), Hayase (1969) y Romero *et al.* (1974).

El bosquejo geológico en el que se detalla la ubicación de los yacimientos (Figura 1) ha sido tomado de Romero *et al.* (1974).

This One



JRKR-7GR-BKYF

Material protegido por derechos de autor

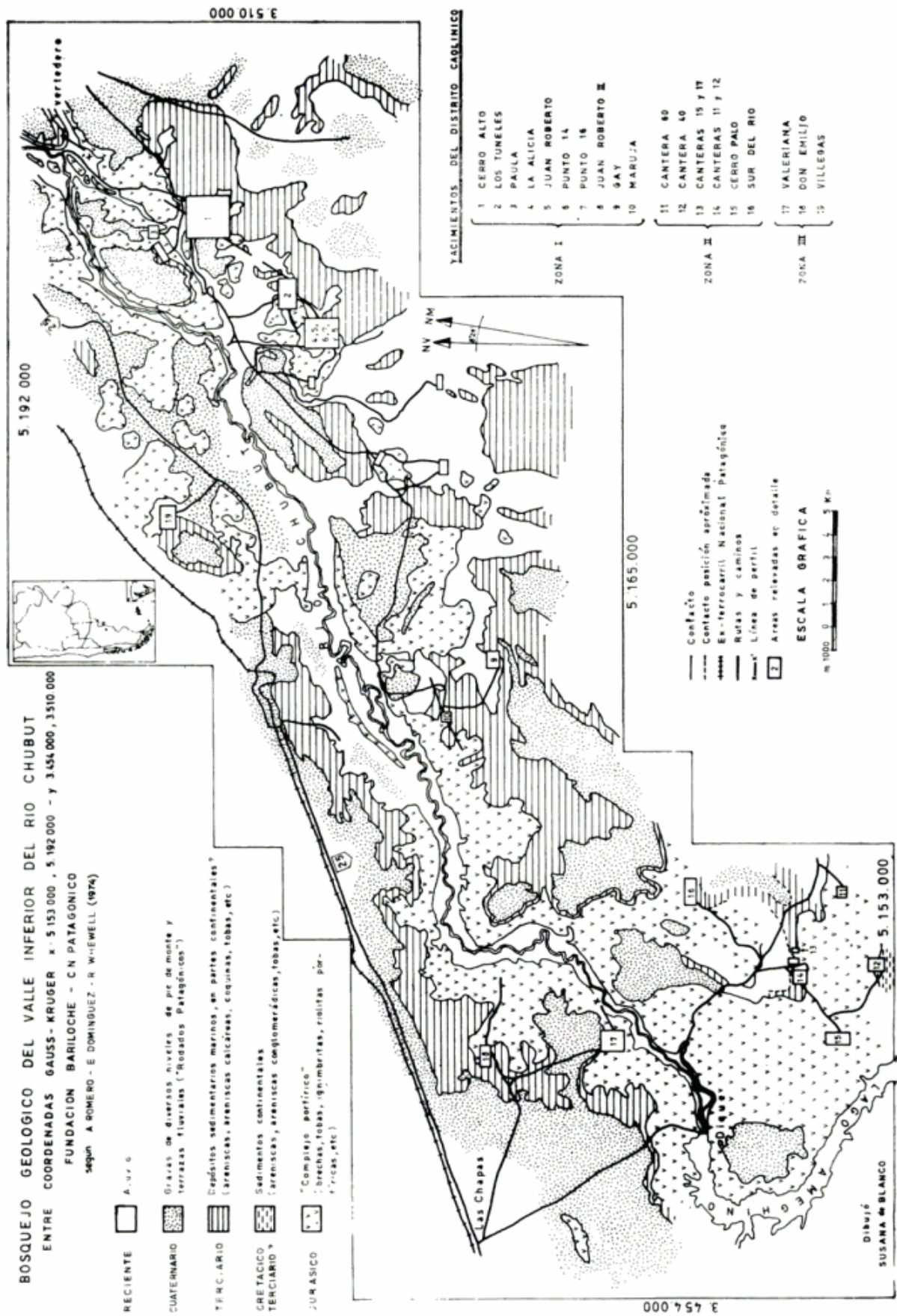
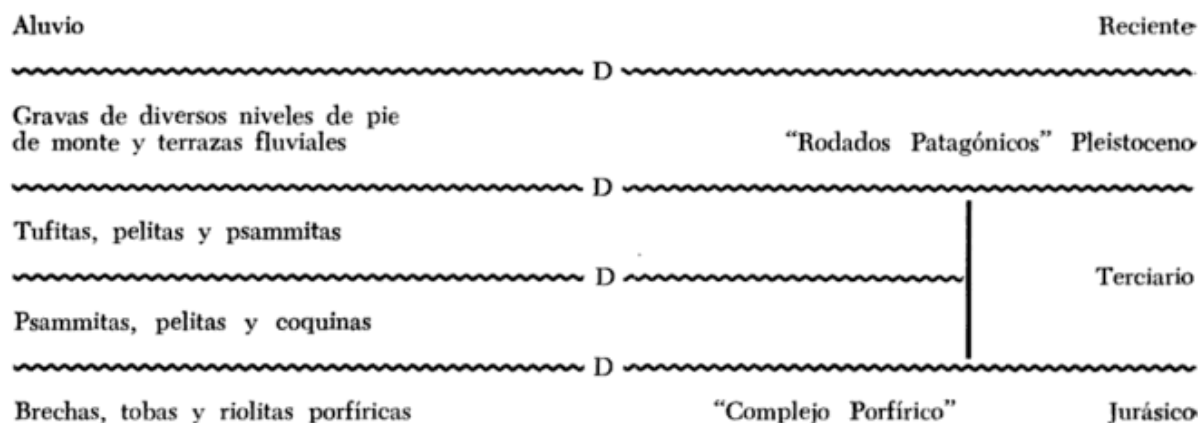


Fig. 1. — Bosquejo geológico de la zona.

Este estudio fue realizado en el Departamento de Recursos Naturales y Energía de la Fundación Bariloche por una sugerencia del Dr. A. J. B. Romero a quien agradecemos sus comentarios y constante aliento. Debemos asimismo nuestro reconocimiento a las autoridades de I.N.T.A. y C.N.E.A. que facultaron el uso de sus laboratorios y a los señores propietarios y administradores de los yacimientos que nos permitieron el acceso a las labores y nos brindaron hospitalidad. Al Dr. J. Rabassa y al Lic. G. Bonorino les agradecemos la lectura crítica del manuscrito.

Geología

Las unidades que fueron reconocidas en el área son pocas y sus relaciones sencillas. La sucesión estratigráfica es la que sigue:



Además, en la parte SO del bosquejo de Romero *et al.* (1974) se observa una sucesión de sedimentitas continentales (areniscas, tobas, etc.) que se dispone en discordancia sobre el Complejo Porfírico. Tienen rumbo ENE y buzan 5 a 6° al SO. Los afloramientos ocupan una porción ínfima de la superficie que figura en el mapa y las relaciones de estas sedimentitas con aquellas mapeadas como Terciario son oscuras; su elucidación requeriría un estudio adicional que escapa a los fines de este trabajo.

A. Brechas, tobas y riolitas porfíricas

Integran el llamado "Complejo Porfírico" en el sentido de Feruglio (1949-50) y constituyen el basamento de la región. En algunos casos las rocas que lo integran han sido alteradas y son explotadas económicamente por caolín. Son numerosos los autores que se han ocupado de las relaciones estratigrá-

ficas del citado complejo y un buen resumen de las investigaciones anteriores puede ser consultado en el trabajo de Masiuk (1967). Por ello, nos limitaremos aquí a considerarlo jurásico medio, bathoniano (Stipanovic y Linares, 1969; Stipanovic y Rodrigo, 1969).

B. Psammitas, pelitas y coquinas.

Tanto esta unidad como las tufitas, pelitas y psammitas que la cubre discordantemente fueron asignadas genéricamente al Terciario hasta tanto el estudio en laboratorio corroborara evidencias de campo y permitiera una asignación litoestratigráfica precisa.

Esta unidad, motivo del trabajo, se asienta en discordancia erosiva sobre el "Complejo Porfírico" y sus afloramientos cubren la mitad del área total y las tres cuartas partes de lo mapeado como Terciario indiferenciado

en el mapa de Romero *et al.* (1974). A pesar de su gran distribución areal, las potencias observadas en los sectores de los yacimientos rara vez alcanzan los 10 m; como excepción debe mencionarse el sector de las minas "Gay" y "Maruja" en el cual se estimó una potencia de 40 m. En muchos lugares los afloramientos están cubiertos por gravas y arenas fluviales ("Rodados Patagónicos"), aluvio reciente y suelos, lo que hace que muchos sectores sean de difícil correlación.

La unidad presenta las siguientes características litológicas:

Psammitas: constituyen el 70 % de la unidad; muestran tonalidades que van desde rojiza amarillenta a pardas y blanquecinas; se presentan en estratos tabulares de bases erosivas, normalmente macizos aunque a veces exhiben estratificación entrecruzada; son por lo común de grano medio a grueso. En el yacimiento "Maruja" todos los estratos

psammíticos contienen restos de foraminíferos y ostrácodos, no determinativos en cuanto a edad (Musacchio, comunicación escrita, 1974); en el sector de "Juan Roberto", "La Alicia" y Puesto de Rosas, fueron hallados restos de troncos petrificados.

Teniendo en cuenta la mineralogía de los clastos, proporciones relativas de clastos y matriz y coloración, las capas psammíticas fueron diferenciadas en el campo en tres niveles: inferior, medio y superior (Figura 2). Como se verá más adelante en la sección IV, los estudios en laboratorio ratificaron esta diferenciación.

Pelitas: componen aproximadamente el 15 % de la unidad. Son multicolores y presentan estratificación tabular fina. Alternan con las areniscas o bien constituyen la parte inferior de la secuencia (ver perfiles en figura 2). Esto último es particularmente importante en minas "Valeriana" y "La Alicia", donde las arcillas caolínicas, con lentes de areniscas, que presentan estratificación entrecruzada y con restos vegetales, son explotados comercialmente.

Coquinas y calizas: Integran el 15 % restante de la unidad. Se presentan en capas de escasa potencia, resistentes a la erosión, directamente sobre el "Complejo Porfírico" (minas "Paraná" y "Sector Vertedero") o rematando la secuencia de areniscas de la

mayoría de los yacimientos del tercio inferior del área. Las coquinas están compuestas por restos de conchillas y trozos de valvas, de hasta 5 cm., cementados por calcita de grano fino que contiene abundante matriz limo-arenosa. Las calizas, con escasos restos orgánicos, también presentan abundante material detrítico arenoso, esencialmente granos de cuarzo. Tanto calizas como coquinas muestran tonalidades blancas amarillentas.

En algunos casos (minas "Don Emilio", "Vertedero", "Paraná" y "Valeriana") las capas calcáreas se inician con un conglomerado calcáreo fosilífero, con clastos redondeados, de hasta 7 cm, esencialmente de porfiritas y rocas piroclásticas de carácter ácido, incluyendo generalmente rodados de material caolinizado.

En otros casos (por ejemplo en minas "Villegas" y "Los Túneles"), el paso de areniscas a calizas y coquinas es transicional, haciéndose las areniscas progresivamente más calcáreas hacia los niveles superiores.

Las descripciones que figuran en la literatura y las observaciones de los autores de este trabajo indican que las sedimentitas presentan, en la mayoría de los yacimientos, un orden estratigráfico definido, comenzando con conglomerados o areniscas, en algunos casos con pelitas y haciéndose los estratos decididamente arenosos hacia la parte media, para rematar con una capa de calizas y/o

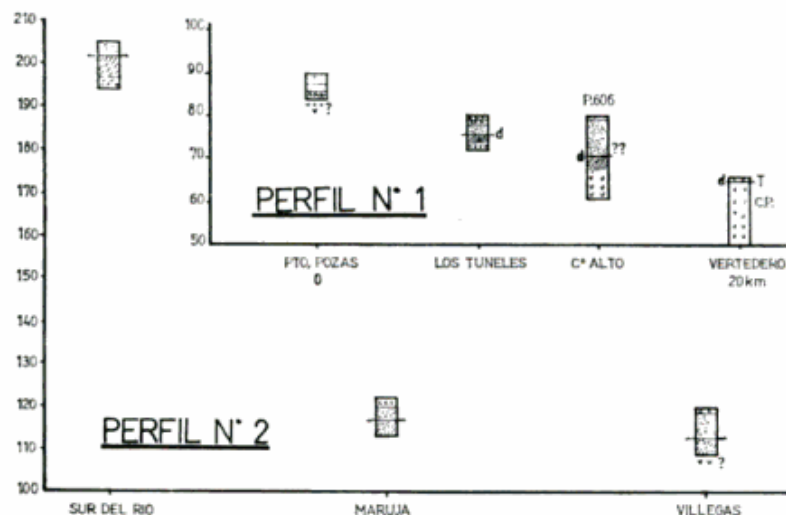


Fig. 2. — En la parte superior está representado el perfil regional x — x' (ver figura 1). En la parte inferior se dan de E a O (izquierda a derecha) los perfiles estudiados con los números de muestras de las psammitas. Las letras S, M e I debajo de los números indican los niveles a los cuales corresponden. Los números con que se identifican los perfiles sirven para designarlos en todo el texto. Para confeccionar estos perfiles se utilizaron 2 escalas verticales diferentes: la escala indicada a la izquierda se usó para las cotas de las bases de los perfiles y la indicada a la derecha para dibujar los perfiles en sí, a fin de poder detallar la litología.

coquinas que constituyera el techo actual de los afloramientos. (Ver perfiles de los yacimientos en Figura 2).

El orden general (ver perfil general en figura 2) fue observado en yacimientos distantes y a diferentes cotas topográficas y solo desaparece la capa de coquina en el sector oeste, donde el "Complejo Porfírico" alcanza las mayores cotas topográficas.

La sucesión descrita presenta variaciones locales que merecen destacarse: así, en la mina "Cerro Alto" no aparecen las coquinas, en "Valeriana" y "Juan Roberto II" la sucesión se inicia con pelitas y en "Vertedero" y "Paraná" solo aparece la capa de coquinas.

C. Tufitas, pelitas y psammitas.

Sobre la unidad descrita anteriormente yace en discordancia erosiva una potente serie sedimentaria integrada por psammitas, pelitas y tufitas, que se inicia con una arenisca terrosa, esponjosa, con abundante yeso y halita, que contrasta notablemente en aspecto y composición con los estratos infrayacentes. Mineralógicamente la característica más notable es la presencia de abundante vidrio volcánico, en parte alterado en montmorillonita, resultando una bentonita.

D. Gravas de pie de monte y terrazas fluviales.

Más de un cuarto de la superficie del mapa (Figura 1) está cubierto por capas de rodados, de espesores variables, correspondientes a los "Rodados Patagónicos". Esta unidad, que cubre grandes extensiones de la Patagonia extraandina, ha sido estudiada por numerosos autores. Si bien Fidalgo y Riggi (1970) han realizado observaciones que les hacen pensar que su distribución pudo iniciarse en el Plioceno, para el área que nos ocupa, alejada de las elevaciones cordilleranas, hemos considerado su edad cuartaria, pleistocena.

E. Aluvio.

La llanura de inundación del río y los bajos del valle fluvial están cubiertos por materiales aluviales recientes.

Sedimentología

1. MÉTODOS DE TRABAJO

Para el estudio de las psammitas se seleccionaron 31 muestras puntuales representa-

tivas de estas rocas en los 11 yacimientos siguientes: zona próxima a Sur del Río, Cantera 60, Valeriana, Villegas, Maruja, Puesto de Rosas, Juan Roberto II, la Alicia, Punto 72, Los Túneles y Cerro Alto; del último citado se estudiaron muestras correspondientes a tres perfiles: 11 A situado en el extremo N del yacimiento, 11 B hacia la parte central, a una distancia planimétrica de 580 m del primero y 11 C en el extremo S a 700 m del anterior (Figura 2).

El análisis mecánico, facilitado en la mayoría de los casos por el carácter friable de las psammitas, se realizó, previo cuarteo, sobre 50 g de muestra, usando una serie de tamices ASTM a intervalos de 1 phi y pipeta para el material menor que 44 micrones. Cada una de las fracciones mayores de 44 μ fue examinada con lupa binocular, deduciéndose el porcentaje de agregados del peso total (Folk y Ward, 1967). En casos excepcionales, determinados por la cementación de las muestras, se estudió la granulometría en corte delgado, comparándose cuando era posible los resultados con aquellos logrados por tamizado y descontando agregados; se comprobó así una buena reproducibilidad; a pesar de ello se prefirió, al correlacionar parámetros estadísticos texturales, no utilizar estos datos.

Con los resultados obtenidos se constituyeron curvas acumulativas, que se utilizaron para la obtención de los valores con los cuales se realizaron los histogramas, a intervalos de 1/2 phi. La media, la desviación, la asimetría y la curtosis se determinaron por el método de los momentos, utilizando las fórmulas de Friedman (1961).

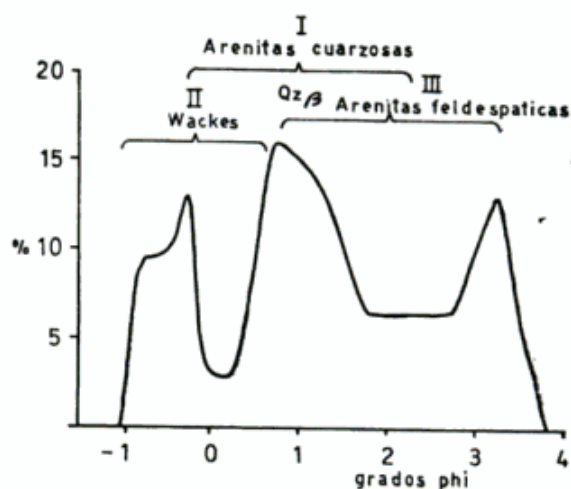


Fig. 3. — Frecuencia de modas. Q_2/β indica el tamaño correspondiente a los cristales euedrales de cuarzo de alta temperatura.

La clasificación granulométrica utilizada es la de González Bonorino y Teruggi (1952), ubicándose las psammitas según el método propuesto por Niggli (1938), dando la mediana el nombre general y los cuartiles el calificativo correspondiente.

El estudio mineralógico se efectuó en cortes delgados y grano suelto de muestra total y cada una de las fracciones; se hicieron además, especialmente para los materiales pelíticos, determinaciones mediante difracción de rayos X utilizando un tubo con anticátodo de Cu.

Se usó la clasificación mineralógica propuesta por Gilbert (en Williams *et al.*, 1954); así se agrupó a las psammitas en wackes y arenitas según que su contenido en matriz fuera mayor o menor al 10 % y se las ubicó luego en el triángulo de composición teniendo en cuenta solamente los 3 componentes clásicos principales (Fig. 4).

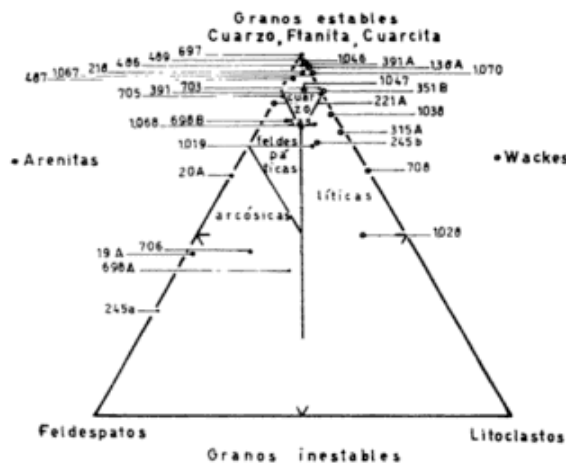


Fig. 4. — Composición de la fracción clástica y clasificación mineralógica de cada muestra psamítica.

2. GRANULOMETRÍA

Los valores de los distintos parámetros granulométricos y texturales para cada muestra, así como los promedios, rangos y mayores frecuencias aparecen en el Cuadro 1.

El 23 % de las arenitas estudiadas son de grano grueso, el 48 % de grano medio, el 20 % de grano fino y el 9 % arenitas limosas. En lo que respecta a la selección, de acuerdo con los límites propuestos por Folk (1968), el 10 % son bien seleccionadas (6: 0,35 - 0,5 ϕ), el 58 % moderadamente seleccionadas (6: 0,5 a 1 ϕ), el 16 % pobremente seleccionadas (6: 1 - 1,5 ϕ) y el

16 % muy pobremente seleccionadas (6 mayor que 2 ϕ).

En el análisis de los histogramas se observó:

- 1.— El 87 % de las arenitas son unimodales, el 3 % bimodales y el 10 % multimodales. Las modas principales de cada muestra pueden verse en el Cuadro 1. En cuanto a las modas secundarias corresponden a las fracciones limo o arcilla.
- 2.— La curva de distribución de frecuencia de modas presenta tres picos de importancia semejante. Existe una relación entre modas y mineralogía de la fracción clástica (Figura 3).
- 3.— Los histogramas son en general asimétricos, con una cola más o menos pronunciada del lado de los finos. La selección de la cola es pobre a muy pobre en relación con la selección de la parte central de la curva.

3. MINERALOGÍA

La mineralogía de las psammitas se estudió subdividiéndolas en sus elementos texturales básicos, clastos, matriz y cemento, cuyas proporciones relativas en cada muestra, así como la composición del cemento, aparecen en el cuadro 1.

A. Clastos.

Los clastos son en general cuarzo, feldespato o litoclastos; las proporciones relativas de estos tres componentes en las distintas muestras se representa en la figura 4. Otros componentes clásticos que se encontraron en forma muy subordinada en algunas muestras son mica, glauconita y zircón.

Cuarzo: El cuarzo se presenta esencialmente en granos independientes y en mucha menor proporción formando parte de agregados; estos últimos serán descriptos al tratar los clastos líticos. Los granos de cuarzo individuales se presentan en su mayoría como fragmentos, sin caras cristalinas reconocibles. Una característica llamativa es, sin embargo, la presencia constante, en todas las muestras de algunos cristales de forma hexagonal bipiramidal, con escaso o nulo desarrollo de caras de prisma y con abundantes senos ocupados por pasta microcristalina. Este tipo de cuarzo fue también descripto por Hayase (1969) para el yacimiento "Villegas". Es fácilmente identificable como la forma β de alta temperatura y se lo considera por lo tanto de procedencia volcánica (Krynine, 1942).

CUADRO I: Parámetros Granulométricos y porcentajes de elementos texturales de las psammitas.

Perfil	Muestra	Md	Parámetros Granulométricos										% de Elementos Texturales		
			Q ₃	Q ₁	P ₁	M ₀	\bar{X}	δ	$\alpha_{3\phi}$	$\alpha_{4\phi}$	Clastos	Mátriz	Cemento		
1	351 A	-0,63	-0,96	-0,22	-1,49	-0,75	-0,55	0,59	1,00	4,25	—	—	—		
	315	1,32	0,19	2,76	-1,59	0,75	0,67	1,08	0,18	2,97	—	—	—		
	351 B	-0,11	-0,43	0,32	-0,96	-0,25	-0,05	0,53	0,47	2,87	—	—	—		
2	351 Bb	-0,41	-0,68	-0,10	-0,93	-0,75	-0,32	0,49	1,83	7,83	—	—	—		
	138 A	-0,76	-1,06	-0,48	-1,93	-0,75	-0,76	0,53	0,67	5,38	—	—	—		
	218	1,89	1,25	2,48	-0,32	2,25	1,46	0,96	0,75	3,36	91	9	0		
3	219	1,70	1,27	2,20	0	1,25	0,99	0,63	0,28	3,44	90,5	9,5	0		
	221 A	2,75	0,90	7,42	-1,32	0,75	2,71	2,93	1,19	3,20	61	39	0		
	245 A	2,68	2,32	3,12	0,86	2,75	2,31	0,64	0,85	3,94	90,5	9,5	0		
4	245 B	3,58	1,40	7,70	-0,76	0,75	3,07	2,69	0,98	2,68	53	47	0		
	1067	0,15	-0,41	0,95	-1,59	-0,25	0,16	0,94	0,83	3,90	73	7	la 20		
	1068	-0,37	-0,76	0,10	-1,93	-0,50	-0,28	1,10	1,87	6,54	95	0	la 5		
6	1070	-0,06	-0,55	0,86	—	-0,25	0,04	0,84	1,78	6,88	56	14	la 30		
	19 A	1,06	0,58	1,65	-0,58	0,75	1,09	0,86	0,49	3,96	48	2	Ce 50		
	20 A	3,13	2,61	3,39	0,41	3,25	2,67	0,93	0,63	4,83	42	8	Ca 50		
7	1019	0,84	0,04	2,19	-0,93	0	0,89	1,18	0,71	2,55	89	6	Ca 5		
	1028	0,15	-0,68	1,36	-2	-0,50	0,07	1,17	0,73	3,98	87	13	0		
	1038	0,81	0,15	1,87	-1,20	-0,25	0,42	2,21	2,07	7,13	89	11	0		
9	1043	2,96	1,77	3,47	0,32	3,25	2,67	1,24	0,55	3,75	35	5	Ce 60		
	1046	3,21	0,42	9,37	-1,07	0,25	2,41	3,15	1,26	3,02	54	46	0		
	697	1,87	1,06	1,84	-0,26	1,25	1,50	0,70	0,31	3,74	70	0	Ce 30		
11 A	698 A	2,61	2,16	2,91	0,86	2,75	2,47	0,62	-0,58	3,00	73	2	Ce 25		
	698 B	1,56	1,32	1,84	0,41	1,25	1,57	0,48	0,36	4,40	80	0	Ce 20		
	703	1,12	0,47	1,92	-0,76	1,75	1,99	0,93	0,46	2,65	54	6	Ce 40		
11 B	705	1,52	1,18	1,82	0,36	1,25	1,30	0,61	1,78	7,28	80	0	Ce 20		
	706	2,75	1,90	3,18	0,23	3,25	2,51	0,83	-0,77	2,83	83,5	6,5	Ce 10		
	708	3,02	1,44	3,73	-0,68	3,25	2,77	2,15	1,26	4,57	77	23	0		
11 C	486	1,70	1,22	2,24	0,12	2,25	2,12	0,81	0,40	3,44	29	1	Ce 70		
	487	1,56	1,32	1,77	0,89	1,75	1,57	0,40	1,00	6,50	60	0	Ce 40		
	489	0,12	0,52	1,40	-0,48	0,75	0,97	0,80	1,25	5,85	40	0	Ce-Ca 60		
Rango		-0,76; 3,58	-1,06; 2,61	-0,48; 9,37	-2,00; 0,89	-0,75; 3,25	-0,76; 3,07	0,40; 3,15	-0,77; 2,07	2,55; 7,83					
Promedio		1,39	0,67	2,44	-0,56	1,04	1,22	1,08	0,81	4,18					
Frecuencia		23%: 1,5-2	30%: 1 a 1,5	23%: 1,5-2	24%: 0; 0,5	16%: 0,75	Ninguna	58%: 0,5; 1	45%: 0,3; 0,6	35%: 3; 4					

Md: Mediana; Q₃: cuartil del 25 %; Q₁: Cuartil del 75 %; P₁: Percentil del 1 %;Mo: Moda; \bar{X} : media; δ : desviación standard (selección) $\alpha_{3\phi}$: asimetría; $\alpha_{4\phi}$: curtosis.

Ca: cemento calcítico

Ce: cemento ceolítico

Nota: Los porcentajes de elementos texturales en las localidades 1 y 2 no se determinaron con precisión debido a que el cemento ferruginoso enmascaraba las proporciones.

Algunas veces los cristales aparecen enteros y prácticamente sin indicios de transporte, otras como fragmentos, en algunos casos con aristas en estado variado de redondeamiento. Se observaron también algunos cristales esqueléticos. Estos cristales idiomorfos aparecen esencialmente en las fracciones más gruesas de cada muestra, coincidiendo en general el tamaño de las bipirámides con el pico I de frecuencia de modas correspondiente a las areniscas cuarzosas (ver figura 3).

En general el cuarzo aparece límpido, con escasas inclusiones, comúnmente constituídas por pequeños cristales idiomorfos de zircón; presenta extinción esencialmente recta.

Redondeamiento y características superficiales de los granos: para estudiar el redondeamiento se utilizó la nomenclatura de grados propuesta por Russell y Taylor (1937). Las características de superficie permiten agruparlos en tres categorías: despulidos (tipo "eólico"), brillantes o mate.

Las areniscas estudiadas presentan los siguientes tipos de granos de cuarzo: angulosos mate, subangulosos y subredondeados brillantes y subredondeados y redondeados despulidos. En general cada una de las muestras estudiadas incluye granos de más de uno de estos tipos, con la tendencia a ser los granos mayores de una muestra más redondeados que los granos de las fracciones más finas de la misma.

En la figura 6 puede verse la proporción en que intervienen los distintos tipos de grano en cada muestra de cada perfil y en la figura 7 los tamaños en que aparece los del tipo anguloso mate.

Feldespatos La variedad más común es sanidina, con indicios variables de inversión a ortosa. Se presenta en tablillas idiomorfos a subidiomorfos, brillantes, con escaso a nulo redondeamiento, en granos de tamaño ligeramente inferior a los de cuarzo; los tipos más generalizados de alteración son caolinización, sericitización y "vacuolización" (Folk, 1968), en grados que van desde muy leve a moderado. En las muestras de "Cerro Alto" el feldespato está en general reemplazado centripetamente por analcima y en las de "Maruja", y Puesto de Rosas por calcita de grano fino, ya sea pseudomorficamente según clivaje o centripetamente; en algunos pocos casos las tablillas presentan hematita pulverulenta a lo largo del clivaje.

En cantidad muy subordinada y en pocas muestras se encuentra oligoclasa, también

en tablillas subidiomorfos, en partes zonadas y con maclas de albita, con alteración del mismo tipo que el feldespato potásico, aunque en general más avanzada.

Clastos líticos: Aparecen los tipos siguientes de litoclastos:

1.—Tobáceos: blancos, redondeados, muy disgregables, están compuestos en proporciones variables por minerales del grupo de las arcillas, esencialmente los mismos que están presentes en la matriz de las areniscas, además de algo de cuarzo y vestigios de feldespato.

2.—Felsíticos: Granos alargados o de forma irregular que muestran fluidalidad, blancos a rosados grisáceos o borravino. Al microscopio aparecen como agregados de grano muy fino, probablemente resultado de desvitrificación. Se componen de cuarzo, arcillas y vestigios de clorita y feldespato alcalino.

3.—Agregados de cuarzo en mosaico, de bordes suturados, extinción ligeramente ondulante, con cristobalita accesoria.

Los tres tipos de agregados citados se observaron con frecuencia en rocas del Complejo Porfírico.

Micas: Moscovita en láminas blancas, de brillo sedoso, moderadamente alteradas, aparece en forma accesoria en el nivel inferior del perfil 11A de Cerro Alto e integrado hasta el 16 % de la fracción arenosa en las muestras de las delgadas capas y lentes de areniscas intercaladas con las arcillas de la porción inferior del perfil de Valeriana.

Biotita, en pequeñas hojuelas reemplazadas pseudomorficamente por agregados de grano fino, casi isótropos (¿clorita?) se presenta como accesorio en la arenisca del nivel inferior del perfil 11 B de Cerro Alto.

Glaucónita: Se presenta en granos subredondeados, en parte polilobados, de color verde amarillento o parduzco, constituídos por agregados de grano fino, en muchos casos reemplazados parcialmente por óxidos de hierro. Aparece en todas las muestras de areniscas del perfil de "Maruja", integrando entre 10 y 20 % de la fracción clástica arenosa y como mineral accesorio en la 245a de Villegas y en la 219 de Valeriana.

Zircón: Normalmente aparece en cristales idiomorfos, en prismas bipiramidales o sus fragmentos, sin indicios de transporte. Se presenta como accesorio en todas las muestras de areniscas, siempre en la fracción arena fina.

B. Matriz

Participan de la matriz algunos de los minerales que se han citado en la fracción clástica, es decir cuarzo y en menor proporción feldespato, pero los constituyentes esenciales son minerales del grupo de las arcillas:

Caolinita: Predomina en la matriz de las areniscas pertenecientes a los niveles inferiores, prácticamente en todos los perfiles estudiados, presentándose en general bien a moderadamente bien cristalizada. Tiende a disminuir hacia los niveles superiores hasta prácticamente desaparecer, siendo esta tendencia acompañada por una menor perfección en su cristalización.

Montmorillonita: Sigue una tendencia inversa a la caolinita; en general la acompaña en forma subordinada en los niveles inferiores y aumenta en relación hasta ser el mineral dominante en la matriz de las areniscas superiores.

Illita: En general subordinada en relación a los anteriores, sigue la misma tendencia que la montmorillonita a la cual suele acompañar.

Halloisita-metahalloisita: aunque casi siempre presente en la matriz, lo está en pequeña proporción y no muestra ninguna tendencia definida.

Tanto la composición como la tendencia mineralógica anteriormente descritas se repiten en general en las pelitas.

C. Cemento

El cemento de las areniscas estudiadas está constituido por calcita o ceolitas, en general en forma mutuamente excluyente (ver cuadro 1).

Calcita: Se presenta en general en agregados de grano fino de cristales xenomorfos, muy raramente en cristales idiomorfos. En el mineral cementante en todas las areniscas de "Maruja" y en el nivel inferior de Puesto de Rosas, constituye el 10 % del cemento en el nivel superior del último yacimiento citado y el 50 % en la arenisca inferior del perfil 11 C de Cerro Alto; en este último caso se encuentra como romboedros límpidos aparentemente contemporáneos o ligeramente posteriores a las ceolitas.

Ceolitas: Se trata en general de analcima en cristales euedrales o de tipo esferulítico, agrupados en racimos creciendo sobre los clastos y reemplazándolos parcialmente, al

igual que a la matriz. Los individuos son pequeños, entre 88 y 125 μ . Como vestigios aparecen también natrolita y posiblemente también mesolita y chabacita. Respecto de las esferulitas, están compuestas por un núcleo opaco sobre el cual se disponen bandas integradas por fibrillas muy finas, englobado el conjunto por un sobrecrecimiento euedral. La analcima constituye el cemento en casi todas las muestras de Cerro Alto y en las areniscas superiores de los perfiles de Los Túneles y Puesto de Rosas. Este mineral es el que da a la roca su coloración rojiza.

D. Restos orgánicos

Trozos de valvas de hasta 1,5 cm son abundantes en los niveles inferiores de "Maruja". Foraminíferos y ostrácodos se encuentran en las psammitas de "Maruja", y en las coquinas y calizas. El tamaño está en general comprendido entre 88 y 250 μ ; aparecen en perfectas condiciones de conservación, enteros y sin deformación; están compuestos por calcita de grano muy fino. No son determinativos en cuanto a edad (E. J. Musacchio, com. escrita, 1975).

4. MADUREZ TEXTURAL

Se consideran, de acuerdo con Folk (1968), los siguientes estadios sucesivos de madurez textural:

1.—Inmaduro: más que el 5 % de matriz arcillosa, selección pobre (6 mayor que 0,5 ϕ) y granos angulosos.

2.—Submaduro: menos del 5 % de matriz arcillosa, la selección sigue siendo pobre y los granos angulosos.

3.—Maduro: si bien con poca matriz arcillosa (menos del 5 %) y mejor selección (6 menor que 0,5 ϕ) los granos son todavía angulosos o subangulosos.

4.—Supermaduro: poca matriz, buena selección y granos bien redondeados.

De acuerdo con lo anterior la distribución de las psammitas estudiadas es: inmaduras 35 %, submaduras 58 y maduras 7 % (ver figura 6).

Es decir que el 93 % de las psammitas son inmaduras o submaduras. Existen algunas inversiones texturales, representadas en general por muestras con un alto porcentaje de granos redondeados o subredondeados pero que contienen abundante matriz y/o presentan mala selección; estos casos se discutirán más adelante.

Comparación de los resultados

Al comparar las características de las muestras de psammitas de los perfiles de los distintos yacimientos y teniendo en cuenta esencialmente mineralogía, posición en el perfil, posición respecto de las capas pelíticas, parámetros texturales y características de granos de cuarzo, se han podido distinguir tres niveles: inferior, medio y superior, sin que ello implique necesariamente contemporaneidad entre las psammitas de un mismo nivel, para localidades diferentes.

Al nivel inferior pertenecen aquellas areniscas que yacen discordantemente sobre el Complejo Porfírico, interstratificadas con, o por debajo de, las capas pelíticas. Las psammitas del nivel inferior faltan en los perfiles de Puesto de Rosas, Juan Roberto II y La Alicia. Las areniscas del nivel medio yacen en general sobre las capas pelíticas. El nivel superior es el más pobremente representado, apareciendo solamente en Cerro Alto, Maruja y Puesto de Rosas.

1. CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS

Cada nivel psammitico presenta características diferentes en lo que se refiere a la proporción relativa de los elementos texturales y a la composición mineralógica de clastos y matriz.

Desde el nivel inferior hacia el superior se produce una marcada disminución en la

proporción de matriz y un aumento en el porcentaje de cemento. (Cuadro 2). Las psammitas del nivel inferior son en general wackes, entre las del nivel medio predominan las arenitas y las del nivel superior son arenitas sin excepción.

En lo que respecta a la composición de los clastos, en el nivel inferior las areniscas son esencialmente cuarzosas y/o líticas, en el nivel medio son arcósicas, feldespáticas y en menor proporción subfeldespáticas líticas y en el nivel superior son cuarzosas. Como puede verse, la diferencia fundamental reside en la mayor abundancia de feldespato en las muestras del nivel medio, evidenciada por la variación en la relación promedio Feldespato a Cuarzo en el cuadro 2 y en la Figura 5. Además en el nivel inferior los litoclastos son más abundantes y en general del tipo tobáceo arcilloso, mientras que en los otros minerales predominan los de tipo felsítico. Por otra parte, pertenecen al nivel inferior las muestras que contienen mica.

En lo que se refiere a la composición de la matriz, en el nivel inferior está integrada en general por caolín más o menos bien cristalizado, con proporciones en general muy subordinadas de montmorillonita y/o illita; hacia los niveles medio y superior en cambio predomina la montmorillonita y/o illita con caolín subordinado.

La composición de cemento no evidencia cambio en los distintos niveles, sino que parece ser constante para cada yacimiento, con

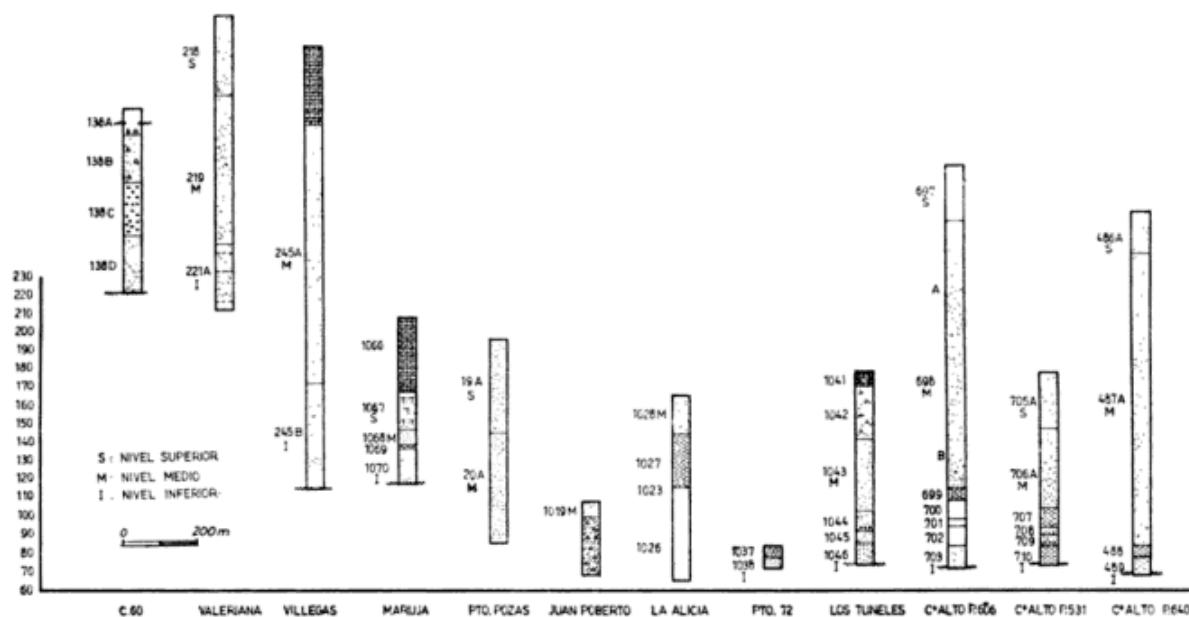


Fig. 5. — Relación % de feldespato a % de cuarzo en la fracción clástica de cada muestra de los distintos perfiles, diferenciados por nivel.

CUADRO II: Promedios de distintos valores en cada nivel Psammitico.

Nivel	Parámetros Granulométricos						% de Elementos Texturales			% de Tipos de granos de Cuarzo			% de Areniscas de distintos grados de madurez							
	Md	Q ₃	Q ₁	P ₁	Mo	\bar{X}	σ	$\alpha_{3\sigma}$	$\alpha_{4\sigma}$	Clastos	Matriz	Cemento	F/Q	AM	SAB	SRB	RD	I	SM	M
Inferior	1,07	0,14	2,81 (1,20)*	-1,10	0,40	1,03	1,46	1,11	4,56	60,50	23,25	16,25	0,04	59	26	14	1	63	37	0
Medio	1,78	1,21	2,32	-0,08	1,68	1,59	0,84	0,51	4,16	75	5,40	19,60	0,48	39	29	26	6	50	40	10
Superior	1,37	0,81	1,83	-0,39	1,25	1,27	0,81	0,75	4,28	65	3,3	31,70	0,22	19	58	0	23	0	100	0

Md: Mediana; Q₃: cuartil del 25 %; Q₁: cuartil del 75 %; P₁: Percentil del 1 %; Mo: Moda; \bar{X} : Mediana; σ : desviación standard (selección); $\alpha_{3\sigma}$: asimetría; $\alpha_{4\sigma}$: curtosis.

F/Q: relación % de Feldespato a % de cuarzo.

AM: angulosos mate.

SAB: Subangulosos brillantes.

SRD: Subredondeados brillantes.

RD: redondeados despulidos.

I: inmaduras.

SM: submaduras.

M: Maduras.

* el valor entre paréntesis se obtuvo excluyendo las areniscas limosas

la excepción de Puesto de Rosas. En general la calcita es el cemento más difundido en los yacimientos del O mientras que las ceolitas lo son en los yacimientos situados al E (Cuadro 1).

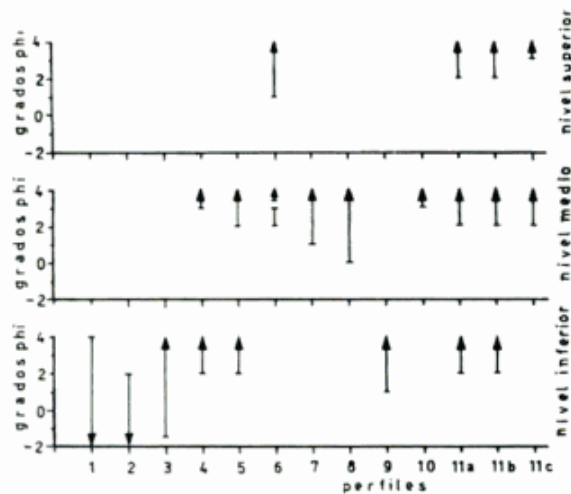


Fig. 6. — Proporción relativa de los distintos tipos de granos de cuarzo en cada muestra de los distintos perfiles. También se indica la madurez textural de las muestras.

Otra característica que difiere en los 3 niveles es la proporción en que aparecen los distintos tipos de granos de cuarzo. Como puede verse en la figura 6 y en el cuadro 2 disminuye desde el nivel inferior hacia el superior la proporción de granos angulosos y aumenta la participación de los restantes tipos de granos. El tamaño en que aparecen los granos angulosos también muestran una tendencia a disminuir hacia los niveles medio y superior y, especialmente dentro del nivel inferior, hacia el E (figura 7).

2. CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Como puede observarse en el cuadro 2 la mediana, los cuartiles, el percentil del 1 %, la moda y la media muestran en general la misma tendencia en el sentido de una disminución del tamaño de grano desde el nivel inferior al medio, presentándose en el nivel superior valores intermedios entre los de los otros dos niveles. La única excepción es Q₁ que representa tamaños de granos progresivamente más gruesos desde el nivel inferior hacia el superior. Esto podría explicarse por el hecho de que pertenecen al nivel inferior las únicas muestras polimodales de areniscas limosas (correspondientes a Villegas, Valeriana y Los Túneles); efectivamente, si se ob-

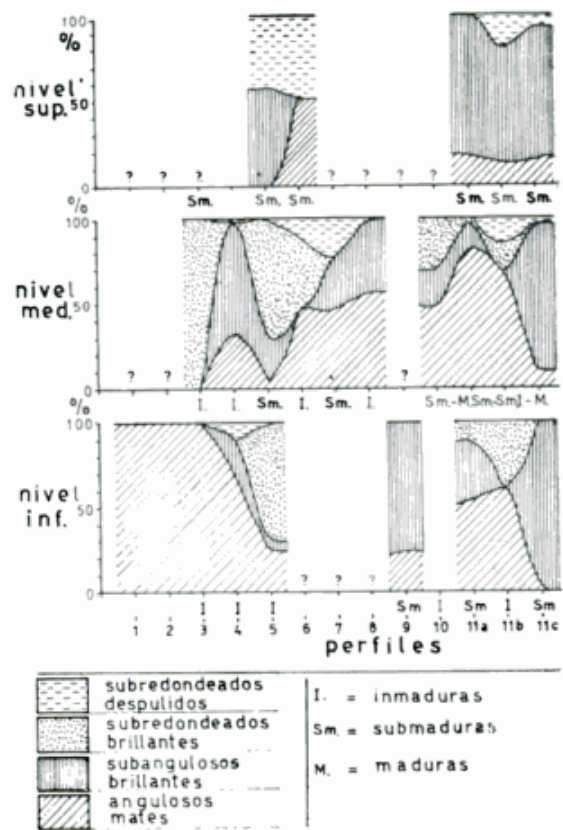


Fig. 7. — Tamaño en que aparecen en las muestras los granos de cuarzo angulosos mate. La iniciación de la flecha indica tamaño inicial.

tiene en promedio para Q₁ en el nivel inferior excluyendo las tres muestras mencionadas, Q₁ muestra la misma tendencia que los otros.

Si se comparan las muestras de un mismo nivel se observa que existe también una tendencia a disminuir el tamaño de grano hacia el N y el E.

La selección de las areniscas aumenta desde el nivel inferior al superior y asimetría y curtosis disminuyen desde el nivel inferior al medio y muestran en el nivel superior valores intermedios entre los de los otros dos niveles. (Cuadro 2).

En el nivel inferior hay un empobrecimiento de la selección hacia el N y el E, siendo en general las areniscas más gruesas las mejor seleccionadas. En el nivel medio esta tendencia se conserva en los yacimientos del E pero se invierte hacia el N y el O. En el nivel superior están en general mejor seleccionadas las areniscas de grano más fino.

El rango de variación de los parámetros se hace en general menor hacia el nivel superior. Una importante excepción a esta tendencia es el percentil del 1 %, que evidencia en el nivel inferior un rango de variación no-

tablemente menor que en los otros dos niveles (Cuadro 2).

3. MADUREZ TEXTURAL

Como puede observarse en la figura 6 y en el Cuadro 2 la madurez de las areniscas aumenta desde el nivel inferior hacia el superior y dentro de un mismo nivel de O a E.

Existen algunas inversiones texturales marcadas en las muestras de todos los niveles de Maruja, en la arenisca del nivel inferior de Cerro Alto en 11 B en la muestra del nivel medio de Valeriana y en los niveles medio y superior del Puesto de Rosas. En los dos primeros casos citados la inversión consiste en que las muestras tienen alto contenido de matriz y selección pobre a muy pobre, características que contrastan con la elevada proporción de granos subredondeados y/o redondeados. La muestra del nivel medio de Valeriana contiene alta proporción de matriz y un 100 % de granos subredondeados; esto es la única muestra de todas las estudiadas en la cual el zircón aparece redondeado a pesar de que los granos de feldespato son angulosos. En la muestra del nivel medio de Puesto de Rosas los granos de feldespato están menos redondeados que los granos de cuarzo de tamaño equivalente; además el cuarzo presenta granos redondeados en dos tamaños discontinuos con granos angulosos en el tamaño intermedio. En el mismo yacimiento, la muestra correspondiente al nivel superior es rica en matriz, los granos de feldespato están excepcionalmente redondeados y contiene alta proporción de granos de cuarzo redondeados, estando igualmente representados los dos tipos extremos de grano y totalmente ausentes los tipos intermedios.

Génesis de las psammitas

1. ROCA FUENTE

La presencia constante de cuarzo β y zircón euedral y la composición de los litoclastos permiten concluir que en general la roca fuente consistió en vulcanitas del Complejo Porfírico, con un aporte variable y posiblemente creciente hacia los niveles superiores de material retrabajado de otras areniscas.

A los efectos de este último aporte pueden atribuirse algunas características mineralógicas (disminución de la relación feldespato/cuarzo desde el nivel medio al superior y

granos de feldespato redondeados en este último nivel) e inversiones texturales ya descritas, especialmente aquellas de las psammitas de Puesto de Rosas y nivel medio de Valeriana; si bien podría explicarse de la misma manera el caso de Maruja, también puede suponerse para dicho yacimiento, así como para 11 B, un aporte mixto proveniente de ambientes diferentes a un ambiente que habría preservado la mezcla de características adquiridas.

Si bien entonces las rocas fuentes del material de todos los niveles pertenecían en general al Complejo Porfírico, existió una importante diferencia, especialmente entre los niveles inferior y medio, representada por la alteración de dichas rocas. Así, las areniscas del nivel inferior serían el resultado de la erosión de vulcanitas que habían sido sometidas a un proceso más o menos intenso de caolinización, produciéndose materiales sedimentarios ricos en matriz caolínica y pobres en feldespato. A medida que la erosión fue alcanzando niveles más profundos se atacarían materiales menos alterados, con lo cual se explica el mayor contenido en feldespato y menor de matriz de las psammitas del nivel medio, así como la composición de dicha matriz, enriquecida en montmorillonita-illita en relación a caolín, secuencia general de alteración decreciente de las vulcanitas que fue observada para los yacimientos (Romero y *et al.*, 1974). Al no afectar la caolinización al cuarzo y dado que este mineral compone los granos mayores de las areniscas, el percentil de 1 % máximo transportado no varió entre los niveles inferiores ($-1,93 \phi$) y medio (-2ϕ); disminuyó sin embargo hacia el nivel superior ($-1,59 \phi$), lo que constituye un indicio adicional del posible aporte por retrabajado de otros materiales a las psammitas del citado nivel.

Del análisis de la variación regional de los tipos de granos de cuarzo presentes y tamaños en que aparecen los granos angulosos mate, así como de los valores de mediana, media, moda y percentil de 1 %, se puede concluir, especialmente para las areniscas inferiores, áreas de aporte localizadas hacia el S y el O.

Condiciones de transporte y depositación

Se han propuesto en la literatura distintos métodos que intentan establecer relaciones entre diversas características de las psammitas y sus ambientes de sedimentación. Los que

CUADRO III: *Parámetros Ambientales.*

Nivel	Perfil	Muestra	Sahu (1964)	Tamaño de granos de cuarzo angulosos mate	Friedman (1961) y Moiola (1968)		
					$\alpha_{3\phi} - \phi_{\phi}$	$\bar{\alpha}_{\phi} - \phi_{\phi}$	$\alpha_{3\phi} - \bar{\alpha}_{\phi}$
INFERIOR	3	221 A	F	F	F	F	DI
	4	245 B	F	F o P	F	F	DI
	5	1070	F	F o P	F	P o DC	P o DC
	9	1038	F	F o M	F	F	P, DC o DI
	10	1046	F	—	F	F	DI
	11 A	703	F	P	F	F	DI
	11 B	708	F	F o P	F	F	DI
	11 C	489	F	F	F	F o P	P, DC o DI
MEDIO	3	219	M	F	P	P o DC	P o DC
	4	245 A	M	P	P	F o DC	DI
	5	1068	F	F o P	F	F, DC o P	P o DC
	6	20 A	F	P o E	F	F	DI
	7	1019	F	F o P	F	F	P o DC
	8	1028	F	F	F	F o P	P o DC
	10	1043	F	P	F	F	DI
	11 A	698 A	M	P	P	F o DC	P o DC
	11 A	698 B	M	P	P	P o DC	P o DC
	11 B	706	M	P	F	F	P o DC
	11 C	487	M	P	P	P o DC	DI
SUPERIOR	3	218	F	—	F	F	DI
	5	1067	F	P	F	P o DC	P o DC
	6	19 A	F o M	F o M	F	F o P	P o DC
	11 A	697	M	F o P	P	F o P	P o DC
	11 B	705	F	P	F	P o DC	DI
	11 C	486	M	P	F	F	DI

F: Fluvial; P: Playa; DC: Duna Costera; DI: Duna Interior; M: Marino; E: Eólico.

parecen más promisorios y que se han utilizado en este trabajo son por una lado aquellos que utilizan relaciones entre parámetros texturales y por el otro el que tiene en cuenta características superficiales de los granos de cuarzo. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 3.

1. Características superficiales de los granos de cuarzo

Se acepta como posible la teoría propuesta por Folk (1968) de que todos los ambientes pueden producir la gama completa de tipos de superficie en los granos (despulida, brillante y mate), variando solamente el tamaño de grano en que se produce cada tipo. Sin embargo, dado que ni la teoría en sí ni los tamaños propuestos han sido corroborados por investigaciones ulteriores, se consideran los resultados solamente a efectos comparativos. Además, el método presenta la limitación de que un tipo de superficie producida en los granos durante el transporte puede ser preservada en el ambiente de deposición.

Tal sería el caso, por ejemplo, cuando granos que hubieran adquirido una superficie brillante durante el transporte fluvial fueran depositados en un ambiente nerítico, que produciría por su parte granos mate. Con el fin de obviar este problema hemos tenido en cuenta solamente los tamaños en que aparecen los granos angulosos mate (Figura 7).

2. Relaciones de parámetros texturales

a.- Diagramas de Friedman (1961) modificados por Moiola (1968) para intervalos de 1 y 0,5 ϕ entre los valores. Las relaciones utilizadas son:

$\alpha_{3\phi} - \phi_{\phi}$, para diferenciar playa de ambiente fluvial;

$\bar{\alpha}_{\phi} - \phi_{\phi}$, para diferenciar playa o duna costera de ambiente fluvial y

$\alpha_{3\phi} - \bar{\alpha}_{\phi}$, para diferenciar playa o duna costera de ambientes eólicos interiores.

Existe en estos diagramas una superposición casi total entre playa y duna costera por un lado y entre ambientes eólicos inte-

riores y fluvial por el otro. Sin embargo, la suma de evidencias tales como tamaños de media (Friedman, 1961), pobre selección, ausencia de estructuras internas características en los estratos y relación entre radios de granos de cuarzo y radios de granos de zircón (Von Engelhardt, 1940; Friedman, 1961) parece excluir la posibilidad de un aporte eólico importante en las psammitas en estudio.

b.- Fórmulas propuestas por Sahu (1964) en las cuales las variables son los cuatro momentos y que el autor propuso para diferenciar los siguientes ambientes: eólico, de playa, marino agitado de aguas someras, fluvial (deltaico) y corrientes de turbidez. Los resultados obtenidos corroboran la ausencia anteriormente concluida de un aporte eólico importante.

Si se comparan los resultados obtenidos de las relaciones de Friedman y Sahu y de las características de granos de cuarzo (Cuadro 3) se observa que no existe una coincidencia total.

Las diferencias podrían explicarse por la preservación de un estado de desequilibrio entre las características adquiridas por el material sedimentario durante el transporte y las condiciones del ambiente en el cual se depositó. Es improbable, por ejemplo, que se alcance una nueva condición de equilibrio en un ambiente de sedimentación poco energético o en el caso de que la velocidad de acumulación de material sedimentario sea grande. Es decir que en muchos casos los resultados reflejarían en realidad las condiciones de transporte con un equilibrio más o menos incompleto a las condiciones del ambiente de depositación. Existe también la posibilidad de que, si bien los distintos parámetros texturales pueden ser todos indicadores ambientales, no lo sean en la misma medida en el sentido de que es posible que unos se equilibren con más facilidad que otros en las nuevas condiciones reinantes.

La existencia de condiciones de desequilibrio estaría confirmada en este caso por la presencia de inversiones texturales, notables en las muestras de Maruja, Puesto de Rosas y nivel medio de Valeriana y por algunos valores anómalamente altos de asimetría y curtosis, (Folk y Ward, 1957) como sucede en las psammitas de los niveles inferior y medio de Maruja y 11 C, superior de 11 B y de Punto 72.

Las razones expuestas han llevado a los autores a interpretar los resultados con cierta cautela y, en caso de ser incompatibles con

la evidencia mineralógica o con el contenido fosilífero (como sucede con las muestras de Maruja y de los niveles medios de Villegas y Valeriana) a dar preferencia a estos últimos criterios. También los ha llevado a concluir que, previo a cualquier utilización de los parámetros texturales con el fin de dilucidar ambientes de sedimentación debiera obtenerse un conocimiento lo más completo posible de la historia predeposicional del material en estudio.

A este respecto un elemento de juicio adicional puede obtenerse del análisis de los valores del Percentil del 1 %, si se considera que dichos valores, es decir el tamaño de los granos más gruesos del sedimento, son los realmente representativos de la energía de un agente de transporte (Passega, 1957). El tamaño y valores poco variables del percentil del 1 % en el nivel inferior parecen indicar un agente de alta energía con una capacidad de transporte regionalmente bastante constante. Hacia el nivel superior los valores se desplazan en promedio hacia menores tamaños de grano, pero el rango de variación se hace mayor (Cuadro 2). Se trataría entonces de un medio de menor energía regionalmente más variable, es decir más sujeto a condiciones locales.

Teniendo en cuenta las limitaciones expuestas se puede concluir entonces que el transporte de los materiales en estudio fue en general áqueo, llevado a cabo por corrientes fluviales altamente energéticas y turbulentas, que llevaban en suspensión gran cantidad de material detrítico de muy variado tamaño de grano. Por otra parte, la preservación de algunas características mineralógicas y texturales tanto de la roca fuente como del sedimento mismo, permite suponer que la erosión fue rápida, el transporte corto y la depositación masiva.

Las características a que se hace referencia son esencialmente el contenido en feldespato y la proporción y composición relativa de la matriz en lo que respecta a la roca fuente y los altos valores de asimetría y curtosis en lo que se refiere a la manera en que se depositaron los sedimentos.

Las condiciones descritas, extremas durante la formación de las areniscas del nivel inferior y acentuadas por la mayor facilidad con que pudo actuar la erosión sobre las rocas alteradas que les dieron origen, se habrían ido atenuando posteriormente, en gran parte debido a la disminución del relieve por efecto de la erosión progresiva.

Tanto lo expuesto anteriormente como la

forma de presentación del feldespató, en general en granos angulosos, de un tamaño comparable al de los granos de cuarzo y presentando grados de alteración sumamente variados, indicarían un ambiente de actividad tectónica intermedia, con relieve pronunciado en las áreas fuentes y bajo la acción de un clima relativamente húmedo (Krynine, 1942).

Sin embargo, la última condición citada no sería absolutamente necesaria, dado que la alteración variable del feldespató podría reflejar simplemente distintos estadios de caolinización en la roca original.

La definición respecto de este punto se complica adicionalmente por la presencia de analcima como cemento en las areniscas de los yamientos del E. La formación de este mineral en ambiente sedimentario es favorecida por un clima árido, pero la posibilidad de que su origen sea diagenético y totalmente independiente de las condiciones de depositación del material detrítico impide por el momento arribar a una conclusión definitiva.

Por otra parte, en lo que se refiere a ambientes de depositación, tanto las relaciones de parámetros ambientales como el pasaje general, en muchos casos transicional, de areniscas a areniscas calcáreas, calizas y coquinas hacia los niveles superiores indican un avance marino progresivo, pasándose gradualmente de las condiciones continentales dominantes durante la depositación de las areniscas y pelitas del nivel inferior hacia condiciones netamente marinas.

Las excepciones son: las psammitas de Maruja, todas marinas y las de La Alicia, Juan Roberto II y Los Túneles en el nivel medio y de Valeriana en el nivel superior, que serían fluviales.

La presencia de micrita y de fósiles delicados bien preservados en las calizas permite suponer que se depositaron en un ambiente poco energético (Folk, 1968) bajo condiciones de alcalinidad y alta concentración de carbonato. La ausencia general de materia orgánica hace presumir por su parte el carácter oxidante del medio. La ocurrencia difundida del nivel de coquinas podría resultar de una oscilación del nivel marino, volviéndose a condiciones litorales.

Edad de la unidad

Si bien no hay acuerdo con respecto a la edad de las sedimentitas aquí consideradas,

que son asignadas al Paleoceno, es decir Formación Salamanca o Formación Roca por Angelelli y Stegman (1948) y por Malvicini (1972), y al Oligoceno-Mioceno, es decir Formación Patagonia, por Olivieri y Terrero (1954) y Hayase (1969), dos líneas de evidencia, una regional y otra sedimentológica, nos han permitido correlacionarlas con unidades danianas de la región, confirmando las apreciaciones de los autores citados en primer término.

Regionalmente, Feruglio (1949-50) y Pagés (1944) citan sedimentitas semejantes, paleocenas, en las zonas de Cañadón Iglesias y Las Chapas, ambas localidades comprendidas en el área estudiada en este trabajo. Además, los afloramientos de la zona de Puesto de Alvarez, estudiados por Masiuk (1967) presentan un nivel de coquinas asignado al Daniano en base a estudios paleontológicos, que puede ser paralelizado topográficamente con el nivel de coquinas del yacimiento más occidental, es decir mina "Valeriana".

Por otra parte, si se tienen en cuenta las caracterizaciones sedimentológicas realizadas por Di Paola y Marchese (1973) para la Formación Patagonia, y por Andreis, Mazzoni y Spalletti (1973) para la Formación Cerro Bororó y se asume como válida una extrapolación a la zona en estudio, tenemos que: La Formación Patagonia, se caracteriza por la presencia de vitroclastos y por el alto contenido de fragmentos de vulcanitas mesosilícicas y básicas, por lo que Di Paola y Marchese (1973) concluyeron que el aporte clástico provino principalmente de los basaltos y andesitas ubicados en el O y NO de la Patagonia.

La Formación Cerro Bororó, por otra parte, presenta una asociación mineralógica integrada por cuarzo, feldespató potásico y litoclastos de porfiritas, por lo que Andreis *et al.* (1973) concluyeron que dichos materiales procederían de la desintegración mecánica del "Complejo Porfírico". Esta formación es asignada al Daniano (Bertels y Archangelsky, en Petriella, 1971) aunque el hallazgo de restos de saurios parece indicar que la depositación se inició en el Cretácico más alto, Maastrichtiano (Odreman, en Andreis, 1973).

De la comparación de las descripciones anteriores con las características sedimentológicas de la unidad motivo de este estudio puede concluirse que las sedimentitas que componen a esta última no presentan ninguna semejanza significativa con aquellas de la

Formación Patagonia, mostrando en cambio notables analogías con las de la Formación Cerro Bororó; se las considera por lo tanto correlacionables, confirmándose la edad paleocena, daniana (Formación Roca).

En cuanto a la unidad integrada por tufitas, pelitas y psammitas, que sobreyace en discordancia sobre las sedimentitas estudiadas en este trabajo, se carece de argumentos seguros respecto a su edad. Sin embargo, considerando la edad Paleocena concluida para la unidad infrayacente y teniendo en cuenta el perfil de Pan de Azúcar en Gaiman (Simpson, en Feruglio, 1949-50) y las características litológicas descritas, podría homologársela con las bentonitas y tobas cineríticas con fauna de "Notostylops", integrantes del grupo Sarmiento (Pascual y Odreman Rivas, 1973), del Eoceno-Oligoceno.

Conclusiones

a.- La naturaleza de la asociación mineralógica, esencialmente la presencia de la forma de cuarzo β de alta temperatura (que se ha utilizado con excelente resultado como marcador estratigráfico) y de zircón eudral y la composición de los litoclastos, permite concluir que las vulcanitas del "Complejo Porfírico" han sido la roca fuente principal del material clástico.

b.- Características mineralógicas y granulométricas y consideraciones de campo permitieron diferenciar en las capas psammiticas 3 niveles: inferior, medio y superior, y concluir que la sucesión de psammitas, pelitas y coquinas en los distintos yacimientos corresponde a una misma unidad.

c.- Algunos sectores del "Complejo Porfírico" habían sufrido una alteración química más o menos intensa con anterioridad a

su desintegración mecánica. La secuencia textural y mineralógica descrita para las psammitas puede ser fácilmente explicada teniendo en cuenta el modelo de alteración propuesto por Romero *et al.* (1974) y asumiendo niveles progresivos de erosión.

d.- Las relaciones de parámetros texturales no demostraron ser de utilidad como única herramienta tendiente a identificar ambientes de depositación. Se utilizó más bien un conjunto de evidencias, siendo el factor decisivo el conocimiento preciso de las características impartidas al material sedimentario por la roca fuente.

e.- Las psammitas estudiadas representan en general estados de desequilibrio entre las citadas características, aquellas adquiridas durante el transporte y las correspondientes al ambiente de depositación. La preservación de dichos desequilibrios se interpreta como producido por la interrelación de dos factores: sedimentación rápida y masiva y ambiente poco energético, siendo el primero de dichos factores el dominante durante la depositación de las areniscas del nivel inferior y adquiriendo importancia creciente el segundo hacia los niveles superiores.

f.- La sucesión descrita para la unidad puede interpretarse como una típica secuencia transgresiva, iniciándose la sedimentación con una etapa continental fluvial y continuando bajo condiciones litorales y marinas.

g.- Consideraciones sedimentológicas (especialmente la proveniencia del material clástico de rocas del "Complejo Porfírico") y regionales (por comparación con la zona de Puesto de Alvarez) han permitido correlacionar la unidad en estudio con la "Formación Roca" (Paleoceno, Daniano).

Las tufitas, pelitas y psammitas suprayacentes pueden homologarse con el "Grupo Sarmiento" (Eoceno-Oligoceno).

Lista de trabajos citados en el texto

- Andreis, R. R.; Mazzoni, M. M. y Spaleti, L. A., 1973. *Geología y Sedimentología del Cerro Bororó (Provincia de Chubut)*. Act. V. Cong. Geol. Arg., III: 21-55, Bs. As.
- Angelelli, V. y Stegman, E. L., 1948. *Estudio sobre arcillas y caolines de la República Argentina. Yacimientos Blaya Dognac, Linares, Vilanueva y Hércules*. Ind. Min., (82): 49-52, Bs. As.
- Di Paola, E. C. y Marchese, H. G., 1973. *Litoestratigrafía de la Formación Patagonia en el área Tipo (Bajo de San Julián) desembocadura del río Santa Cruz, Provincia de Santa Cruz, República Argentina*. Act. V Cong. Geol. Arg., III: 187-222, Bs. As.
- Engelhardt, W. von, 1940. *Die Unterscheidung wasser- und wind-sortierter Sande auf Grund der Korngrößenverteilung ihrer leichten und schweren Gemengteile*. *Chemie der Erde*, (12:445-465).
- Feruglio, E., 1948-50. *Descripción Geológica de la Patagonia*. YPF, I-III. Bs. As.
- Fidalgo, F. y Riggi, J. C., 1970. *Consideraciones geomórficas y sedimentológicas sobre los Rodados Patagónicos*. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, XXV, (4): 430-443, Bs. As.
- Folk, R. L. y Ward, W. C., 1957. *Brazos River Bar: a study in the significance of grain size Parameters*. *Jor. Sed. Petrol.*, 27 (1): 3-26.

- Folk, R. L., 1968. *Petrology of Sedimentary Rocns.* Hephill's. Darawer University station Austin, Texas.
- Friedman, 1961. *Distinction between dune beach and river sands from their textural characteristics.* Jour. Sed. Petrol. 31: 513-530.
- González Bonorino, F. y Teruggi, M. E., 1952. *Léxico Sedimentológico.* Publ. Ext. Cult. Didact. Inst. Nac. Inv. Cienc. Nat.: 6-164, Bs. As.
- Hayase, K., 1969. *Génesis del yacimiento de Caolín de la Mina Villegas, provincia de Chubut, República Argentina.* Asoc. Geol. Arg. Rev., XXIV (1): 55-71, Bs. As.
- Krymine P., 1942. *Provenance versus mineral stability as a controlling factor in the composition of sediments.* Bull. Geol. Soc. Amer., 53: 1850-1851 (Resumen).
- Malvicini, L., 1973. *Una manifestación introtermal de manganeso del departamento Gaiman, Provincia de Chubut.* Act. V. Cong. Geol. Arg., II: 175-184, Bs. As.
- Masiuk, V., 1967. *Estratigrafía del Rocanense del Puesto P. Alvarez, curso inferior del Río Chico, Prov. del Chubut.* Rev. Univ. La Plata (Nueva Serie) V: 197-258. La Plata.
- Méndez, I., 1966. *Foraminíferos, edad y correlación estratigráfica del Salamanquense de Punta Peligro, Prov. del Chubut,* Asoc. Geol. Arg. Rev., XXI (2): 127-157, Bs. As.
- Moiola, R. J., Weiser, D. 1968. *Textural Parameters, an evaluation.* Jour. Sed. Petrol. 38: 45-53.
- Niggli, J., 1938. *Zusammensetzung und der Klassifikation der Lockergesteine Schweiz.* Archiv. fange wandte wissensch. w. Tech., t.y.
- Oliveri, J. C. y Tenero, J. M., 1952. *El yacimiento de material caolínico Don Emilio departamento de Gaiman, Territorio del Chubut.* Dir. Nac. Min., Bol. 81, Bs. As.
- Pagés, C., 1944. *Estudio de yacimientos diversos de la Patagonia.* Dir. Gral. Fab. Mil. (iné.), Bs. As.
- Pascual, J., 1960. *Yacimientos de Caolín Blaya Dougnac, Don Emilio, La Valeriana y otros, Chubut,* B.I. R.A., 688, (iné.), Bs. As.
- Pascual, R. y Odremán Rivas, O., 1973. *Las unidades estratigráficas del Terciario portadoras de mamíferos. Su distribución y sus relaciones con los acontecimientos diastróficos.* Act. V Congr. Geol. Arg. III: 293-338. Bs. As.
- Passega, R., 1957. *Texture as characteristics of clastic deposition.* Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., 41 (9): 1952-1984.
- Petersen, C. S., 1946. *Estudios geológicos en la región del Río Chubut medio.* Dir. Nac. Min. y Geol. Bol. 59, Bs. As.
- Rossi, I. N., 1959. *Yacimientos de Caolín María Magdalena y Villegas, Colonia Florentino Ameghino, Prov. de Chubut.* Inf. Inéd. Dir. Nac. Geol. y Miner. carpeta 406, inéd., Bs. As.
- Piatnitzky, A., 1936. *Estudio geológico de la región del Río Chubut y del río Genoa.* Y.P.F. Bol. Inf. Petrol. 137, Bs. As.
- Romero, A. et al., 1974. *El área caolínica del departamento de Gaiman Prov. del Chubut,* F. B., Centro Nacional Patagónico, inéd.
- Petriella, B., 1971. *Estudio de maderas petrificadas del Terciario Inferior del área Central de la provincia de Chubut.* Tesis Museo de La Plata, 296, (Inéd.) La Plata.
- Russell, R. D., y Taylor, R. E., 1937. *Roundness and sape of Mississippi River Sands.* Jours. Geol. 45: 225-267.
- Sáhu, B. K., 1964. *Depositional mechanisms from the Size Analysis of Clastic Sediments.* Journ. Sed. Petrol, 34 (1): 73-83.
- Williams, H., Turner, F. J. y Gilbert, C. M., 1954. *Petrography,* Freeman Co., San Francisco.

Recibido: enero 13, 1976.

METAMORFISMO DE CONTACTO EN EL YACIMIENTO SUR DE SIERRA GRANDE, PROVINCIA DE RIO NEGRO

EDGARDO M. GELOS

Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur

Resumen

En el presente trabajo se hace un estudio referente a la existencia de un proceso de metamorfismo de contacto en el Yacimiento Sur de los depósitos ferríferos de Sierra Grande, provincia de Río Negro.

Se describen: la roca intrusiva, considerada como una adamellita, las rocas metamórficas, tales como corneanas sillimaníticas, andalucíticas, almandínicas y cuarzo micáceas, su distribución en una "aureola" de contacto, y las rocas sedimentarias, tales como lutitas y limolitas, que dieron origen a las metamorfitas. También se estudia en detalle la mineralogía de dichas rocas.

Se formulan una serie de consideraciones finales donde se resumen los datos demostrativos de la existencia del proceso metamórfico citado, acompañado de un proceso hidrotermal que, posteriormente, produce una silicificación y sericitización general de la roca metamórfica y una alteración principalmente sericitica de la adamellita en el contacto.

1. Introducción

En el presente trabajo, presentado como Tesis Doctoral en la Universidad Nacional de Córdoba, se expone un estudio realizado del proceso de metamorfismo de contacto en el Yacimiento Sur, dentro del área de los yacimientos ferríferos de Sierra Grande, provincia de Río Negro.

1.1. ANTECEDENTES.

Entre los primeros informes sobre esta región figuran los de Lapidus (1950) y Zöllner (1951), donde se describe en forma general el aspecto geológico-económico de estos yacimientos y se presenta un relevamiento geológico-topográfico del Yacimiento Sur (Lapidus, 1950).

Valvano (1954, 1957) presenta un informe más detallado, dando datos sobre geocronología, petrografía, estructura, génesis e importancia económica, y un mapeo detallado de todos los yacimientos.

De Alba (1964) expone algunas ideas particulares respecto a la geocronología del área y la edad de la intrusión.

Abstract

A study referring to the existence of the contact metamorphic process on the Yacimiento Sur of the Sierra Grande iron deposit, Rio Negro province, has been realized.

The intrusive rock, which can be said as an adamellite, metamorphic rocks, such as sillimanite, andalucite -almandine hornfels and, micaeous quartz hornfels, and their distributions in a contact "aureole", and sedimentary rocks, such as shale and siltstone wich are original ones of the metamorphic rocks were explained. The mineralogical details of these rocks were also studied.

It was concluded to a final consideration of the existence of a metamorphic process associated with a followed hydrothermal activity which produced the general silicification and sericitization of the metamorphic rocks, and the sericitization of adamellite as the principal alteration of contact.

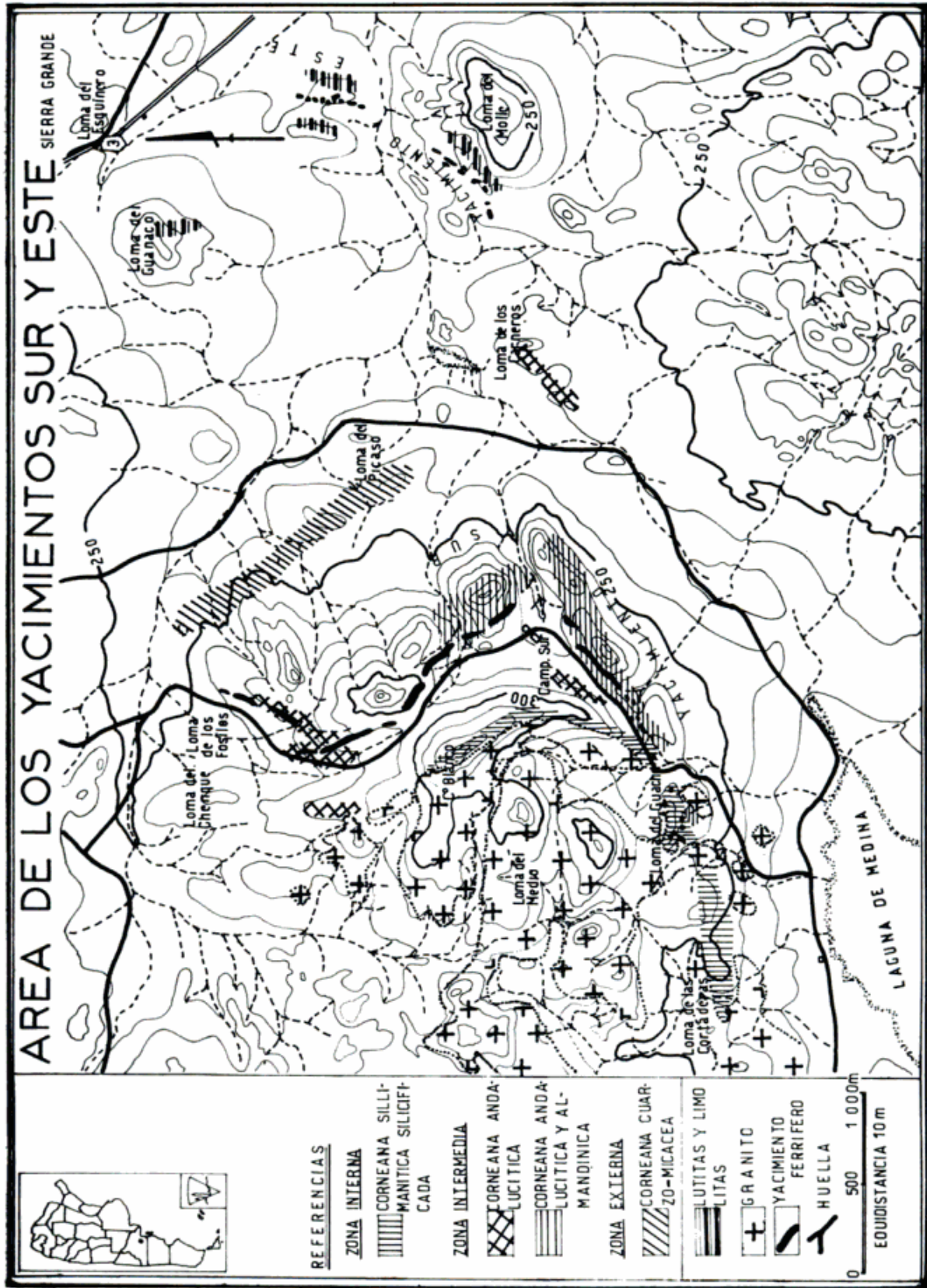
Navarro (1960) expone una interpretación estructural de los Yacimientos Sur y Este en base a un sistema de fallas principales.

1.2. UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO. FISIOGRAFÍA.

Estos yacimientos se encuentran ubicados a unos 8 km al sur de la localidad de Sierra Grande, sobre la ruta nacional n° 3. Abarcan conjuntamente con el Yacimiento Este una superficie aproximada de 25 kilómetros cuadrados. El Yacimiento Sur se asienta en una zona de lomadas bajas, con alturas no mayores de 300 m s.n.m., con algunos bajos que suelen contener lagunas temporarias. Forman tres arcos de orientación aproximada N-S, separados por bajos cubiertos de relleno (ver mapa de ubicación).

1.3. GEOLOGÍA. GEOCRONOLOGÍA. ESTRUCTURA.

Los rasgos estratigráficos, expuestos por diversos autores, se resumen en el siguiente cuadro:



CUADRO 1.

Edad	Zöllner (1950)	Valvano (1957)	De Alba (1964)
Cuartario	Relleno moderno Rod. patagónicos	Relleno moderno Rod. tehuelches	Relleno moderno Rod. patagónicos
Terciario	Patagoniano <i>Disc. erosiva</i>	Patagoniano _____	Patagoniano <i>Disc. erosiva</i>
Mesozoico	Rocanense _____	Rocanense _____	Rocanense <i>Disc. angular</i>
	_____	_____	Pleg. intercretácico
	_____	_____	Aptiano <i>Disc. erosiva</i>
	Ciclo efusivo <i>Discordancia</i>	Serie Volcánica <i>Disc. angular</i>	Mantos de Pórfido <i>Disc. angular</i>
Paleozoico	Intrusión <i>Discordancia</i>	Intrusión <i>Discordancia</i>	_____
	Form. Ferrífera _____	Comp. Antiguo _____	Sedimentos Marinos <i>Disc. erosiva</i>
	_____	_____	Intrusión <i>Disc. angular</i>
	<i>Disc. angular</i>	<i>Disc. angular</i>	<i>Disc. angular</i>
Precámbrico	Precámbrico?	_____	Precámbrico?

Se destaca aquí la opinión de de Alba referente a la edad de la intrusión, que es contraria a la sostenida por otros autores y por el autor del presente trabajo.

Las rocas aflorantes en el área son del tipo plutónico y sedimentario, de edad paleozoica, cubiertas por rocas efusivas del triásico-jurásico, parcialmente cubiertas por rodados tehuelches y detrito. Hay algunos afloramientos de calcáneos Rocanenses.

Las sedimentitas paleozoicas constituyen la Formación Ferrífera, cuyo espesor en el Yacimiento Sur puede llegar a 1000 metros. La edad ha sido fijada definitivamente con el hallazgo de fósiles tales como los braquiópodos *Tropidoleptus fascifer* KAYSER y *Clarkeia antisienensis* D'ORB. en el estrato suprayacente al horizonte mineralizado del Yacimiento Sur, y *Conularia quicha* ULRICH en la pared pendiente del Yacimiento Este. Los primeros son fósiles guías del Gotlándico de Sud América y el segundo lo es de la fauna austral del Devónico inferior, lo que indica que la mineralización está compren-

didada entre dichos períodos (comunicación personal del Lic. Méndez).

La estructura corresponde a un anticlinal de eje N - S, cuyo núcleo fue ocupado por la intrusión. El ala occidental ha sido erosionada y el ala oriental contiene al Yacimiento Sur, con buzamiento general al E. El extremo norte presenta una subestructura sobrecorrida a lo largo de una falla y cuyo buzamiento es al oeste.

2. Petrografía

2.1. LAS ROCAS IGNEAS.

2.1.1. La roca plutónica

La plutonita ocupa unos 50 km² de superficie, formando un stock que aflora al N y al S de la Laguna de Medina.

Algunas evidencias del carácter intrusivo de esta roca son:

a) *Discordancia*: en la Loma Blanca se

midieron planos de estratificación relictos en la metamorfita con rumbo N 35 W e inclinación de 43° NE, en el contacto horizontal con la intrusión.

- b) Fallas secundarias radiales por empuje de la intrusión.
- c) Presencia de diques que cortan oblicuamente el contacto.
- d) Presencia de *roof pendant* en la Loma del Guacho.

La roca es de textura granular, color blanco grisáceo, con una alteración parcial que aumenta gradualmente hacia el contacto. Al microscopio se observa la siguiente composición mineralógica, en orden de frecuencia:

Feldespato potásico: microclino en mayor cantidad y ortosa, en cristales anhedrales. Ambos presentan micropertitas y crecimientos mirmequíticos. Escasa alteración caolínica.

Plagioclasa: cristales euedrales a subedrales, con zonación y una composición en el anillo externo de $Ab_{90}An_{10}$. Poco alterada en caolín y sericita.

Cuarzo: cristales anedrales de disposición intersticial o en agregados, a veces con leve extinción ondulosa y algo agrietados.

Biotita: cristales tabulares a anedrales, grandes a pequeños, solos o agrupados en paquetes, a veces asociados con la muscovita. La alteración más común es la cloritización y, en menor grado, la muscovitización, con separación de óxidos de hierro, siendo común la formación de leucoxeno y rutilo.

Muscovita: es secundaria por sericitización de los feldespatos o la muscovitización de la biotita. Se asocia con clorita, biotita y granos de epidoto. Aumenta de tamaño hacia el contacto, donde suele mostrar textura poikilitica, incluyendo a cuarzo.

La textura es granular hipidiomorfa, siendo los feldespatos los cristales de mayor tamaño y las plagioclasas las más idiomorfas. Estas características definen, según Teruggi (1950), a la textura "monzonítica". Teniendo en cuenta que su composición modal muestra que el cuarzo no supera en porcentaje individual a ninguno de los feldespatos, la textura monzonítica, la presencia de biotita como mafito único y su ocurrencia en forma de stock, la roca puede ser considerada como una adamellita. La alteración hidrotermal de esta adamellita aumenta gradualmente hacia el contacto en una faja aproximada de 1200 m, manifestándose con las siguientes características:

a) **sericitización:** es intensa en ambos feldespatos llegando a reemplazarlos totalmente.

b) **caolinización:** menos intensa, disminuye hacia el contacto.

c) **cloritización:** por alteración gradual de la biotita, que pasa de parda a verde, presentando birrefringencia azul anómala, característica de las cloritas formadas por alteración hidrotermal de biotitas, según Schwartz (1958).

d) **Muscovitización:** por reemplazo pseudomórfico de biotita, diferenciable de la muscovita secundaria por la presencia de leucoxeno y rutilo a lo largo de los planos de clivaje.

Según las experiencias de Schwarz y Trageser (1933), Wichers *et al.* (1944), Gruner (1944), Morey y Chen (1955), Morey y Fournier (1961) y Hemley *et al.* (1961), la sericitización y caolinización de las plagioclasas se produce a temperaturas que oscilan entre 350°C a 300°C, comenzando por el núcleo más anortítico. De acuerdo con Hemley *et al.* (1961) estos procesos están relacionados íntimamente con la hidrólisis de la plagioclasa y con la relación K^+/H^+ . Cuando la actividad del H^+ es mayor se produce la caolinización; este proceso se opera con pequeños cambios de pH entre ácido y alcalino, libera al K^+ que aumenta su concentración en la solución y lleva a la cristalización de sericita y muscovita. Según Folk (1947), un proceso similar se opera en los feldespatos alcalinos, donde la caolinización comienza en solución ácida, a temperatura aproximada de 350°C, para una relación Al:K de 1:1. Este proceso aumenta la concentración de K^+ y Na^+ en la solución alcalinizándola y favoreciendo la cristalinización de sericita y muscovita que, para concentraciones altas de K y Al, puede extenderse hasta los 200°C.

En base a esto puede diferenciarse la siguiente zonación de alteración observada en los feldespatos de la adamellita:

a) **Zona del contacto:** reemplazo total de feldespatos por sericita y muscovita y escaso caolín.

b) **Zona intermedia:** caolinización y sericitización marcada en plagioclasas y, en menor grado, en feldespatos alcalinos.

c) **Zona alejada:** caolinización moderada en plagioclasas, con sericitización del núcleo; escasa caolinización del feldespato alcalino.

La biotita parda por su parte está afectada por cloritización y muscovitización, procesos que, según Schwartz (1958), son característicos cuando la alteración de la roca es esencialmente sericitica. La clorita, que es abundante en la zona intermedia, desaparece en la zona del contacto, donde el Fe y el Mg de la biotita es lixiviado por la solución hidrotermal a mayor temperatura, haciéndose abundante la muscovita. Se concluye que la adamellita presenta un proceso de alteración hidrotermal a lo largo del contacto, por donde ha fluido una solución de pH ligeramente ácido a neutro y una temperatura oscilando en 300°C, favorecida por una laminación de flujo desarrrollada en dicha roca durante la intrusión. El proceso es gradual y prácticamente no es observable a unos 1200 m del contacto. La misma solución produjo silicificación de la roca metamórfica en el contacto, circulando a lo largo de los planos estructurales de la misma y por las fallas y fracturas producidas durante la intrusión.

2.1.2. La roca de los diques

Atraviesan el contacto algunos diques de una roca clara de grano fino. Se han emplazado en fracturas radiales y tienen dimensiones variables. Al microscopio se observa una roca con total alteración hidrotermal, probablemente de tipo efusivo, ya que se conserva una textura de tipo traquítico, donde las tablillas feldespáticas de la pasta han sido totalmente reemplazadas por sericita y calcedonia. Los mafitos y opacos han sido blanqueados, observándose algunas formas de relicto que podrían corresponder a anfíboles.

2.2. LAS ROCAS METAMÓRFICAS

Están representadas por corneanas sillimaníticas, en parte silicificadas, corneanas andalucíticas y almandínicas y corneanas cuarzo-micáceas, distribuidas en una "aureola" difícil de definir dada la discontinuidad de los afloramientos, particularmente para las rocas de grado metamórfico bajo.

La corneana sillimanítica ocupa la parte interna de la aureola y aflora principalmente en la Loma Blanca, pasando transicionalmente a corneanas andalucíticas hacia el N, en la Loma del Chenque, mientras que hacia el S, en la Loma del Guacho, aflora en un *roof pendant*, donde no está silicificada.

Las corneanas andalucíticas y almandínicas afloran en la Loma de las Cuchillas, for-

mando el piso y techo del manto ferrífero y representan la zona intermedia de la aureola.

Las corneanas cuarzo-micáceas forman afloramientos saltuarios en las lomadas situadas en el bajo existente entre el Yacimiento Sur y el Yacimiento Este, tales como la Loma del Picaso, y corresponden a la zona más externa de la aureola.

A continuación se describen las rocas de esta "aureola", cuyo ancho máximo es de unos 3000 m en dirección E - W.

2.2.1. Corneanas sillimaníticas

Estas rocas muestran en el *roof pendant* su composición mineralógica original que es: biotita - muscovita - sillimanita - cuarzo.

La silicificación reemplaza a estos minerales que sólo se conservan como relictos. Así puede observarse cristales de sillimanita sin orientación o en agregados radiales incluidos en cuarzo; agregados de biotita y muscovita como "inclusiones" entre granos de cuarzo y también biotita y sericita como "cemento" de cuarzos anhedrales. La roca tiene aspecto de "cuarcita", si bien al microscopio pueden observarse líneas de inclusiones más o menos subparalelas en los granos de cuarzo grandes, que representarían relictos de una estratificación fina.

2.2.2. Corneanas andalucíticas y almandínicas

Son rocas de tonos pardos rojizos a pardos amarillentos, que a veces presentan un bandeamiento de color que les da un aspecto pseudoestratificado, asemejándolas a areniscas. Al microscopio se observa sin embargo una evidente textura granoblástica y la siguiente composición mineralógica: cuarzo, muscovita, biotita, andalucita, granate (clorita). La andalucita es abundante y llega a formar grandes porfiroblastos idioblásticos de quistolita. Se presenta sola o asociada con granate, disminuyendo hacia el E donde aparece en cristales anedrales y poikiloblásticos.

El granate es más abundante en las corneanas próximas al manto ferrífero y hacia el extremo sur del yacimiento.

La muscovita aumenta hacia la zona próxima al contacto, mientras que la biotita es más abundante en la zona intermedia y externa.

2.2.3. Corneanas cuarzo-micáceas

Macroscópicamente son similares a las corneanas andalucíticas, pero su textura es

granoblástica fina y sin porfiroblastos. Son compactas y bastante silicificadas. Al microscopio presentan la siguiente composición: cuarzo-biotita (sericita-clorita).

A veces hay escasa andalucita muy anhedral. El cuarzo es pequeño y pavimentoso. Las micas se presentan juntas o separadas y la clorita tiene una distribución bastante uniforme. La textura es granoblástica.

2.2.4. Características mineralógicas de las corneanas

Se describen a continuación los caracteres más destacados de los minerales de estas rocas.

Sillimanita: se presenta en diversos tipos de agregados fibrosos, ya sean en haces, tipo afieltrado o radiado. Se destacan dos formas de ocurrencia que son:

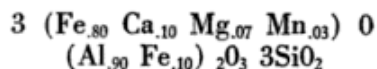
- a) en las corneanas silicificadas se encuentra siempre incluida en el cuarzo;
- b) en las corneanas no silicificadas forma intercrecimientos paralelos en muscovita y agregados fibrosos que incluyen laminillas de biotita, lo que indicaría su derivación a partir de dichas micas.

Andalucita: se presenta en cristales que muestran tres estadios de cristalización, a saber:

- a) Cristalización incipiente, de tamaño muy pequeño, acompañando "spots" biotíticos.
- b) Cristalización intermedia, en cristales más grandes, anhedrales y asociados con cuarzo y biotita.
- c) Cristalización completa, en grandes porfiroblastos euhedrales a anhedrales parcialmente reemplazados por cuarzo en sus bordes o alterados en sericita que la reemplaza pseudomórficamente. Hay cristales euhedrales de la variedad quiastolita.

Granate: se presenta en cristales subhedrales, algo redondeados, formando porfiroblastos o en agregados de pequeños cristales. Tienen textura de "criba", incluyendo a cuarzo y biotita. La alteración más común es la cloritización.

Se calculó su fórmula en base al análisis químico, que corresponde al granate tipo almandino y es la siguiente:



Se dedujeron porcentualmente los valores en peso correspondientes a las inclusiones.

El diagrama de rayos X confirmó este diagnóstico en base a la comparación de las intensidades de las reflexiones en el plano (332), que permite distinguir el piropro del almandino (ASTM 2 - 1008).

Cuarzo: es de distribución general y tiene las siguientes características:

- a) Tamaño oscilante entre 0,10 mm y 4,00 mm.
- b) Distribución zonal: el de mayor tamaño junto al contacto y el más pequeño en la zona externa de la aureola, respondiendo a un esquema de recristalización por acción metamórfica.
- c) Dos tipos texturales: granoblástico y cataclástico. El primero está formado por granos equidimensionales de tamaño variado y sin extinción ondulosa; el segundo por porfiroclastos aislados o agrupados en islotes, rodeados por cuarzo pavimentoso o "pasta sericítica", o una mezcla de ambos, y con extinción ondulosa. El contacto entre los granos puede ser neto, de bordes más o menos rectos o irregular y parcial, y aún con "pasta sericítica" entre los granos.
- d) Las inclusiones son comunes en el cuarzo de mayor tamaño, mientras que los pequeños suelen no presentarlas. Son principalmente de hematita de distribución variada, aunque a veces se observa un bandeamiento fino.
- e) A veces se observan inclusiones de minerales micáceos de formas redondeadas a ameboidales, aunque las mismas no son verdaderas inclusiones ya que se ubican en el interespacio entre granos.
- f) Suele estar poikiliticamente incluido en granate o reemplazar a andalucita.

Micas: se observa biotita, muscovita y sericita. La biotita es de tamaño pequeño en general, siendo mayor en las corneanas andalucíticas y almandínicas. El color varía de pardo a verde con pleocroísmo marcado. El hábito más frecuente es el prismático, presentando asociaciones ya sea de haces de individuos entrecruzados y curvados, o en motas o "spots" o bien en forma de "abanico", acompañada por cuarzo; a veces forma finos agregados afieltrados acompañada de óxidos de hierro. Hacia la zona interna de la aureo-

la se asocia a la muscovita la cual la reemplaza a veces pseudomórficamente. A veces forma anillos alrededor de cristales anedrales de andalucita. Las inclusiones son escasas salvo algunas de tipo acicular (rutilo?). La alteración más común es la cloritización.

La muscovita presenta hábito variado, de prismático a irregular. El tamaño oscila entre 0,10 mm y 1,00 mm por lo cual, y de acuerdo al límite de 0,25 mm fijado para la sericita por Wright y Shulhof (citado por Schwartz, 1958), la porción menor se considera como sericita. El proceso de sericitización es bastante general, principalmente en las rocas más ricas en cuarzo pequeño. La muscovita en cristales grandes suele mostrar textura poikiloblástica y disposición intergranular.

2.3. LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

Los afloramientos de sedimentitas, constituidos por lutitas y limolitas, acompañan en forma concordante al manto ferrífero en el Yacimiento Este. Son discontinuos y aparecen en una franja de 300 m de ancho por 1000 m de largo, siguiendo el faldeo occidental de la Loma del Molle y en las restantes lomadas que se extienden hacia el N hasta la Loma del Guanaco.

2.3.1. Lutitas

Son rocas de grano muy fino, de marcada fisilidad y colores que varían del verde al rojizo de acuerdo al contenido de hematíes. Microscópicamente, la roca presenta una matriz orientada, compuesta por sericita muy fina acompañada de minerales arcillosos y cuarzo pulverulento. Raramente hay granos de cuarzo anhedrales de tamaño entre 15 a 80 micrones. Los hematíes se distribuyen uniformemente en la matriz.

El análisis químico arrojó el siguiente resultado:

SiO ₂	68,80
TiO ₂	—
Al ₂ O ₃	20,01
Fe ₂ O ₃	0,67
MgO	0,63
CaO	1,04
Na ₂ O	0,57
K ₂ O	4,96
H ₂ O ⁺	3,13
H ₂ O ⁻	0,25
Total	100,06

Se observa que la roca es rica en SiO₂ y Al₂O₃ y tiene un porcentaje apreciable de K₂O. En las lutitas con hematíes aumenta el porcentaje de Fe₂O₃ y disminuye el contenido de SiO₂. El porcentaje proporcional de minerales, en base a la composición determinada microscópicamente, es la siguiente:

Cuarzo	54,56
Sericita	41,67
Otros	3,77

La composición determinada a partir de diagramas de rayos X arrojó el siguiente resultado: cuarzo - muscovita (sericita) - caolinita - hematita. Los picos de cuarzo disminuyen de intensidad en las lutitas con hematíes, lo que confirma la disminución de SiO₂ por aumento de Fe₂O₃ en dichas rocas.

2.3.2. Limolitas

Estas rocas afloran en capas alternantes con las lutitas. Son de color pardo oscuro, compactas y sin fisilidad, salvo una estratificación incipiente.

Microscópicamente se observan granos anhedrales de cuarzo límpido, de distribución bastante uniforme y tamaño entre 20 y 120 micrones, con un promedio de 80 micrones y una cierta disposición bandeada evidenciada por la extinción bastante uniforme por orientación del eje óptico. Estos granos están incluidos en una matriz de finos agregados de haces entrecruzados o afieltrados de biotita y clorita. El cemento es ferruginoso, probablemente de composición limonítica. Hay apatito como accesorio a veces en forma de vermes orientados subparalelamente.

El análisis químico de dos de estas rocas, que se muestran en los cuadros 2 y 3, permite observar que, en relación con las lutitas, disminuye el porcentaje de SiO₂, aumenta el de Al₂O₃ y más notablemente el de Fe₂O₃, a la vez que disminuye el de K₂O.

La composición mineralógica determinada en diagramas de rayos X es la siguiente: cuarzo, clorita, biotita, hematita.

Estas lutitas y limolitas son, a juicio del autor, las rocas de las cuales se originaron las corneanas por metamorfismo de contacto. Se depositaron en aguas tranquilas y presentaban una diagénesis moderada en el momento de ser metamorfizadas.

CUADRO 2. — *Composición mineralógica de la roca metamórfica calculada a partir del análisis químico de la roca original.*

Composición	%	Nº rel. mol.	Micas	Granate	Andalucita	Cuarzo	Total
SiO ₂	56,16	0,9344	0,0572	0,1252	0,1684	0,5836	
TiO ₂	0,25	0,0031					
Al ₂ O ₃	23,02	0,2257	0,0156	0,0417	0,1684		
Fe ₂ O ₃	9,85	0,0617					
FeO	8,89	0,1234	0,0572				
MgO	0,55	0,0136		0,1252			
CaO	2,55	0,0454					
K ₂ O	0,53	0,0056	0,0104				
Na ₂ O	0,30	0,0048					
H ₂ O ⁺	5,91	0,3283	0,0208				
H ₂ O ⁻	0,98	0,0544					
Peso molecular del mineral			966,33	658,98	162,05	60,09	
Nº relativo de moléculas			10,05	27,48	27,29	35,07	99,89
Peso %			10,10	27,50	27,30	35,10	100,00

Mica total calculada como: (K,Na)₂O. 5,5(Mg,Fe)O. 1,5(Al₂O₃). 5,5(SiO₂). 2H₂O. Granate total calculado como: 3(Fe⁺⁺,Ca,Mg)O. Al₂O₃. 3SiO₂. Andalucita calculada como: Al₂O₃. SiO₂. Cuarzo calculado como: SiO₂.

CUADRO 3. — *Composición mineralógica de la roca metamórfica calculada a partir del análisis químico de la roca original*

Composición	%	Nº rel. mol.	Micas	Granate	Andalucita	Cuarzo	Total
SiO ₂	55,95	0,9309	0,0374	0,1237	0,1874	0,5824	
TiO ₂	0,50	0,0063					
Al ₂ O ₃	24,19	0,2372	0,0086	0,0412	0,1874		
Fe ₂ O ₃	8,61	0,0539					
FeO	7,34	0,1078	0,0374				
MgO	0,72	0,0177		0,1237			
CaO	2,00	0,0356					
K ₂ O	0,34	0,0036	0,0057				
Na ₂ O	0,13	0,0021					
H ₂ O ⁺	6,58	0,3655	0,0114				
H ₂ O ⁻	1,62	0,0900					
Peso molecular del mineral			966,33	658,98	162,05	60,10	
Nº relativo de moléculas			5,51	27,15	30,37	35,00	98,03
Peso %			5,62	27,70	30,98	35,80	100,00

Mica total calculada como: (K,Na)₂O. 5,5(Mg, Fe)O. 1,5(Al₂O₃). 5,5(SiO₂). 2H₂O. Granate total calculado como: 3(Fe⁺⁺,Ca,Mg)O. Al₂O₃. 3SiO₂. Andalucita calculada como: Al₂O₃. SiO₂. Cuarzo calculado como: SiO₂.

3. El manto ferrífero

La composición mineralógica de la mena del Yacimiento Sur es: magnetita, especularita y martita, con cantidades subordinadas de pirita, calcopirita, generalmente en venillas, y escasas escamas de molibdenita.

La ganga la constituyen los siguientes minerales: clorita, cuarzo, granate, apatito, escasa muscovita y escapolita.

La clorita, cuyo análisis químico muestra que es rica en Al_2O_3 y Fe_2O_3 , fue determinada por rayos X y, de acuerdo con Shirozu (1958), es del tipo turingítico o pseudoturingítico.

La mena es compacta, de color negro o pardo rojizo por alteración y de textura granular fina a media, pudiendo llegar a ser gruesa localmente. El estudio calcográfico revela las siguientes características:

a) Muestras con magnetita sola, acompañada de escasa pirita y calcopirita, y de textura granular alotriomorfa.

b) Muestras donde la magnetita en parte martitizada, con textura granular alotriomorfa, aloja grandes metacristales de especularita de hábito tabular.

c) Muestras con especularita sola, con hábito acicular a tabular, formando una textura tramada y acompañada de minerales transparentes.

Ya Valvano (1957), señaló que este carácter textural de la mena era consecuencia de la acción metamórfica ejercida por la intrusión. También Navarro (1960) señala que el desarrollo alcanzado por los cristales de hematita y magnetita en el Yacimiento Sur puede atribuirse "a la acción termodinámica de la intrusión granodiorítica".

La mena es indudablemente de origen sedimentario. La naturaleza oolítica de la misma, evidenciada en el Yacimiento Norte, ha sido borrada en el Yacimiento Sur, conservándose a veces algún relicto en la mena recristalizada por la acción térmica del contacto, asociada a fenómenos de óxido-reducción que han controlado las condiciones de equilibrio de dicha recristalización.

4. Consideraciones finales

La descripción que antecede permite concretar una serie de consideraciones que se resumen a continuación y que permiten demostrar la presencia de un proceso de metamorfismo de contacto en el área estudiada.

1º) La presencia de un stock adamellítico, cuyas relaciones de campo demuestran su carácter intrusivo en la serie sedimentaria, y que determina la formación de una "aureola" de contacto, con distribución zonal de las rocas metamórficas, la cual responde al siguiente esquema:

a) *zona internas* corresponde a la parte inferior de la facies de las corneanas piroxénicas y presenta las siguientes asociaciones:

cuarzo + muscovita + sillimanita + biotita ± (sericita)

cuarzo + muscovita + biotita ± (sericita)

b) *zona intermedia*: alcanza a la facies de las corneanas hornbléndicas, con las siguientes asociaciones:

cuarzo + muscovita + biotita + almandino ± (clorita)

cuarzo + muscovita + biotita + andalucita ± (clorita)

cuarzo + biotita + almandino + andalucita

cuarzo + muscovita + biotita + almandino + andalucita ± (clorita).

c) *zona externa*: corresponde a la facies de las corneanas de albita-epidoto y la asociación más característica es la siguiente:

cuarzo + biotita + clorita + sericita.

2º) La presencia de minerales metamórficos característicos tales como sillimanita, andalucita y granate almandino.

3º) El campo de estabilidad de los polimorfos del Al_2SiO_5 puede variar, según un análisis crítico realizado por E-an-Zen (1969) de los diversos diagramas de equilibrio existentes, dentro de un amplio campo de P y T. La presencia de andalucita y sillimanita en las rocas estudiadas, demuestra que el proceso de recristalización ha estado principalmente controlado por incrementos en la T, lo que es característico de un metamorfismo térmico del tipo aquí descrito.

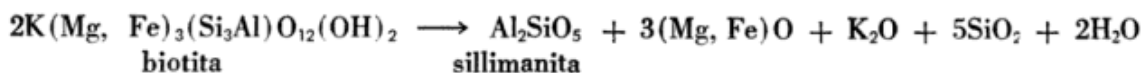
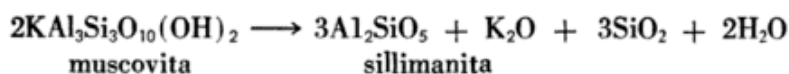
4º) La andalucita, según Deer *et al.* (1962) es un mineral típico de los procesos de metamorfismo de contacto y su grado de idiomorfismo está relacionado al estadio de cristalización en el cual se haya formado. La andalucita presente en la zona intermedia varía desde formas anhedrales en la parte más externa de dicha zona a formas idioblásticas del tipo "quiasolita" en la parte más interna, junto al manto ferrífero.

5º) Las paragénesis que contienen andalucita la muestran asociada a minerales micáceos y, con menor frecuencia, a granate almandino. En este último caso se ve que ambos minerales pueden cristalizar en condiciones similares, dado que el campo de estabilidad del almandino es muy amplio, principalmente en presencia de H₂O.

6º) La presencia de sillimanita en la zona interna, principalmente el área del *roof pendant*, donde dicho mineral ha cristalizado a expensas de la mayor temperatura reinante en dicha área.

Este hecho puede admitirse teniendo en cuenta que dicho mineral parece haberse formado por la descomposición de la biotita y la muscovita, ya que pueden observarse restos de las mismas en haces de cristales paralelos de sillimanita, principalmente en las paragenesis donde ésta se asocia a dichas micas y al cuarzo.

Hayase *et al.* (1968) publican las siguientes reacciones para la descomposición de la muscovita y la biotita, según las cuales la sillimanita puede cristalizar a partir de dichas micas sin cristalización de feldespatos:



En estas reacciones, tanto el K₂O como el (Mg, Fe)O deben ser lixiviados por soluciones hidrotermales.

7º) La sillimanita también se encuentra incluida en el cuarzo en el área de la corneana sillimanítica silicificada. Su origen, si bien no es muy claro, estaría relacionado con un proceso similar, ya que se observan relictos de la biotita y muscovita en estas rocas.

8º) La presencia de granate almandino, cuya ocurrencia en aureolas de contacto no es un hecho frecuente, según Deer *et al.* (1962), dado que en la opinión de Chinner (1962), en dichas aureolas, la baja presión parece restringir los límites de composición química de las rocas capaces de originar el almandino. La estabilidad de dicho granate en las corneanas debe atribuirse, de acuerdo con Tilley (1926), a factores tales como la humedad de la aureola y las condiciones de *stress*. Sin embargo Yoder (1955) demostró mediante la curva de estabilidad del almandino, que su campo de estabilidad no es afectado

sensiblemente por la presencia o ausencia de agua; a este respecto señala que, a bajas temperaturas, dicho granate es estable aun en las zonas deficientes de agua, mientras que, a altas temperaturas, su estabilidad se mantiene por encima de aquella de los minerales hidratados, aun en presencia de agua. Esto indicaría que el almandino, una vez formado, es muy estable dentro de sus paragénesis. Su asociación con biotita y muscovita que, según Tilley (1926), es característica de las aureolas de contacto, hace pensar sin embargo que su ocurrencia siempre tiene lugar en aureolas húmedas ya que, en las secas, el almandino está subordinado o ausente en las paragénesis con cordierita, feldespatos potásico y magnetita, sin muscovita. Best *et al.* (1964) señalan igualmente que el almandino se encuentra asociado al par andalucita —biotita en aureolas de contacto y que su desarrollo debe atribuirse a condiciones particulares de P y T. No se descartan tampoco la posibilidad, ya expresada por Tilley (1926) y Thompson (1954), respecto a la influencia que tendría el contenido de MnO y CaO sobre el almandino en aureolas de

contacto formadas a partir de sedimentos pelíticos.

8º) La roca madre la constituyen sedimentos pelíticos, tales como lutitas y limolitas, con un elevado contenido de SiO₂ y Al₂O₃; el contenido de Fe₂O₃ varía en relación con el enriquecimiento en hierro del sedimento, ya sea bajo la forma de geles o de óxidos de hierro. Tanto el contenido de álcalis como de MgO y CaO es, en general, bajo.

9º) Los datos de los análisis químicos de dichas sedimentitas permiten relacionarlas con el contenido mineralógico de las corneanas, de acuerdo al siguiente esquema:

- a) la presencia de andalucita y sillimanita en áreas de altos porcentajes de Al₂O₃;
- b) la presencia de granate almandino en áreas de altos porcentajes de FeO y Al₂O₃;
- c) la presencia de muscovita y/o biotita en función del contenido de álcalis y de Fe₂O₃ y cantidades menores de MgO, etc.;

- d) presencia de cuarzo en todas las rocas de la aureola;
- e) ausencia de feldespatos, lo que estaría relacionado con un deficiente contenido de álcalis y de CaO que, por las condiciones fisicoquímicas del proceso, no han favorecido la cristalización de dichos minerales.

10º) La relación entre el quimismo de las sedimentitas y las metamórfitas se muestra en los cuadros 2 y 3, donde se ha calculado la composición mineralógica y la proporción relativa de los componentes mineralógicos de las corneanas a partir del análisis químico de las limolitas.

11º) Si bien en líneas generales el proceso puede considerarse isoquímico, no puede descartarse la acción de un hidrotermalismo que ha afectado a las rocas del área cuya actividad más evidente es la silicificación, pero que también podría haber aportado parte del K₂O y facilitado la lixiviación de otros elementos.

La silicificación ha afectado en mayor grado a las corneanas sillimaníticas de la zona interna de la aureola por donde la solución hidrotermal parece haber circulado más fácilmente, reemplazando parcialmente a dichas rocas y produciendo un enriquecimiento metasomático de cuarzo. Algunas evidencias a este respecto serían las que se señalan a continuación:

- a) texturas de relicto observadas en el cuarzo en la zona de las corneanas sillimaníticas silicificadas;
- b) la presencia de sillimanita incluida en cuarzo en la zona del *roof pendant* donde existe reemplazo parcial de la corneana sillimanítica por cuarzo. Además

en dicha zona se conserva la corneana original que no ha sido reemplazada.

- c) la distribución irregular en el contenido de cuarzo en esta zona interna de la aureola ya que, de un máximo contenido en la Loma Blanca, se reduce hacia el N en dirección a la Loma del Chenque donde afloran las corneanas andalucíticas y hacia el S, en dirección al *roof pendant* de la Loma del Guacho, donde afloran las corneanas sillimaníticas.

12º) El proceso hidrotermal habría comenzado con una solución ácida en la zona del contacto, lo que favoreció la silicificación, enriqueciéndose en álcalis y separando otros elementos como FeO, MgO, etc.; de esta manera fue neutralizándose y alejándose del contacto, comenzando entonces la sericitización de amplio desarrollo. La misma evidencia de este proceso se encuentra en la formación de la franja de alteración cuarzo - sericitica de la roca adamellítica.

13º) La cristalización de almandino, andalucita, sillimanita, cuarzo, muscovita y biotita, así como la ausencia de cordierita, epidoto, anfíboles, feldespatos, etc., son una consecuencia de la composición química de la roca original, cuyo análisis químico ya se ha mencionado.

Agradecimientos. El autor del presente trabajo agradece al Dr. Kitaro Hayase, bajo cuya dirección se realizó esta Tesis Doctoral. Al Dr. Carlos E. Gordillo, Presidente del Jurado de Tesis, por la lectura crítica del mismo. Al Departamento de Geología de la Universidad Nacional del Sur, por haber facilitado sus instalaciones y equipos para realizarlo.

Lista de trabajos citados en el texto

- Best, M. G. y Weiss, L. E. 1964. Mineralogical relations in some pelitic hornfels from the Southern Sierra Nevada, California. *Am. Min.* XLIX: 1240 - 1266.
- Chinner, G. A. 1960. The origin of sillimanite in Glen Clova, Angus. *Jour. of Petrol.* I: 312 - 323.
- 1962. Almandine in thermal aureoles. *Jour. of Petrol.* III: 316 - 340.
- De Alba, E. 1964. Descripción Geológica de la hoja 41 J, Sierra Grande, Provincia de Río Negro. *Direc. Nac. Geol. y Min. Boletín nº 97.*
- Deer, W. A., Howie, R. A. y Zussman, J. 1962. *Rock forming minerals.* I - V. Ed. John Willey and Sons, New York.
- and Zen. 1969. The relations of the polymorph of aluminium silicates; a survey and some comments. *Amer. Jour. Scie.* CCLXVII.
- Folk, R. L. 1947. The alteration of feldspar and its products as studied in the laboratory. *Amer. Jour. Scie.* CCXLV: 388.
- Gruner, J. W. 1944. The hydrothermal alteration of feldspars in acid solutions between 300° and 400° C. *Econ. Geol.* XXXIX: 578.

- Hemley, J. J., Meyer, C. y Richter, D. A. 1961. Some alteration reaction in the system $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$. U. S. Geol. Surv. Prof. Papers 424 D: 338.
- Lapidus, A. 1950. Relevamiento geológico de la zona sur de los depósitos ferríferos de Sierra Grande, Territorio de Río Negro. Direc. Nac. y Min. Informe Inédito.
- Morey, G. W. y Chen, W. T. 1955. The action of hot water on some feldspar. Am. Min.: XL, 996.
 — y Fournier, R. O. 1961. Decomposition of microcline, albite and nepheline in hot water. Am. Min. XLVI, 688.
- Navarro, H. 1960. Geología estructural de los Yacimientos Sur y Este de Sierra Grande, Prov. de Río Negro. An. Ias. Jor. Geol. Arg., II: 151 - 172.
- Schwartz, G. M. 1958. Alteration of biotite under mesothermal conditions Econ. Geol., LIII: 164.
- Schwarz, R. y Trageser, G. 1938. Über die künstliche Umwandlung von Feldspat in Kaolin. Zeit. anorg. Chem. CCXV: 190.
- Shirozu, H. 1958. X Ray Powder patterns and cell dimensions of some chlorites in Japan, with a note on their interference colours. Min. Jour. II (4): 209 - 223.
- Teruggi, M. E. 1950. Las rocas eruptivas al microscopio. Museo Arg. de Cienc. Nat. "Bernardino Rivadavia". Pub. de Ext. Cult. y Didáctica. nº 5.
- Tilley, C. E. 1926. On garnet in pelitic contact zone. Min. Mag. XXI: 47.
- Thompson, J. B. 1954. The graphical analysis of mineral assemblages in pelitic schists. Am. Min. XLII: 842 - 858.
- Valvano, J. 1954. Génesis de los Yacimientos de Sierra Grande. Rev. Asoc. Geol. Arg., IX: 193 - 209.
 — 1957. Los yacimientos de hierro de Sierra Grande, Territorio Nacional de Río Negro. Informe Inédito. Direc. Nac. Geol. y Min.
- Wichers, E., Schlecht, W. G. y Gordon, C. L. 1944. Preparing refractory oxides, silicates and ceramic materials for analysis by heating with acids in sealed tubes at elevated temperatures. Jour. Research. Nat. Bur. Standart U.S.A., XXXIII: 451.
- Yoder, H. S. 1955. Role of water in metamorphism. Geol. Soc. Amer. Special Paper 62: 521.
- Zöllner, W. 1950. Informe geológico-económico preliminar sobre la zona sur del Yacimiento Ferrífero de Sierra Grande. Informe inédito. Dir. Nac. Geol. Min.
 — 1951. Informe geológico-económico del Yacimiento Ferrífero de Sierra Grande. Informe Inédito. Dir. Nac. Geol. Min.

Recibido: abril 2, 1976.

SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE LA EVOLUCION DE LAS COSTAS EN EL CUARTARIO

En San Pablo, Brasil, se realizará del 11 al 17 de setiembre de 1978 este Simposio organizado por el grupo de trabajo de IGCP (Fluctuaciones del nivel del mar durante el Holoceno) contando con el auspicio de diversas instituciones internacionales y brasileñas.

El Simposio contará con dos temas principales:

- a) Fluctuaciones del nivel del mar durante los últimos 15.000 años.
- b) Geología, Geomorfología, Arqueología y otros estudios de las costas relacionados al Cuartario.

Se realizarán dos excursiones posteriormente al desarrollo del Simposio, con un número limitado de participantes.

Para mayores informaciones dirigirse al Doctor Kenitiro Suguio, Instituto de Geociencias, Universidad de San Pablo, Cx. Postal 20.899, 0.1000 San Pablo, Brasil.

PERFIL GEOLOGICO HUMAHUACA - PUEBLO ABRA LAITE (JUJUY, REPUBLICA ARGENTINA)

JUAN CARLOS M. TURNER¹ y JOSE A. SALFITY²

¹ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias Geológicas.

² Universidad Nacional de Salta, Departamento de Ciencias Naturales.

Resumen

El perfil se extiende desde la quebrada de Humahuaca en el este hasta la Sierra de Aguilar en el oeste, pasando por la mina "Aguilar", de plomo-cinc. Las rocas más antiguas corresponden a un basamento precámbrico, integrado por esquistos, pizarras y cuarcitas (Formación Puncoviscana), cubierto discordantemente por un conglomerado basal y areniscas silicificadas del Grupo Mesón (Cámbrico). A continuación se depositaron lutitas y areniscas lutíticas fosilíferas, del Grupo Santa Victoria (Ordovícico). En el Cretácico inferior tuvo lugar el emplazamiento de dos plutones graníticos, tras el cual se produjo la acumulación de los elementos continentales, con una intercalación marina, del Grupo Salta (Cretácico), que comienza con conglomerados y areniscas (Subgrupo Pirgua), seguidos por areniscas calcáreas (Formación Lecho), calizas marinas con intercalaciones de areniscas (Formación Yacoraite), para terminar con arcillitas y calizas (Formación Mealla). El Terciario está representado por areniscas y arcillitas (Formación Casa Grande). Los sedimentos del Cuartario, en su mayor parte no consolidados, constituyen el relleno de las depresiones. La comarca está afectada por solevantamientos y corresponde a la provincia geológica Cordillera Oriental.

Introducción

La comarca motivo de este trabajo presenta aspectos interesantes de la geología del noroeste argentino, algunos de cuyos problemas ya han sido adelantados por investigadores anteriores.

UBICACIÓN

El perfil geológico está orientado de naciente a poniente, a lo largo aproximadamente del paralelo 23°12' de latitud sur. Su longitud es de unos 45 km y se extiende desde el río Grande (quebrada de Humahuaca) en el este,

Abstract

The section extends from the Quebrada de Humahuaca in the east to the Sierra de Aguilar in the west, passing by the lead-zinc "Aguilar" mine. The oldest rocks correspond to a Precambrian basement of submetamorphics, schists, slates and quartzites (Puncoviscana Formation), covered unconformably by the Mesón Group Cambrian, with a basal conglomerate and silicified sandstones, overlain by shales and shaly sandstones, fossiliferous, of the Santa Victoria Group (Ordovician.) The emplacement of two granitic plutons took place during the Lower Cretaceous, followed by the accumulation of continental deposits with a marine intercalation, the Salta Group which begins with red conglomerates and sandstones (Pirgua Subgroup), followed by calcareous sandstones (Lecho Formation), marine limestones with interbedded sandstones (Yacoraite Formation) and ending with claystones and limestones (Mealla Formation). The Tertiary is represented by sandstones and claystones (Casa Grande Formation). During the Quaternary the accumulation of extensive deposits of loose clastic materials took place. The region is affected by upthrusts and belongs to the Cordillera Oriental

hasta la localidad de Abra Laite sobre la ruta nacional N° 40, en el oeste, pasando por Coraya, Casa Grande y mina "Aguilar".

Las vías de acceso son las rutas nacionales N° 9 y 40 y, desde éstas caminos secundarios que permiten recorrer parte de la comarca. Desde Humahuaca hasta Coraya hay un camino apto para automotores, pero desde ésta última localidad hasta Casa Grande el recorrido debe efectuarse a lomo de mula, por los numerosos cortes que presenta el camino. El tramo entre Casa Grande y la mina "Aguilar" puede recorrerse en automotor, para continuar nuevamente a lomo de mula por el abra

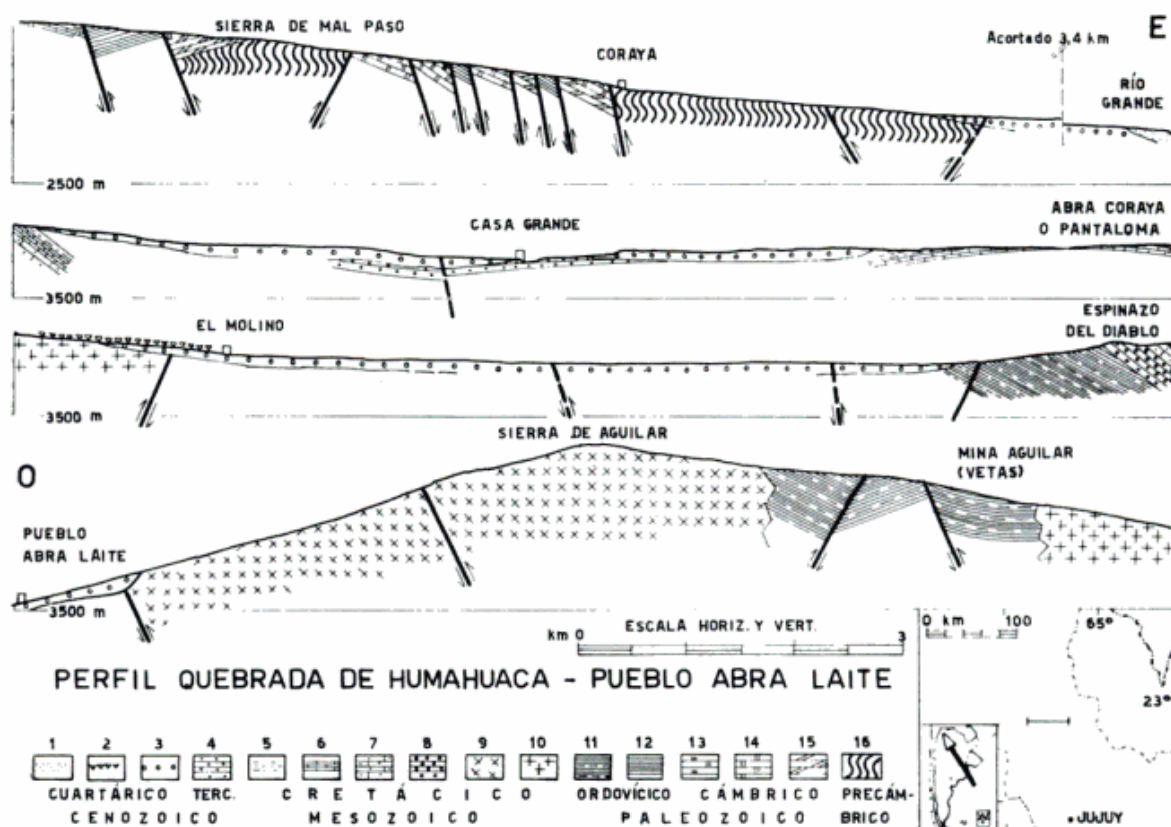


Fig. 1.— 1 y 2: Holocénico - 1: Acarreo - 2: Depósitos glaciares - 3: Pleistoceno. Acarreo - 4: F. Casa Grande - 5 a 8: Grupo Salta - 5: Subgrupo Santa Bárbara, F. Mealla - 6 y 7: Subgrupo Balbuena - 6: F. Yacoraite - 7: F. Lecho - 8: Subgrupo Pirgua, F. Los Blanquitos (?) - 9: F. Abra Laite - 10: F. Aguilar - 11 y 12: Grupo Santa Victoria - 11: F. Acoite - 12: F. Santa Rosita - 13 a 15: Grupo Mesón - 13: F. Chalhualmayoc - 14: F. Campanario - 15: F. Lizoite - 16: F. Puncoviscana.

Laite hasta la localidad homónima sobre la ruta nacional N° 40.

INVESTIGACIONES ANTERIORES

Respecto a estudios geológicos o mineros efectuados anteriormente por profesionales que hayan recorrido la comarca, pocos han sido publicados, entre los que se citan Brackebusch (1883, 1891), Hausen (1925, 1930), Sgrosso (1943), Spencer (1950), Groeber, (1953), Aceñolaza (1968), Fernández, Bondesio y Pascual (1973), Marturet y Fernández (1973) y Méndez (1973).

AMBIENTE GEOGRÁFICO

La comarca abarca la margen derecha de la quebrada de Humahuaca, la Sierra de Mal Paso, el valle del río Vizcarra, el Espinazo del Diablo (localidad clásica de la Formación

Yacoraite), la Sierra de Aguilar y la margen oriental de la depresión laguna de Guayata-yoc-salinas Grandes. Las altitudes varían entre 3.000 m (río Grande) en el este y 5.000 m (Sierra de Aguilar) en el oeste aproximadamente. Estas entidades están orientadas meridianamente.

Geología

A. ESTRATIGRAFÍA

I. Generalidades

En la comarca recorrida hay un cierto número de entidades que se distinguen litológica y estratigráficamente. Las sedimentitas marinas y continentales constituyen una sucesión amplia y variada. Las rocas metamórficas son de importancia menor y las eruptivas son escasas y corresponden a granitos, en una acepción amplia, y rocas de dique.

II. Cuadro Estratigráfico

	Nombre	Litología	Espesor en metros
CENOZOICO	CUARTA- RICO	Bloques, arenas y arcillas Bloques y arenas Bloques, gravas y arenas	30 10 30
	TERCIARIO	Arcilitas y areniscas	500
		Arcilitas y calizas Calizas Areniscas calcáreas Conglomerados y areniscas	70 100 120 225
MESOZOICO	CRETACICO	Rocas graníticas	
		Vetas de cuarzo	
PALEOZOICO	SILURICO	Lutitas, areniscas y areniscas calcáreas	1.000
	ORDOVICICO	Lutitas y areniscas	250
	CAMBRICO	Areniscas silic. blancas Areniscas silic. moradas Areniscas silic. blancas	50 200 200
PRECAMBRICO	F. Puncoviscana	Vetas de cuarzo y rocas hipabisales(?) Pizarras, esquistos y cuarcitas	< 700

II. Descripción de las Formaciones

1. PRECÁMBRICO

Formación Puncoviscana (Turner, 1960, pág. 165)

Desde el pie oriental de la Sierra de Mal Paso por el este hasta la localidad de Coraya por el oeste, se presenta el afloramiento más extenso de esta entidad. Otro afloramiento se presenta a unos 4.500 m al oeste. La sucesión está integrada por una alternancia de materiales finos, pizarras y esquistos de color verdoso a verde oliva, y otros algo más gruesos, cuarcitas, de color morado a pardusco. El conjunto, submetamórfico, está afectado por un metamorfismo de bajo grado, hecho que concuerda con la ausencia de intrusiones sintectónicas y apotectónicas en la comarca. Los sedimentos alcanzan a lo sumo la facies de esquistos verdes. El material fino se ha transformado en pizarras y esquistos, pero sin llegar a presentar superficies brillantes por la ausencia de micas. El material de grano fino, friable, que se desagrega en lajitas pequeñas, se presenta en estratos delgados y alterna con material arenoso, del tipo wacke, dispuesto en bancos algo más potentes, que ofrecen mayor resistencia a la erosión.

El espesor es difícil de calcular, por lo plegado que está la sucesión, pero se estima superior a los 700 metros.

Edad. El único indicio de que se dispone en la comarca para poder dar una edad, es la discordancia en el techo que separa esta sucesión de los elementos del Grupo Mesón. Pero de acuerdo con los datos de geología regional (Turner, 1972; Méndez, 1973), se asigna esta entidad al Precámbrico.

La característica de una sucesión rítmica alternante de materiales finos y algo más gruesos, del tipo de areniscas impuras, permite indicar que su ambiente deposicional ha sido de aguas profundas y su epimetamorfismo se debe a la profundización de la cuenca.

Rocas hipabisales. Entre las rocas hipabisales se han distinguido vetas de cuarzo y diques de roca básica. Los diques, de poca extensión y escaso ancho, cortan oblicuamente a los bancos. La roca básica es de coloración gris verdosa, oscura, compacta, de grano muy fino. Origina zonas de alteración, pero no se ha observado mineralización. De cualquier manera, son dignas de un estudio más detallado, con vistas económicas. Respecto a su

edad, se consideran precámbricas, con reservas, por no disponer de datos concretos.

2. PALEOZOICO

a) **Cámbrico: Grupo Mesón** (Turner, 1960, pág. 169).

Los elementos de esta entidad, areniscas silicificadas blancas, rosadas y moradas, afloran en dos fajas, una en el naciente y otra en el poniente. En el afloramiento oriental se presenta muy fallado. Se han podido distinguir las tres Formaciones que integran este Grupo.

Las sedimentitas del Grupo Mesón se apoyan discordantemente sobre los elementos de la Formación Puncoviscana, como se puede observar a la vera del camino de automotores al naciente de Coraya y a unos siete kilómetros al oeste de dicha localidad.

i) **Formación Lizoite** (Turner, 1960, pág. 169)

La sucesión comienza con un conglomerado basal, de unos 10 m de potencia, integrado en su mayor parte por clastos redondeados de cuarzo de origen hidrotermal, provenientes de las vetas de cuarzo que atraviesan a la Formación Puncoviscana, conjuntamente con otros de cuarcita, de diámetro variable, entre 2 y 10 cm, en una matriz arenosa de color violado oscuro a morado. Siguen areniscas silicificadas, de color blanquecino a blanco grisáceo, muy duras, de grano fino, estratificadas en bancos de 40 a 50 cm de potencia; con frecuencia se observa laminación entrecruzada. La roca está integrada por granos de cuarzo, feldespato y moscovita. El espesor máximo medido es de 200 metros.

ii) **Formación Campanario** (Turner, 1960, pág. 171)

En concordancia sobre la anterior se dispone una sucesión integrada por areniscas silicificadas de color rosado a morado, ocasionalmente blanquecina con motas rojizas, que se caracterizan por la presencia de tubos de *Skolithos*. En estos afloramientos no se ha observado la intercalación de paquetes de lutitas verdosas y de otras tonalidades, que han sido reconocidos en afloramientos de localidades aledañas. El espesor máximo medido es de unos 200 metros.

iii) Formación Chalhualmayoc (Turner, 1963, pág. 197)

Siguen en transición areniscas silicificadas blanquecinas a amarillentas, de grano mediano, estratificadas en bancos potentes de 1,5 a 2 m, con laminación entrecruzada. El espesor máximo medido es de unos 50 metros.

En este perfil el Grupo Mesón se presenta con un espesor máximo de unos 450 metros.

Edad. La edad de los sedimentos del Grupo Mesón no está confirmada por fósiles, pero se determina de una manera indirecta por las discordancias en su base y en su techo. La primera discordancia, en la base, es neta, pronunciada; en cambio, la discordancia en el techo es suave, pero no obstante, evidente. Sobre la base de las relaciones estratigráficas conocidas de comarcas aledañas (Turner, 1972; Méndez, 1973), el Grupo Mesón se asigna al Cámbrico.

Las características litológicas del Grupo Mesón indican una sedimentación rápida en un ambiente marino de aguas someras, próximo a la costa. La abundancia de laminación entrecruzada y *Skolithos*, puede tomarse como una indicación de que representan depósitos neríticos.

b) Ordovícico: Grupo Santa Victoria (Turner, 1960, pág. 173).

Conjunto de sedimentos lutíticos, arcílicos y areniscosos, de colores verdosos en diferentes tonalidades. Igual que en el caso de los elementos del Grupo Mesón, aflora en franjas meridianas, solo que para esta entidad son tres, una oriental, otra central y la tercera occidental.

Los bancos basales del Grupo Santa Victoria no afloran en el itinerario del perfil, pero sí en el arroyo La Despensa, al sur del trazado del perfil, en la ladera oriental de la Sierra de Aguilar, donde se apoyan en suave discordancia sobre areniscas silicificadas de la Formación Chalhualmayoc. Una discordancia análoga se presenta al norte de la mina "Aguilar" (Méndez, 1973).

Si bien en el arroyo La Despensa aflora el contacto Grupos Mesón-Santa Victoria, se advierte al proceder hacia el norte que los elementos del primer Grupo son eliminados paulatinamente por la falla Aguilar Oeste, ramal de la falla Aguilar y en el tramo poco al sur de la mina "Aguilar", sucede lo mismo con la parte basal del Grupo Santa Victoria.

i) Tremadociano: Formación Santa Rosita (Turner, 1960, pág. 174)

Esta entidad aflora con mayor extensión en la franja oriental y un poco en la occidental. La sucesión comienza con un conglomerado basal de unos 10 m de potencia, integrado por clastos redondeados de cuarzo lechoso y cuarcitas blanquecinas y moradas, de diámetro de hasta siete centímetros, en una matriz areniscosa. Siguen lutitas verdes a verdes grisáceas, en sus diversas tonalidades, estratificadas delgadamente, que se desagregan fácilmente; se presentan intercalaciones de bancos de arenisca de grano mediano. Cada 3 a 5 m se observa la intercalación de un banco de arenisca, de color pardusco. La entidad se presenta con un espesor mínimo de 250 metros.

ii) Arenigiano-Llanvirniano: Formación Acoite (Harrington en Harrington y Leanza, 1957, pág. 8)

Las rocas que integran esta entidad afloran en las franjas central y occidental. La base no se observa, dado que en la faja central sólo aflora la parte superior; el tramo inferior está cubierto por acarreo pleistocénico. En esta franja central se observan lutitas violadas a grises, con abundantes intercalaciones de bancos de areniscas y areniscas calcáreas, verdes y grises, que hacia el techo terminan con lutitas rojizas. El espesor se estima en unos 400 m. Aceñolaza (1968) denomina esta sucesión Formación Sepulturas.

En la franja occidental, la sucesión está intruida y metamorfizada, de manera que sólo se observan pizarras, cuarcitas y cuarcitas calcáreas, con variaciones litológicas y en color. Al proceder de naciente a poniente se advierten cuarcitas blanquecinas intercaladas con lutitas-pizarras y cuarcitas algo calcáreas, que pasan en transición hacia arriba a lutitas, en parte cornubianitas, para finalmente ser reemplazadas por lutitas de color negro. Según Spencer (1950), la sucesión en la mina "Aguilar" y al oeste, se presenta con un espesor de unos 6.000 m, que los autores consideran excesivo; se estima en unos 1.000 metros.

Edad. De acuerdo con los restos de fósiles encontrados en la franja oriental, los sedimentos se asignan al Tremadociano (Formación Santa Rosita). Los elementos de la franja central, sobre la base de los fósiles encontrados y los descriptos por Aceñolaza

(1968), se asignan al Llanvirniano (Formación Acoite).

En cuanto a los elementos de la franja occidental, si son del Cámbrico o del Ordovícico, conviene recordar lo expuesto por Marturet y Fernández (1973), al referirse a esta entidad, que denominan *sucesión sedimentaria de Aguilar*, la asignan al intervalo cámbrico-ordovícico y reconocen que desde hace años ha sido motivo de especulaciones geológicas.

Respecto a si pueden ser integrantes del Grupo Mesón, debe tenerse en cuenta que la Formación que presenta más intercalaciones de lutitas es la Formación Campanario, pero en esta franja no se han encontrado los bancos morados con tubos de *Skolithos*, tan característicos de esta Formación. Hasta la fecha, que los autores sepan, no se han mencionado intercalaciones de elementos calcáreos en las areniscas silicificadas del Grupo Mesón. Por estos motivos y por el que se expone en el párrafo siguiente, se descarta la posibilidad de que las rocas en la mina "Aguilar" sean del Grupo Mesón o de otra entidad cámbrica.

Al tener presente que la sucesión está integrada por lutitas, pizarras y cuarcitas, éstas últimas en un tramo calcáreas, lo más probable es que sean el resultado del metamorfismo de lutitas, areniscas lutíticas, areniscas y areniscas calcáreas. Una sucesión análoga, integrante de la Formación Acoite, aflora poco al naciente, en la franja central. Además, en los alrededores de la mina "Esperanza"¹, se han encontrado ejemplares de *Dicytonema yaconense* (Garavilla, comunicación personal), fósil que indica el Arenigiano. Por consiguiente, se considera que estas rocas que afloran en la mina "Aguilar" y más al oeste, corresponden a la Formación Acoite y se asignan al Arenigiano-Llanvirniano.

Las características litológicas y faunísticas indican un ambiente marino de aguas profundas próximas a la costa, por encima de la base del tren de olas, para la Formación Santa Rosita, y un mar abierto tranquilo, por debajo de la base del tren de olas, para la Formación Acoite.

c) Silúrico

Los elementos de la Formación Puncoviscana como los del Grupo Santa Victoria, están surcados por vetas de cuarzo lechoso; en ningún caso se ha observado que pasen a

¹ Distante unos seis kilómetros al norte de mina "Aguilar".

constituir diques, como sucede en la comarca de Rinconada y aledaños. El ancho de las vetas es variable, desde unos dos centímetros hasta unos 10 cm como máximo. El largo de las vetas es también inconstante, pero por lo común escasos metros. Las vetas están integradas por cuarzo blanco lechoso, compacto, en ocasiones teñido por limonita; es de origen hidrotermal.

Sobre la base de la presencia de clastos de cuarzo lechoso en los conglomerados basales, tanto del Grupo Mesón como en el del Grupo Santa Victoria, y que los elementos de este último Grupo están surcados por vetas de cuarzo, caso análogo al de la Formación Puncoviscana, se considera que hay dos generaciones de cuarzo. La primera posterior al plegamiento de la Formación Puncoviscana, que estaría relacionada con la fase Tílcárica (Turner y Méndez, 1975), y la segunda, posterior al plegamiento del Grupo Santa Victoria, sería consecuencia del magmatismo relacionado con la fase Oclóyica (Turner y Méndez, 1975). No se ha podido distinguir cuales vetas corresponden a la fase Tílcárica y cuales a la fase Oclóyica.

3. MESOZOICO

Cretácico a) Formaciones Aguilar y Abra Laite (Spencer, 1950, pág. 412).

En las laderas oriental y occidental de la Sierra de Aguilar, en la latitud de la mina, afloran dos cuerpos graníticos. El del este, Granito Aguilar, aflora en forma de domo alargado y corresponde a una roca grisácea a blanquecina, de grano mediano a fino, en partes de aspecto aplítico; está integrada por cuarzo (35%), ortosa con maclas según la ley de Carlsbad, plagioclasa (oligoclasa-andesina) y algo de biotita; merece destacarse la presencia de fluorita, si bien en cantidades muy pequeñas. En la ladera occidental aflora el Granito Abra Laite, que abarca una superficie mayor a la del cuerpo anterior y presenta una forma más irregular. Corresponde a una roca blanquecina a grisácea, de grano grueso a mediano, con textura porfídica en los contactos, integrada por cuarzo, ortosa, plagioclasa (oligoclasa-andesina), pero en menor proporción a la presente en el Granito Aguilar, y biotita; se observa una relativa abundancia de turmalina, tanto que podría clasificarse como un granito turmalínico. No se ha encontrado fluorita.

Edad. Los dos plutones afloran donde las

rocas más jóvenes que intruyen son del Ordovícico (Grupo Santa Victoria), por consiguiente, una datación directa es difícil. Ésto queda puesto de manifiesto por las diversas edades, desde el Silúrico (Turner, 1972), hasta el Terciárico (Spencer, 1950) y Terciárico superior (Whiting, 1959), que le han asignado distintos autores.

Sobre la base de interpretación de datos isotópicos de plomo y azufre de tres muestras de galena de la mina "Aguilar", proporcionados por Brown (1962), Stipanovic y Linares (1969) asignan a la mineralización 390 ± 20 m. a. (Devónico inferior, según la escala en The Phanerozoic Time-scale, A Supplement, 1971). Brown (1962) ya había expresado que la mineralización y el emplazamiento de los plutones son dos acontecimientos independientes, primero la mineralización y en el Terciárico el emplazamiento.

Para muestras provenientes de la Formación Aguilar se citan las determinaciones radiométricas llevadas a cabo por Halpern y Latorre (1973), por el método Rb-Sr, que dio una edad entre 110 ± 5 y 133 ± 8 m. a., y las de Linares y Latorre (1975), por los métodos K-Ar y Rb-Sr, que dio una edad de 118 ± 15 m. a., en ambos casos del Cretácico inferior, de acuerdo con la escala en The Phanerozoic Time-scale, A Supplement (1971). Se considera por ahora que la roca granítica de la Formación Abra Laite es de la misma edad.

b) Grupo Salta (Brackebusch, 1891, *nom. subst.* Turner, 1959, pág. 26).

Corresponde a un conjunto sedimentario que comienza con facies terrígena (fluvial), continúa con ambiente marino y termina con facies lacustre, que aflora en dos franjas meridiana en la parte media del perfil. La occidental corresponde al Espinazo del Diablo, perfil tipo de la Formación Yacoraite (Groeber, 1953, págs. 447-451). La base se apoya en discordancia sobre sedimentos de la Formación Acoite, como se observa en la ladera occidental del Espinazo del Diablo.

i) Subgrupo Pirgua (Vilela, 1951, pág. 103, *nom. transl.* Reyes y Salfity, 1973, pág. 362): *Formación Los Blanquitos* (Reyes y Salfity, 1973, pág. 374).

La entidad está constituida predominantemente por areniscas de color rojo, de grano mediano, bien compactadas, y conglomerados intercalados.

La base se observa en el pie sudoccidental

del Espinazo del Diablo, donde descansa en discordancia sobre lutitas violadas grises, con intercalaciones delgadas de caliza fosilífera y areniscas verdosas, de la Formación Acoite. La sucesión comienza con camadas de conglomerados, de color rojo morado, con clastos de cuarzo y arenisca en una matriz areniscosa; espesor 50 m. La unidad siguiente es de litología variable, pero integrada predominantemente por areniscas rojas, estratificadas en bancos potentes, que en el tramo inferior presenta lentes conglomerádicas. Siguen areniscas rojas, de grano mediano a fino, macizas, blandas, que pasan a areniscas blancas, de grano fino, en parte calcáreas, para terminar con areniscas rojo parduscas, blancas, macizas, con laminación entrecruzada; se presentan con un espesor de 175 m. La potencia total de la Formación Los Blanquitos (?) es de 225 metros.

Los sedimentos se acumularon rápidamente tras un transporte corto en un ambiente terrestre, con acción fluvial importante, puesta de manifiesto por las intercalaciones conglomerádicas.

ii) Subgrupo Balbuena (Moreno, 1970, pág. 13)

De las tres Formaciones que integran este Subgrupo, solo se han reconocido dos, las Formaciones Lecho y Yacoraite.

Formación Lecho (Turner, 1959, pág. 29). Está constituida por bancos potentes de areniscas calcáreas, de grano mediano a fino, friables, con laminación entrecruzada, de color rosado claro en la base que aclara hacia el techo, a medida que aumenta el contenido calcáreo de su matriz. La parte superior está constituida por areniscas macizas, de color blanquecino amarillento bien estratificadas, con laminación entrecruzada. Los bancos en la superficie asumen la forma de fardos de lana. Espesor unos 120 metros.

Los elementos se han depositado en un ambiente de aguas poco profundas, sumamente tranquilas, de acuerdo con la presencia de arcilla y de material calcáreo. Corresponde a un pase transicional entre los elementos del Subgrupo Pirgua y las calizas de la Formación Yacoraite.

Formación Yacoraite (Turner, 1959, pág. 30). La sucesión está integrada por calizas y calizas dolomíticas, de color blanco amarillento, también como gris azulado, verdoso y rosado, estratificadas potentemente, con in-

tercalaciones de areniscas calcáreas y ocasionalmente bancos de areniscas y estratos lutíticos. La presencia de calizas oolíticas y estromatolitos son rasgos característicos de esta Formación. El tramo superior contiene restos de gasterópodos. Espesor unos 100 metros.

El ambiente de deposición corresponde a aguas marinas, tranquilas, poco profundas. La presencia de estromatolitos indica un medio de playa de marea; el arrugamiento que muestran las laminaciones algales se explica por asentamiento litoral.

Los espacios entre los estromatolitos a menudo están rellenos por oolitas y los bancos oolíticos son frecuentes. Si bien se conocen oolitas de ambientes de lagunas saladas y de agua dulce, por lo general se forman en aguas marinas, limpias, someras, bajo la influencia de la acción de olas.

iii) Subgrupo Santa Bárbara (Vilela, 1952, pág. 221, *nom. transl.* Moreno, 1970, pág. 19).

De las tres Formaciones que integran este Subgrupo, se ha distinguido con seguridad la inferior, Formación Mealla.

Formación Mealla (Moreno, 1970, pág. Está integrada predominantemente por un conjunto de arcilitas de color rojo de ladrillo. La base es concordante con los elementos de la Formación Yacoraité. La sucesión comienza con fangolitas rojas para pasar rápidamente a estratos arcilíticos de color rojo de ladrillo, en partes calcáreas, con intercalaciones de calizas y de arcilitas verde-azuladas; se han observado estromatolitos. El espesor se estima en 70 metros.

Los elementos se han acumulado en un ambiente lacustre, si bien la presencia de estromatolitos puede indicar invasiones temporarias del mar.

Edad del Grupo Salta. Sobre la base de elementos encontrados en otras localidades, pero dentro de sedimentos de este Grupo, se asigna al Cretácico. No debe descartarse la posibilidad de que la Formación Mealla sea del Terciario inferior.

4. CENOZOICO

a) Terciario: Formación Casa Grande (Fernández, Bondesio y Pascual, 1973, pág. 158).

Esta entidad aflora en la parte central de la comarca, en ambas márgenes del río Viz-

carra. La base no se observa y la sucesión está integrada por arcillas arenosas y areniscas arcillosas de grano fino, de color rojo de ladrillo claro a pardo rojizo vivo. La sucesión comienza con arcillas arenosas con intercalaciones de bancos de areniscas, que aumentan progresivamente en cantidad, hasta que a los 200 m predominan para continuar con intercalaciones de estratos de arcillas arenosas, hasta el techo. Los bancos de areniscas tienen una potencia variable entre 0,50 y 4 m. La Formación se presenta con una potencia superior a los 500 metros.

Edad. Los indicios de que se disponen para poder asignar una edad son muy escasos. Pero sobre la base de restos de quelonios se considera que podría ser del Terciario inferior, del Eocénico (Marturet y Fernández, 1973). En tal caso, esta entidad correspondería a la Formación Candado, que aflora en las Sierras Subandinas. Para otros autores (Méndez, 1973) sería equivalente al Grupo Chaco, en cuyo caso le correspondería una edad pliocénica.

Los sedimentos se acumularon en sedimentación más bien rápida, en un medio continental semiárido.

b) Cuartario

Los depósitos del Cuartario se presentan cubriendo gran parte de los terrenos anteriores, con un espesor sumamente variable, pero nunca superior a los 70 m, en razón de la superficie irregular del yacente. Corresponde a un conjunto clástico heterogéneo, desde bloques hasta arcillas.

i) Pleistocénico

El material cubre gran superficie en toda la comarca y es el más potente de los depósitos cuartarios. Aflora en la quebrada de Humahuaca, en ambas márgenes del río Vizcarra y al pie de las laderas de la Sierra de Aguilar. Su composición litológica es sumamente variada y entre los elementos constitutivos predominan conglomerados (clastos de origen muy diverso) con gravas, y arena como aglutinante; en general están poco consolidados. En segundo término bancos de areniscas pardo rojizas, de grano fino, con lentes de conglomerados y de materiales más finos. Se observa cierta estratificación. En ambos lados del Espinazo del Diablo están cementados, sobre todo en la parte basal, por carbonato de calcio; a medida que se asciende el perfil se advierte que disminuye la pro-

porción de carbonato de calcio. Una intercalación interesante es la de un banco de color blanco, constituido por toba biotítica.

Durante el Pleistocénico hubo glaciares en la parte alta de la Sierra de Aguilar y se supone que el hielo llegó hasta el pie de la Sierra. Han dejado un manto de rodados de granitos, pizarras y cuarcitas, muchos de los cuales muestran las estrías características de la acción glaciaria. Hoy todavía se observan remanentes de las morenas laterales en el tramo superior de la quebrada Padrioc, desde la mina agua arriba. La morena de fondo se extendía más al este y sus remanentes quedan como lomas bajas entre El Molino y el puesto de Gendarmería Nacional, hoy atravesadas por la acción glaciifluvial que diseminó el material hasta el Espinazo del Diablo.

Estos sedimentos se presentan con un espesor máximo de unos 30 m y constituyen los abanicos y las llanuras aluviales más antiguos, junto con la morena de fondo.

ii) Holocénico

El aluvio reciente cubre superficies amplias en los valles, sobre todo el del río Grande y del río Vizcarra. En su composición interviene todo tipo de material, que varía de arcillas laminadas finamente a material de grano grueso como bloques, gravas, arenas y glaciarios retrabajados. Constituyen los depósitos aluviales. El amplio campo al naciente de El Molino, donde se acumulan los residuos de la planta de concentración, corresponde a una cubierta sedimentaria holocénica, glaciifluvial.

B. ESTRUCTURA

La comarca abarcada por el presente estudio está comprendida en la provincia geológica Cordillera Oriental, en la que la tectónica está caracterizada por pliegues volcados, fracturados y desplazados hacia el naciente. Los anticlinales por lo general están fallados en su ala oriental. Se advierte que las estructuras son longitudinales.

Respecto al comportamiento de las rocas ante los efectos compresivos de dirección este-oeste o aproximadamente tal, se considera que los elementos de la Formación Puncoviscana, con una perturbación interna intensa, se han comportado como un bloque sólido y compacto, cuya respuesta ha sido el fallamiento y ascenso diferencial, por lo general, en forma rotacional y que se manifiesta en rocas más jóvenes. Los sedimentos

del Grupo Mesón, areniscas silicificadas compactas, muy competentes, han sido plegados suavemente, alabeados. Los materiales del Grupo Santa Victoria, menos competentes, están plegados y en segundo término fallados. Los del Grupo Salta están plegados en pliegues amplios, como el anticlinal que buza hacia el sur, que se presenta en el abra Coraya o Pantaloma, o el sinclinal poco al poniente de la localidad de Casa Grande. El Espinazo del Diablo corresponde al ala occidental de este sinclinal.

La estructura se debe a bloques ascendidos diferencialmente por solevantamientos. Las elevaciones corresponden a las Sierras de Mal Paso y Aguilar y a un bloque menor, el Espinazo del Diablo. Las depresiones son las de la quebrada de Humahuaca, la del valle del río Vizcarra, la situada entre el Espinazo del Diablo y la Sierra de Aguilar y la de la laguna de Guayatayoc-salinas Grandes. Estas unidades están delimitadas por fallas de primer orden, marcadas en el perfil. En páginas anteriores se han mencionado las fallas Aguilar y Aguilar Oeste, denominaciones tomadas de la publicación de Spencer (1950). La falla Aguilar es la primera al poniente de El Molino, mientras que la falla Aguilar Oeste está ubicada en las proximidades de las vetas. Además, hay otras fallas, longitudinales también, pero de segundo orden, de las cuales sólo se han indicado dos en el perfil. Finalmente, hay un conjunto pequeño de fallas este-oeste, las más jóvenes.

Sobre la base de lo expresado en el párrafo anterior, se podría pensar que la comarca es parte integrante de la provincia geológica Puna, como la han considerado Aceñalozza (1968) y Marturet y Fernández (1973) entre otros. Pero debe tenerse en cuenta que la comarca presenta pliegues grandes, ya mencionados, aparte de otros que no están indicados por no estar en el itinerario del perfil, el del cerro Colorado y el de la Sierra de Cajas, además de otros pliegues en sectores aledaños. Los sedimentos del Grupo Santa Victoria presentan también pliegues, si bien no tan evidentes. Si bien los pliegues no están acentuados, se advierte que la estructura es análoga a la que se presenta más al naciente. Por lo tanto, el fenómeno de plegamiento ha sido de suma importancia. No solo esto, sino que se tiene también un sector con estructura imbricada, al poniente de Coraya, como en la Sierra de Santa Victoria. Dos de los rasgos característicos de la provincia geológica Puna, los elementos de la "faja eruptiva de

la Puna" y las efusivas cenozoicas, están totalmente ausentes. Estos son los motivos por los cuales los autores opinan que esta comarca es parte integrante de la provincia geológica Cordillera Oriental, en un todo de acuerdo con lo expresado anteriormente por Bonarelli (1921), Turner (1970) y Méndez (1973).

C. HISTORIA GEOLÓGICA

En una gran cuenca marina se depositaron sedimentos medianos y finos (arenas, arcillas y limos), la Formación Puncoviscana. A continuación actuaron los movimientos de la fase Tílica (Turner y Méndez, 1975), que elevan la comarca y, de ese modo permiten que comiencen a actuar los agentes erosivos, que dan origen a una superficie acabada de erosión. Conjuntamente hay una fase magmática, representada en la comarca por las vetas de cuarzo y los diques de rocas básicas (?). Se produce una transgresión, que origina una discordancia, con la sedimentación consiguiente de material arenoso, el Grupo Mesón, en un ambiente epinerítico, que persiste durante largo tiempo, como lo demuestra la selección muy buena del material. Sobrevienen los movimientos de la fase Irúyica, que elevan y alabean suavemente a estos sedimentos. Tras la erosión hay un nuevo descenso y una transgresión, con la formación de la discordancia entre los elementos de los Grupos Mesón y Santa Victoria. Estos últimos son arenas impuras y arcillas, depositadas muy próximas a la costa, que terminan de sedimentarse al actuar los movimientos de la fase Oclóyica, responsable no solo de la discordancia entre los sedimentos ordovícicos y silúricos, sino también de actividad magmática, las vetas de cuarzo que afectan a los elementos del Grupo Santa Victoria. El yacimiento de Pb, Ag y Zn de mina "Aguilar", depósito sedimentario de acuerdo con los estudios últimos, es probable que su mineralización esté relacionada con la actuación de estos movimientos, de acuerdo con la interpretación de los datos de Brown (1962) por Stipanovic y Linares (1969).

La comarca no presenta manifestaciones de

nueva sedimentación hasta el Cretácico, si bien con anterioridad a la sedimentación del Grupo Salta, tiene lugar una fase magmática, responsable del emplazamiento de los plutones de los Granitos Aguilar y Abra Laite, hecho acaecido en el Cretácico inferior (118 ± 15 m a., Linares y Latorre, 1975). Es posible que estén relacionados con la fase Catanílica. A continuación la comarca es sitio de acumulación de los elementos del Grupo Salta, durante cuyo lapso hubo persistencia de ambiente continental, que perdura hasta hoy día, con una ligera ingresión (elementos de la Formación Yacoraite).

Durante el Terciario inferior tiene lugar un nuevo ascenso diferencial y como consecuencia se produce la acumulación de los elementos de la Formación Casa Grande, clásticos continentales. En gran parte son sedimentos del Grupo Salta redepositados.

La actividad tectónica del ciclo Andico afecta inclusive a los bancos terciarios, que se presentan dislocados. Se intensifican los movimientos de las grandes fallas fundamentales, de gran desplazamiento diferencial. La prefase del tercer movimiento del ciclo Andico (Groeber, 1947) imprimió su fisonomía a la comarca, con la formación de los pilares y fosas. Los movimientos de la fase principal del tercer movimiento (al final del Pliocénico) elevan aún más a la comarca. La Cordillera Oriental se agrega al borde oriental de la Puna.

En el Cuartario continuó el ascenso diferencial intermitente, mientras se acumularon los materiales del Pleistocénico y del Holocénico. Durante el primero hubo glaciación, puesta de manifiesto por los rasgos geomórficos que aún se conservan. La altitud actual de la comarca es un acontecimiento muy reciente.

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por la contribución monetaria para realizar este trabajo, también como a la Dirección General de Fabricaciones Militares, Compañía Minera Aguilar S.A. y Universidad Nacional de Salta, por la colaboración prestada. Los autores hacen extensivo este reconocimiento a los colegas Garavilla y Panzetti.

Lista de trabajos citados en el texto

- Aceñolaza, F. G. 1968. *Geología estratigráfica de la región de la Sierra de Cajas, Dpto. Humahuaca (Provincia de Jujuy)*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXIII (3): 207-222. Buenos Aires.
- Bonarelli, G., 1921. *Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del norte (provincias de Salta y Jujuy)*. An. Min. Agric., Secc. Geol., Mineral. y Minería, XV (1). Buenos Aires.

- Brackebusch, L., 1883. *Estudios sobre la Formación Petrolífera de Jujuy*. Acad. Nac. Cienc., V: 137-184. Córdoba.
- 1891. *Mapa geológico del interior de la República Argentina, escala 1:1000.000*. Gotha.
- Brown, J. S., 1962. *Ore leads and isotopes*. Econ. Geol., LVII (5): 673-720. New Haven.
- Fernández, J., P. Bondesio y R. Pascual, 1073. *Restos de "Lepidosiren paradoxa" (Osteichthyes, Dipnoi) de la Formación Lumbrera (Eógeno, Eoceno?) de Jujuy*. Asoc. Pal. Arg., Rev. Ameghiniana, X (2): 152-172. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1947. *Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. 3. Hojas Domuyo, Mari Mahuida, Huarhuar Co y parte de Epu Lauken*. Asoc. Geol. Arg., Rev. II (4): 347-408. Buenos Aires.
- 1953. *Andico en Mesozoico en Geografía de la República Argentina*. Soc. Arg. Est. Geogr. GAEA, II (1): 349-521. Buenos Aires.
- Halpern, M. y C. A. Latorre, 1973. *Estudio geocronológico inicial de rocas del noroeste de la República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII (2): 195-205. Buenos Aires.
- Harrington, H. J. y A. F. Leanza, 1957. *Ordovician trilobites of Argentina*. Univ. Kansas, Dept. Geology, Spec. Publ. 1. Lawrence.
- Hausen, J., 1925. *Sobre un perfil geológico del borde oriental de la Puna de Atacama*. Acad. Nac. Cienc., XXVIII: 1-95. Buenos Aires.
- 1930. *Geologische Beobachtungen in den Hochgebirgen der Provinzen Salta und Jujuy, Nordwestargentinien*. Meddel. Abo Akademis Geologisk-Mineralogiska Inst., 11 (Avtryck ur Acta Geogr., III, 1): 1-203. Helsinki.
- Linares, E. y C. A. Latorre, 1975. *La edad del granito de Aguilar, provincia de Jujuy, Argentina*. II Congr. Ibero-Americano Geol. Econ., I: 91-98. Buenos Aires.
- Marturet, R. y J. Fernández, 1973. *Problemas tectónicos de la Puna oriental. 1) El sinclinal de Mal Paso y la Sierra de Aguilar*. Quinto Congr. Geol. Arg., Actas V: 57-69. Buenos Aires.
- Méndez, V., 1973. *Geología de la comarca de mina "Aguilar" y alrededores, departamento de Humahuaca (Provincia de Jujuy)*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII (4): 319-330. Buenos Aires.
- Moreno, J. A., 1970. *Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico superior en la cuenca del noroeste argentino, con especial mención de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVI (1): 9-44. Buenos Aires.
- Reyes, F. C. y J. A. Salfity, 1973. *Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico (Subgrupo Pirgua) del noroeste argentino*. Quinto Congr. Geol. Arg., Actas III: 355-385. Buenos Aires.
- Sgrosso, P., 1943. *Contribución al conocimiento de la minería y geología del noroeste argentino*. Dir. Minas y Geol., Bol. 53. Buenos Aires.
- Spencer, F. N., 1950. *The geology of the Aguilar lead-zinc mine, Argentina*. Econ. Geol., XLV (5): 405-433. New Haven.
- Stipanovic, P. N. y E. Linares, 1969. *Edades radimétricas determinadas para la República Argentina y su significado geológico*. Acad. Nac. Cienc., XLVII: 51-96. Córdoba.
- Turner, J. C. M., 1959. *Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la Sierra de Rinconada (Jujuy)*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XIII (1958) (1): 15-39. Buenos Aires.
- 1960. *Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias*. Acad. Nac. Cienc., Bol. XLI (2): 163-196. Córdoba.
- 1963. *The Cambrian of Northern Argentina*. Tulsa Geol. Soc. Digest, XXXI: 193-211. Tulsa.
- 1970. *The Andes of northwestern Argentina*. Geol. Rundschau, LIX (3): 1028-1063. Stuttgart.
- 1972. *Cordillera Oriental* en A. F. Leanza, (Dir. y Ed.), *Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc.: 117-142. Córdoba.
- y V. Méndez, 1975. *Geología del sector oriental de los departamentos de Santa Victoria e Iruya, provincia de Salta, República Argentina*. Acad. Nac. Cienc., LI (1-2): 11-24. Córdoba.
- Vilela, R. C., 1951. *Acerca del hallazgo del Horizonte calcáreo dolomítico en la Puna salto-jujeña y su significado geológico*. Asoc. Geol. Arg., Rev. VI (2): 101-107. Buenos Aires.
- 1952. *Acerca de la presencia de sedimentos lacustres en el valle Calchaquí*. Asoc. Geol. Arg., Rev. VII (4): 219-227. Buenos Aires.
- Whiting, F. B., 1959. *Structural belts and mineral deposits of northwestern Argentina*. Econ. Geol., LIV (5): 903-912. New Haven.

Recibido: abril 30, 1976.

GNEISES CORDIERITICOS EN LAS SIERRAS PAMPEANAS DE CORDOBA Y SAN LUIS, ARGENTINA

ARMANDO CARLOS MASSABIE

Departamento de Ciencias Geológicas, Fac. Ciencias Ex. y Nat. Univ. Bs. As.

Resumen

Se analizan los conocimientos sobre afloramientos de gneises cordieríticos de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis, con miras a su localización geológica en el ámbito del basamento cristalino de la región.

Pueden establecerse en primera instancia dos localizaciones principales. La de mayor importancia, se relaciona con la intrusión de plutones graníticos de epizona, equiparables al "granito nuevo" en el sentido de Bodenbender y Beder, asignados al Paleozoico medio. Por otra parte, se ha comprobado la presencia de gneises cordieríticos, en afloramientos restringidos, próximos a cuerpos graníticos l. s. de catazona, "granito viejo" a estar con Bodenbender y Beder, cuyas edades son cercanas al límite Precámbrico-Paleozoico.

Además de los factores que comúnmente intervienen en la formación de cordierita en gneises (composición original, ambiente fisicoquímico, soluciones magmáticas), se considera importante tener en cuenta la necesidad de un *estado paragenético apropiado* para el ulterior desarrollo de aquel mineral crítico.

Este último factor hace referencia a la presencia de asociaciones mineralógicas previas, susceptibles de reaccionar ante condiciones ambientales convenientes para la formación de cordierita.

En la comarca estudiada se conocen fajas de rocas cataclásticas, desarrolladas en niveles profundos de antiguas zonas de falla, las cuales no afectan a los granitos de epizona. En aquellas, por dinamometamorfismo de las metamorfitas afectadas, pudo lograrse el estado paragenético apropiado para la formación de cordierita, con anterioridad a la recristalización causada por la intrusión de los plutones de epizona en el Paleozoico medio.

Introducción

Son bastante recientes las menciones, estudio e interpretación de afloramientos portadores de cordierita en el ámbito del basamento cristalino de las Sierras Pampeanas de nuestro país.

Clásicamente Harker (1939) incluía a la cordierita entre sus minerales *anti-stress* y

Abstract

The knowledge about outcrops of cordieritic gneisses in the Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis with special attention on its geological location in the crystalline basement setting of the area is analyzed.

Two main locations may be recognized. The larger is related to granitic epizone intrusions. They are similar to the *granito nuevo* in Bodenbender's and Beder's sense, assigned to the Middle Paleozoic. Other cordieritic gneisses in minor exposures near granitic *l. s.* catazone bodies or Bodenbender's and Beder's *granito viejo* with ages in the Precambrian-Paleozoic boundary have also been determined.

The factors which commonly intervene in the developing of cordierite in gneisses are original composition, physico-chemical environment and magmatic liquids. An appropriate paragenetic state necessary for the ulterior formation of that critical mineral is also considered important.

This latest factor refers to reactive mineralogical assemblages previously present, under adequate environment conditions forming cordierite.

Epizone granites of the area are not affected by known cataclastic rock belts, which were developed in deep levels of ancient fault zones. In these belts due to dynamometamorphism of implicated metamorphites an appropriate paragenetic state for cordieritic formation may have been reached, before the recrystallization caused by the Middle Paleozoic intrusive epizone plutons had taken place.

como tal fue descrito en paragénesis locales de metamorfismo de contacto. La formación de cordierita en gneises quedaba explicada por un relajamiento de la presión dirigida, durante el metamorfismo regional dinamotérmico.

Posteriormente la evolución del conocimiento de los terrenos metamórficos en dis-

tintas regiones, permitió justificar la presencia de cordierita en rocas producto de metamorfismo regional, con rangos de temperatura similares al tipo Barroviano, pero de presión efectiva más baja (tipo Abukuma, Miyashiro, 1958; Winkler, 1967). En otro trabajo, Hietanen (1966) analiza el campo de estabilidad de la cordierita y otros minerales críticos, en distintos tipos de metamorfismo regional y de contacto. Winkler (1974) señala aparición de cordierita en metamorfitas de grado medio y su persistencia en el grado alto.

Los conocimientos modernos sobre afloramiento de metamorfitas cordieríticas en terrenos resultantes de metamorfismo regional y las implicancias fisicoquímicas cuya presencia crítica entrañan, ha desdibujado su primitiva localización geológica característica, en relación con cuerpos intrusivos, colocándola dentro de las viscositudes más generales de la evolución de fajas orogénicas.

El autor ha tenido oportunidad de visitar gran parte de las localidades con rocas portadoras de cordierita en las Sierras de Córdoba, donde se registran la casi totalidad de las menciones, en algunos casos expeditivamente y en otros con mayor detenimiento, así como también de reconocer nuevas localidades de gneises portadores del mineral referido.

En el presente estudio se procura aportar, por medio de la presencia de un mineral metamórfico crítico en la paragénesis de gneises y esquistos de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis, en unión con el conocimiento actual, regional y detallado, de algunos sectores del basamento cristalino de la comarca, a la localización geológica de esas rocas en armonía con la evolución geológica de esta región.

Análisis de los antecedentes

El primer estudio de gneises cordieríticos en las Sierras Pampeanas se debe a Mirré (1971). Ellos se localizan en la Sierra de Valle Fértil, en un ambiente metamórfico-granítico, del cual participan distintos tipos de gneises, anfibolitas, calizas cristalinas, rocas cataclásticas y cuerpos graníticos y aplogmatíticos. Sobre la base de la presencia de cordierita, el mencionado autor, postula un metamorfismo regional de tipo Abukuma.

Es inmediata la caracterización física y química de cordieritas halladas en las Sierras de Córdoba, por parte de Gordillo Hayase y Gelos (1971). Los Autores adscriben aquí

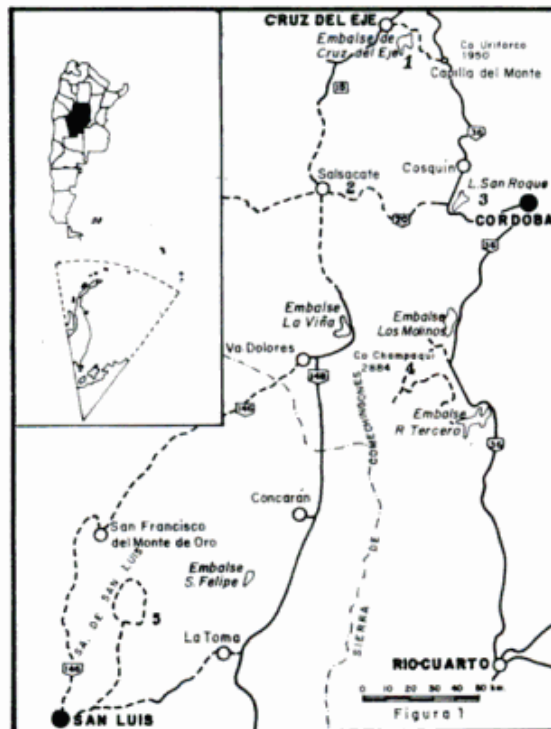


Fig. 1.— Mapa de ubicación de los afloramientos de gneises cordieríticos. 1 — Quilpo Sud (Masabie, 1975); 2 — Villa Juan XXIII (Gordillo *et al.*, 1971); 3 — Loma Ancha, Valle El Diquecito (Gordillo *et al.*, 1971; Gordillo, 1973) y Qda. de La Estanzuela; 4 — Villa Berna-Maimat-río de los Reartes, Athos Pampa-Yacanto (Gordillo *et al.*, 1971; Gordillo, 1973); 5 — Santo Domingo-Co de la Torre (Fuentes, 1972).

también al criterio de considerar que “la asociación mineral de las migmatitas corresponde a la fácies de las anfibolitas cordieríticas del tipo Abukuma, subfacies sillimanita-cordierita-ortoclasa-almándino”.

Vale la pena mencionar la localización geológica de los afloramientos con rocas cordieríticas para su consideración en razonamientos posteriores.

a) Gneis cordierítico, cuyo afloramiento se registra en el sector metamórfico que rodea al batolito de Achala, entre Villa Berna - Maimat y río de los Reartes.

b) Kinzigita, gneis tonalítico masivo de grano fino rico en granate y en xenoblastos de cordierita poiquiloblástica. Se localiza aproximadamente en la misma región que los afloramientos anteriores, “camino a la Cumbre 2 km más allá del río de los Reartes y en el camino a Villa Alpina” (Gordillo *et al.*, 1971).

c) Migmatita granítica cordierítica de Loma Ancha (La Calera). Se trata de una faja de aproximadamente 1 km de ancho, con in-

tercalaciones menores (50-100 m) de gneises plagioclásicos no cordieríticos. Si bien no se ha determinado el largo total, se ha reconocido cordierita en 15 km de su extensión longitudinal. "En el extremo sur (Loma Chata) rodea un stock piriforme de granito muscovítico de 750 m de largo y un ancho máximo de 250 metros. Este granito no contiene cordierita y corta netamente la roca encajante" (op. cit., pág. 318).

d) Faja migmatítica de la Villa Juan XXIII, Ruta 20 entre El Mirador y Las Chacras. Se localiza en la caja occidental del batolito de Achala y constituye una faja estrecha, de unos 200 m, interalada en el gneis tonalítico masivo del sector.

e) Complejo migmatítico de Athos Pampa-Sierra Grande. Parcialmente se superpone con la localización de los afloramientos a y b; se extiende algo más al sur en la línea Athos Pampa-Yacanto. Corresponde a varias fajas graníticas cordieríticas interpuestas en gneises plagioclásicos no cordieríticos, Gordillo *et al.* (op. cit.).

Posteriormente Fuentes (1972) estudia detalladamente la petrología del complejo metamórfico en los alrededores de Santo Domingo, provincia de San Luis, y señala la presencia de cordierita en esquistos de grano fino en las adyacencias y rodeando afloramientos pegmatíticos.

En este caso la formación de cordierita se vincula con metamorfismo de contacto, cuya causa se hallaría en las intrusiones pegmatíticas alojadas en rocas metamórficas de la facies de esquistos verdes, Fuentes (op. cit.).

Este último hallazgo viene a convalidar la idea sostenida previamente por Quartino (comunicación verbal), a favor de un origen por polimetamorfismo de la cordierita en gneises de la región.

Gordillo (1973) señala la presencia de mármol, anfíbolita, gneis tonalítico, gneis piroxénico y gneis granítico-cordierítico, en el basamento metamórfico de Villa El Diquecito, cerca de La Calera. La última entidad litológica mencionada forma una faja de rumbo submeridional, que contiene andalucita en el contacto inmediato con un stock piriforme de granito muscovítico, ya mencionado por el mismo autor en un trabajo anterior (Gordillo *et al.*, 1971).

Luego de algunas consideraciones acerca de la formación de los minerales críticos hipersteno y cordierita, Gordillo (1973) agrega que: "el problema no es la formación del hipersteno y cordierita, sino explicar

porqué estos minerales, que sólo son estables a bajas presiones, coexisten con una paragénesis de mayor presión como la de la facies de anfíbolita" (op. cit., pág. 150). Esta última estaría representada por los afloramientos de gneis tonalítico biotítico y anfíbolitas.

En el mismo trabajo (Gordillo, 1973) se analiza el metamorfismo de contacto en un sector próximo al batolito de Achala. Este se localiza en coincidencia con porciones de afloramientos de rocas cordieríticas, consideradas previamente efecto de un metamorfismo regional de tipo Abukuma por Gordillo *et al.* (1971).

Aparte de la presencia característica de cordierita en las metamorfitas adyacentes al contacto con el granito, es de señalar la participación de andalucita en el contacto inmediato.

Se indica además que: "la metamorfita invadida ya había alcanzado un grado avanzado de metamorfismo regional antes de la intrusión granítica, probablemente la facies de anfíbolita, lo cual evidencia el carácter intrusivo y postectónico del batolito de Achala y su emplazamiento a relativamente baja profundidad" (Gordillo op. cit., pág. 151).

En el Complejo Sierra Cunuputo al norte de las canteras de Quilpo Sud provincia de Córdoba, Massabie (1975) describe afloramientos de gneis portador de cordierita en una paragénesis constituida también por biotita, plagioclasa, cuarzo, microclino, granate y sillimanita.

Dada la singular composición mineralógica de estas rocas, entre los gneises del complejo metamórfico no cordieríticos y su localización próxima a las exposiciones graníticas *l. s.* de la Formación San Marcos, en un sector migmatizado, se interpreta que el gneis cordierítico representa la sobreimposición de un metamorfismo térmico local, sobre otro regional dinamotérmico.

Recientemente el autor tuvo oportunidad de reconocer los afloramientos de gneises de la margen derecha de la Qda. de La Estanzuela, poco al oeste de La Calera. Estas rocas dejan observar *in situ* una marcada estructura milonítica formada por fenoclastos policristalinos redondeados y elípticos de composición cuarzo-feldespática y fenoclastos monocristalinos, mayormente feldespáticos, envueltos por una base de grano fino color gris oscuro con foliación cataclástica, portadora de abundantes porfiroblastos de granate y, en menor cantidad, porfiroblastos de cordierita color gris azulado trans-

lúcida u opaca, dependiendo de su estado de alteración.

En la observación microscópica se pierde un tanto el aspecto cataclástico de las rocas en consideración, discernible en afloramiento y muestra de mano, en cambio, las texturas granoblástica, tipo sal y pimienta y decusada de la base, compuesta esencialmente por cuarzo, biotita, plagioclasa y sillimanita, junto a la presencia de porfiroblastos de cordierita, con tendencia a contornos subidioblásticos, de crecimiento estático y poscinemático, son sugerentes de recristalización y neomineralización inducidas por un factor térmico, lo cual le confiere a estas rocas carácter de *blastomilonitas cordieríticas*.

La faja de afloramientos de gneises blastomiloníticos cordieríticos de rumbo submeridional, aquí tipificados, sería la continuación hacia el sur del gneis granítico-cordierítico, mapeado por Gordillo (1973) en Villa El Diquecito.

Geología

En una primera aproximación a la elucidación del problema de la localización geológica de gneises cordieríticos*, en el ambiente de Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis, de acuerdo a los datos que se disponen, es de señalar que los afloramientos se ubican en las proximidades o inmediata cercanía a cuerpos de granitos y pegmatitas, los cuales, en la mayoría de los casos, demuestran ser netamente intrusivos en las metamorfitas encajantes (Gordillo *et al.*, 1971; Gordillo, 1973; Fuentes, 1972).

Respecto al hallazgo de gneises cordieríticos al norte de Quilpo Sud (Massabie, 1975), éstos se encuentran cercanos al contacto transicional con los granitos *l. s.* de la Formación San Marcos, los cuales manifiestan en el sector una mayor movilidad y carácter intrusivo.

Los afloramientos de gneises cordieríticos se localizan ya en fajas a menudo extensas,

* Gneis cordierítico. El término se empleará de aquí en más con un sentido amplio, para incluir todas las rocas portadoras de este mineral que pese a no tener en algunos casos las particularidades propias de un gneis *sensu stricto*, demuestran haber sido sometidos regionalmente a metamorfismo de grado medio a alto y deformación intensa. Con esto quiere establecerse claramente la diferencia frente a pelitas hornfelizadas portadoras de cordierita con evidencias pobres o inexistentes de metamorfismo regional, que afloran también en la comarca.

intercaladas entre otros componentes comunes del basamento metamórfico, como ocurre en Athos Pampa-Yacanto, Villa El Diquecito, Villa Juan XXIII (Gordillo *et al.*, 1971; Gordillo, 1973) y en la Qda. de La Estanzuela, Córdoba, o bien en aureolas que rodean parcial o totalmente afloramientos graníticos (pegmatitas) menores, como en el sector de Santo Domingo, San Luis (Fuentes, 1972). El mismo tipo de disposición espacial, si bien discontinua, ha mapeado Gordillo (1973) sobre el límite sur expuesto del batolito de Achala, entre el río del Medio y Villa Alpina.

Cabe plantear aquí cuáles deberían ser los factores que controlen la formación de cordierita en gneises y esquistos. Sea que se supongan condiciones fisicoquímicas apropiadas locales o regionales convenientes para su formación, el otro factor a tener en cuenta es la composición original apropiada para su desarrollo, tal como ha sido señalado por Gordillo (*op. cit.*). A ellos podría agregarse el aporte de los elementos químicos necesarios, por parte de líquidos derivados de actividad magmática (Harker, 1939).

Aún así, queda pendiente de solución la asociación de gneises cordieríticos con otros no cordieríticos en sectores restringidos, para los que deben suponerse condiciones metamórficas similares, tal como lo plantea Gordillo (*op. cit.*) para Villa El Diquecito.

Así también es llamativa la disposición espacial de las aureolas de metamorfismo de contacto en la región de Santo Domingo, San Luis (Fuentes, 1972). Allí se han distinguido en el Complejo Metamórfico Santo Domingo, una variedad correspondiente a micacitas gnéisicas y otra integrada por esquistos de grano fino. Si bien todas las asociaciones de minerales halladas en el complejo metamórfico, pertenecen a la facies de esquistos verdes, en la variedad compuesta por micacitas gnéisicas, las rocas han alcanzado un grado más elevado de metamorfismo (Fuentes, *op. cit.*).

La pegmatita del cerro de la Torre intruye a las micacitas gnéisicas y a los esquistos finos; sin embargo, la aureola de contacto en la cual participan sillimanita, cordierita, granate y biotita, sólo ha sido mapeada sobre los esquistos finos. La misma se interrumpe y no tiene expresión en las micacitas gnéisicas.

Retomando el tema de los factores que pueden actuar en el control de la formación de cordierita, es lícito suponer que las condiciones de presión y temperatura originadas

en el momento de producirse la intrusión de pegmatita, deben ser semejantes para los esquistos finos y micacitas gnéicas en el cerro de la Torre.

Si tenemos en cuenta la composición original de los distintos sectores previa a la intrusión de las pegmatitas, ésta se considera cualitativamente similar, ya que en las micacitas gnéicas la paragénesis es cuarzo — muscovita (sericita) — biotita — clorita — (albita) \pm granate \pm epidoto; en tanto que a los esquistos finos (pizarro — filíticos) le corresponde una asociación mineral integrada por cuarzo — muscovita (sericita) — clorita — albita \pm epidoto (Fuentes, 1972).

Ha de aceptarse entonces que otro u otros son los factores que, además de los mencionados, pueden participar en el control de la formación de cordierita en gneises y esquistos del basamento cristalino de las Sierras Pampeanas.

En este caso la formación de cordierita y de otros minerales de contacto, sólo en los esquistos finos, estaría determinada por la disponibilidad de los elementos necesarios para su desarrollo, en minerales susceptibles de reaccionar, por tornarse inestables, al modificarse localmente las condiciones fisicoquímicas debido a la intrusión de las pegmatitas. Ello no podía ocurrir en las micacitas gnéicas, portadoras de los mismos elementos, pero en este caso dispuestos en estructuras cristalinas de minerales estables ante los incrementos de temperatura provocados por las intrusiones.

El factor esbozado en el párrafo anterior se refiere así ya no a la composición original de la roca pasible químicamente de dar lugar a la formación de cordierita, sino más bien, a la posibilidad mineralógica de factibilizar la cristalización de dicho mineral crítico, a partir de un *estado paragenético apropiado*.

Este último análisis es también aplicable a la explicación de la coexistencia de gneises hipersténicos y cordieríticos con otros representativos de la facies de anfibolita, de mayor presión, tal como lo señala Gordillo (1973) para Villa El Diquecito.

En efecto, en la margen derecha de la quebrada de la Estanzuela, se han reconocido blastomilonitas cordieríticas, las cuales constituirían la continuación hacia el sur de los gneises granítico-cordieríticos que afloran inmediatamente al naciente de la falla de la Estanzuela en el sector de Va. El Diquecito. La faja de gneises cordieríticos de rumbo submeridional trunca y se pone en contacto por falla, a veces cubierto por relleno moder-

no, con los gneises de rumbo NNE — NE expuestos al poniente de la quebrada de la Estanzuela.

Por sus relaciones espaciales con los demás afloramientos del complejo metamórfico y sus propias características estructurales, los gneises blastomiloníticos cordieríticos de la margen derecha de la quebrada de la Estanzuela y su continuación natural en los gneises graníticos — cordieríticos de Villa El Diquecito, deben haber conformado una antigua e importante zona de falla, activa al menos desde tiempos anteriores a la recrystalización, que disimula, en detalles menores, su carácter cataclástico heredado.

Ello implicaría la conformación de una faja, con algunas intercalaciones de paquetes no afectados, en la cual a causa de la intensa deformación se habrían producido asociaciones mineralógicas de bajo grado, a partir de rocas comprendidas en un grado metamórfico medio a alto (facies de anfibolita). Pudo así comprenderse en el detalle, la coexistencia de terrenos metamórficos cuyas paragénesis no son simultáneamente estables bajo determinadas condiciones fisicoquímicas.

Obviamente al sobreimponerse a estas metamorfitas un marcado aumento de temperatura en condiciones de relativamente baja presión, la respuesta a la causa que origina estas nuevas condiciones ambientales, va a ser diferente al considerar los distintos terrenos metamórficos preexistentes en la región.

Es admisible buscar la causa del aumento de temperatura local a presiones relativamente bajas, en la intrusión de plutones graníticos como el que aflora en Loma Ancha, emplazados en ambiente de epizona (Buddington, 1959).

Esto implica interpretar que la formación de cordierita en Villa El Diquecito y quebrada de la Estanzuela, ocurre por sobreimposición de metamorfismo térmico en rocas metamorfizadas regionalmente. En apoyo de una explicación por polimetamorfismo para la formación de cordierita en los gneises de la comarca, cabe recordar que andalucita, presente en las asociaciones mineralógicas de contacto en la región de Santo Domingo, San Luis (Fase del río de la Carpa, Fuentes, 1972), en los sectores sur y sudeste del batolito de Achala, entre el río del Medio y Va. Alpina, Córdoba (Gordillo, 1973), y en los gneises de la caja occidental del granito de la Formación Capilla del Monte, Córdoba (Massabie, 1975), se ha desarrollado también en el contacto inmediato del gneis gra-

nítico - cordierítico con el stock granítico de Loma Ancha, según lo indica Gordillo (1973).

Al considerar brevemente la participación del factor referible como *estado paragenético apropiado* de las metamorfitas, susceptibles de recrystalizar y formar cordierita, en la comarca al sur y sudeste del batolito de Achala, Yacanto - Athos Pampa, Va. Alpina - río del Medio, puede señalarse que, inmediatamente al poniente de Yacanto de Calamuchita se extiende una importante faja de rocas cataclásticas, con un espesor no menor a un kilómetro y rumbo submeridional, cuya continuidad ha sido reconocida a la latitud en el Durazno, más al sur.

Es factible que las rocas cataclásticas de porfiroclastos redondeados y mátrix con estructura de fluxión (Higyins, 1972) en afloramiento, se continúen en el basamento metamórfico hasta la latitud de Athos Pampa - Va. Alpina y Va. Berna. Aquellas serían nuevamente testimonio actual de una antigua zona de falla mayor, con eventuales ramificaciones y discontinuidades, en la cual se habría alcanzado por dinamometamorfismo el *estado paragenético conveniente* para la formación de gneises cordieríticos, al lograrse las condiciones de temperatura y presión necesarias en rocas de composición original apropiada.

El razonamiento seguido hasta aquí, podría tener aplicación también al sector de Villa Juan XXIII (Gordillo *et al.*, 1971) y con mayor cautela, motivada en la falta de conocimiento propio del terreno, a la región de la Sierra de Valle Fértil, estudiada por Mirre (1971).

Significado Geológico

Puede aceptarse en términos generales que la localización geológica de los gneises cordieríticos se halla principalmente en relación con cuerpos intrusivos graníticos postectónicos, emplazados en ambiente de baja profundidad (granitos de epizona, Buddington, 1959). Su formación estaría controlada así mismo, no sólo por la composición original, sino también y en forma excluyente por un *estado paragenético de las metamorfitas* (paragénesis de bajo grado, según Winker, 1974) *apropiado a la formación del mineral crítico*.

No se descarta, aunque probablemente sería de poca monta, la formación muy localizada de cordierita a causa de la actividad de granitos *l. s.* sintectónicos a tardiotectónicos,

concordantes y de contactos transicionales con las metamorfitas, emplazados en ambiente de catazona (Buddington, op. cit.), de los cuales un ejemplo sería la Formación San Marcos (Massabie, 1975).

Por otra parte, la formación de anchas fajas de rocas cataclásticas en niveles profundos de antiguas zonas de falla, no afecta a los granitos postectónicos de epizona (batolito de Achala, stock de Loma Chata, Formación Capilla del Monte) y sí en cambio a los granitos *l. s.* de catazona o "granito viejo o antiguo" en el sentido de Bodenbender (1905) y Beder (1922).

Esto último, unido a las relaciones espaciales de contacto transicional y concordancia con las metamorfitas adyacentes, les quitaría capacidad efectiva para inducir la formación de cordierita. Dicho de otro modo, las condiciones fisicoquímicas de la caja metamórfica y roca granítica *l. s.* deben haber sido similares en el momento de su implantación o formación; además, la falta de fajas de rocas cataclásticas favorecedoras de asociaciones mineralógicas de bajo grado metamórfico, inhibiría un hipotético *estado paragenético apropiado* al desarrollo de cordierita.

En síntesis, la localización geológica de gneises portadores de cordierita, mineral crítico en terrenos metamórficos, se halla en armonía con el conocimiento geológico regional de las Sierras Pampeanas, en particular con el correspondiente al ámbito de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis.

Su presencia encuentra un justificativo geológico evidente al ser vinculada principalmente con la intrusión de los granitos postectónicos de epizona, cuyas edades radimétricas determinadas (Halpern *et al.*, 1970; Linares y Latorre, 1969, 1973; Massabie, 1975), tienen su centro de gravedad en el Paleozoico medio, de acuerdo a la escala de Kulp (1961). En el concepto clásico de Bodenbender (1905) y Beder (1922), éstos plutones corresponderían al "granito de la Sierra Alta" y "granito nuevo o común postsilúrico" respectivamente.

Las fajas de rocas cataclásticas que habrían proporcionado, en la mayoría de los casos, la modificación localizada del *estado paragenético* del basamento metamórfico, adecuándolo para la formación de cordierita, no afectan al "granito nuevo".

A las "rocas eruptivas antiguas" de Bodenbender (op. cit.) y al "granito antiguo o viejo" de Beder (1922, 1931), les corresponde de acuerdo al conocimiento actual, edades radimétricas próximas al límite pre-

cámbrico - paleozoico inferior (Massabié, 1975)*. De acuerdo a las relaciones armónicas de estas rocas eruptivas de catazona, con las metamorfitas encajantes y el hecho de que la cataclasis profunda, en antiguas zonas de falla, ha actuado también sobre ellas, su relación con afloramientos extensos de gneises cordieríticos, deberá considerarse casual y no casual. Sólo condiciones especiales de inmediata cercanía al contacto o bien en inclusiones de caja, podrán producir la formación de cordierita en el gneis.

Conclusiones

De las observaciones y análisis efectuados sobre el conocimiento de los afloramientos de gneises cordieríticos estudiados hasta el presente, en las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis, pueden extraerse las siguientes conclusiones.

a) Surgen en primera aproximación dos localizaciones geológicas principales para los gneises cordieríticos de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. En un caso ellos se ubican en inmediata cercanía o como inclusiones en cuerpos graníticos l. s. de catazona ("granito viejo" de edades en el límite precámbrico-paleozoico), constituyendo afloramientos reducidos. La otra localización más desarrollada de gneises cordieríticos, corresponde a aureolas y fajas extensas, en las proximidades y en relación espacial, con plutones graníticos intrusivos de epizona ("granito nuevo", asignado al Paleozoico medio).

b) En la primera instancia las condiciones fisicoquímicas generales del ambiente de

catazona, son inhibitorias de la formación de cordierita y sólo en situaciones donde se produzcan cambios localizados convenientes de aquéllas, podrá tener lugar la formación de cordierita.

c) En el control múltiple para la formación de cordierita en gneis participan clásicamente: 1) composición original, 2) condiciones fisicoquímicas, 3) soluciones magmáticas.

d) Se hace necesario destacar, por otra parte, el interés en evaluar el control que debe ejercer el *estado paragenético* previo a la formación del mineral crítico. Este factor se refiere a la presencia de mineralogía apropiada susceptible de reaccionar ante condiciones ambientales convenientes para la formación de cordierita. Tal sería el caso de la sobreimposición de un pico térmico en condiciones de baja presión, el cual sea capaz de promover neomineralización correspondiente a los grados medio o alto de metamorfismo, sobre terrenos con asociaciones estables en el grado bajo de metamorfismo.

e) En la comarca a la que se refiere el presente estudio, el metamorfismo regional habría alcanzado grado medio y alto. Excepción hecha de determinados lugares con paragénesis más bajas, la segunda localización de gneises cordieríticos (a) admite un control regional por fajas de rocas cataclásticas, desarrolladas previamente a la intrusión de los granitos de epizona. En esas fajas, por efecto de metamorfismo dinámico sobre los gneises preexistentes, se logró el estado paragnético apropiado para la posterior formación de cordierita.

Agradecimientos

Se desea agradecer al Dr. Bernabé J. Quartino la lectura del original y sugerencias sobre el trabajo y al Dr. Roberto Caminos la lectura del manuscrito.

* Comparar además con el ciclo magmático más antiguo de Linares y Latorre (1969, 1973) y con el proceso en el deslinde precámbrico-paleozoico de 575 m.a. (Cingolani y Varela, 1975).

Lista de trabajos citados en el texto

- Beder, R., 1922, *Estudios geológicos en la Sierra de Córdoba, especialmente de las calizas cristalinas granulosas y sus fenómenos de contacto*. Bol. Dir. Gral. Min. Geol. Hidrog. Serie B, (33), Buenos Aires.
- 1931, *Los yacimientos de minerales de manganeso en el norte de la Prov. de Córdoba y sur de Santiago del Estero*. Mus. Nac. Hist. Nat. de Buenos Aires.
- Bodenbender, G., 1905, *La Sierra de Córdoba. Constitución geológica y productos minerales de aplicación*. Min. Agric. Nac., Sec. Geol., I (2), Buenos Aires.
- Buddington, A., 1959, *Granite emplacement with special reference to North America*. Geol. Soc. Am. Bull., 70: 671-784.
- Cingolani, C. y Varela, R., 1975, *Geocronología rubidio - estroncio de rocas ígneas y metamórficas de las Sierras Chica y Grande de Córdoba, República Argentina*. II Cong. Ibero-Americano de Geol. Econ., I: 9-35, Buenos Aires.

- Fuentes, J., 1972, *Petrología del complejo metamórfico de Santo Domingo y alrededores, Provincia de San Luis, Argentina*. Tesis doctoral, Fac. Cienc. Exac. Nat. Univ. Bs. As., inéd., Buenos Aires.
- Gordillo, C.; Hayase, K y Gelos, E., 1971, *Composición y propiedades físicas de la cordierita en las migmatitas graníticas de la Sierra de Córdoba, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg. Rev., XXVI (3): 317-325, Buenos Aires.
- Gordillo, C., 1973, *Contribución a la petrología del basamento cristalino de la Sierra de Córdoba*. Actas V Cong. Geol. Arg., I: 141-152, Buenos Aires.
- Halpern, M.; Linares, E. y Latorre, C., 1970, *Estudio preliminar por el método estroncio - rubidio de rocas metamórficas y graníticas de la provincia de San Luis, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg. Rev., XXV (3): 293-02, Buenos Aires.
- Harker, A., 1939, *Metamorphism. A study of the transformation of rock-masses*. E. P. Dutton & Co., New York.
- Hietanen, A., 1966, *On the facies series in various types of metamorphism*. Journ. of Geol. 7 (2): 187-214.
- Higgins, M., 1971, *Cataclastic Rocks*, U. S. Geol. Surv., Prof. Paper 687: 1-97.
- Kulp, J., 1961, *Geological Time Scale*. Science CXXXIII.
- Linares, E. y Latorre, C., 1970, *Edades potasio —argón y plomo —alfa de rocas graníticas de las provincias de Córdoba y San Luis*. Actas IV Jorn. Geol. Arg., II; 195-204, Buenos Aires.
- 1973, *Nuevas edades radimétricas por el método potasio —argón, de rocas graníticas de Córdoba y San Luis*. Actas V Cong. Geol. Arg., I: 405-410, Buenos Aires.
- Massabie, A. C., 1975a, *Investigaciones geológicas entre Charbonier y Cosquín, provincia de Córdoba, República Argentina*. Tesis doctoral, Fac. Cienc. Exac. Nat., Univ. Bs. As., inéd., Buenos Aires.
- 1976, *Estructura tectónica cenozoica entre Charbonier y Cosquín, Provincia de Córdoba*. Actas VI Cong. Geol. Arg., I: 109-123, Buenos Aires.
- Mirre, J., 1971, *Caracterización de una comarca de metamorfismo regional epizonal de alto grado: la Sierra de Valle Fértil, provincia de San Juan, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg. Rev., XXVI (I): 113-127, Buenos Aires.
- Miyashiro, A., 1958, *Regional metamorphism of the Gosaisyo-Takaunki district in the central Abukuma Plateau*. Fac. Sci. Jour., Sec. 2 (II); 219-271, Tokyo.
- Winkler, H., 1967, *Petrogenesis of metamorphic rocks*. Springer-Verlag., second edit.
- 1974, *Ibidem*. Third edit.

Recibido: abril 24, 1976.

CUOTA SOCIAL 1978

Para miembros activos:

1er. trimestre (enero-marzo)	\$ 2.000.—
2º trimestre (abril-junio)	„ 3.000.—

La Comisión Directiva recuerda a los Asociados la importancia de regularizar el pago de las cuotas.

CONTRIBUCION A LA ESTRATIGRAFIA DE LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE ESTANCIA FERRAROTTI, CERRO COLORADO Y CERRITO NEGRO - DEPARTAMENTO DE TEHUELCHES - PROVINCIA DEL CHUBUT - ARGENTINA

CESAR A. FERNANDEZ GARRASINO

Gerencia de exploración - Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

Resumen

La zona pertenece al ámbito del Chubut extraandino. Se ubica al oeste de las sierras del Cañadón Grande y Nevada y alcanza la parte oriental de la amplia faja de elevaciones que bordean la margen izquierda del río Genoa.

Se exponen en ella unidades atribuidas al Eopérmico, Permotriásico, Jurásico, Eocretácico y Terciario. Se describen estas entidades y se analiza su posición estratigráfica. Además, se discute la posible presencia de sedimentitas callovianas - orfordianas y neojurásicas - eocretácicas y sus probables correlaciones.

Introducción

Este trabajo es una síntesis de la Tesis Doctoral sobre el mismo tema, presentada oportunamente en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Buenos Aires, cuyo patrocinio ejerció el Dr. Edgardo O. Rolletti, a quien el autor hace llegar sinceras expresiones de reconocimiento por sus consejos y sugerencias. En la tarea de campo se recibió el apoyo operativo de la Comisión Geológica N° 2 de YPF, entonces a cargo de los Dres. Gualter A. Chebli y Alfonso Serraiotto, y en ella colaboraron, con alta eficiencia, los colegas C. A. Petersen y R. Pombo y el Técnico Minero F. Aguilar.

Debido a muy atendibles razones de espacio y costos de impresión, no se incluyen las descripciones litológicas y petrográficas detalladas ni los cortes estratigráficos y estructurales. Todo ello se encuentra en el original, que puede consultarse en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Buenos Aires o bien en la Gerencia de Exploración de YPF.

La zona, que comprende unos 900 Km², se sitúa entre los 44°15' y 44°40' de latitud

Abstract

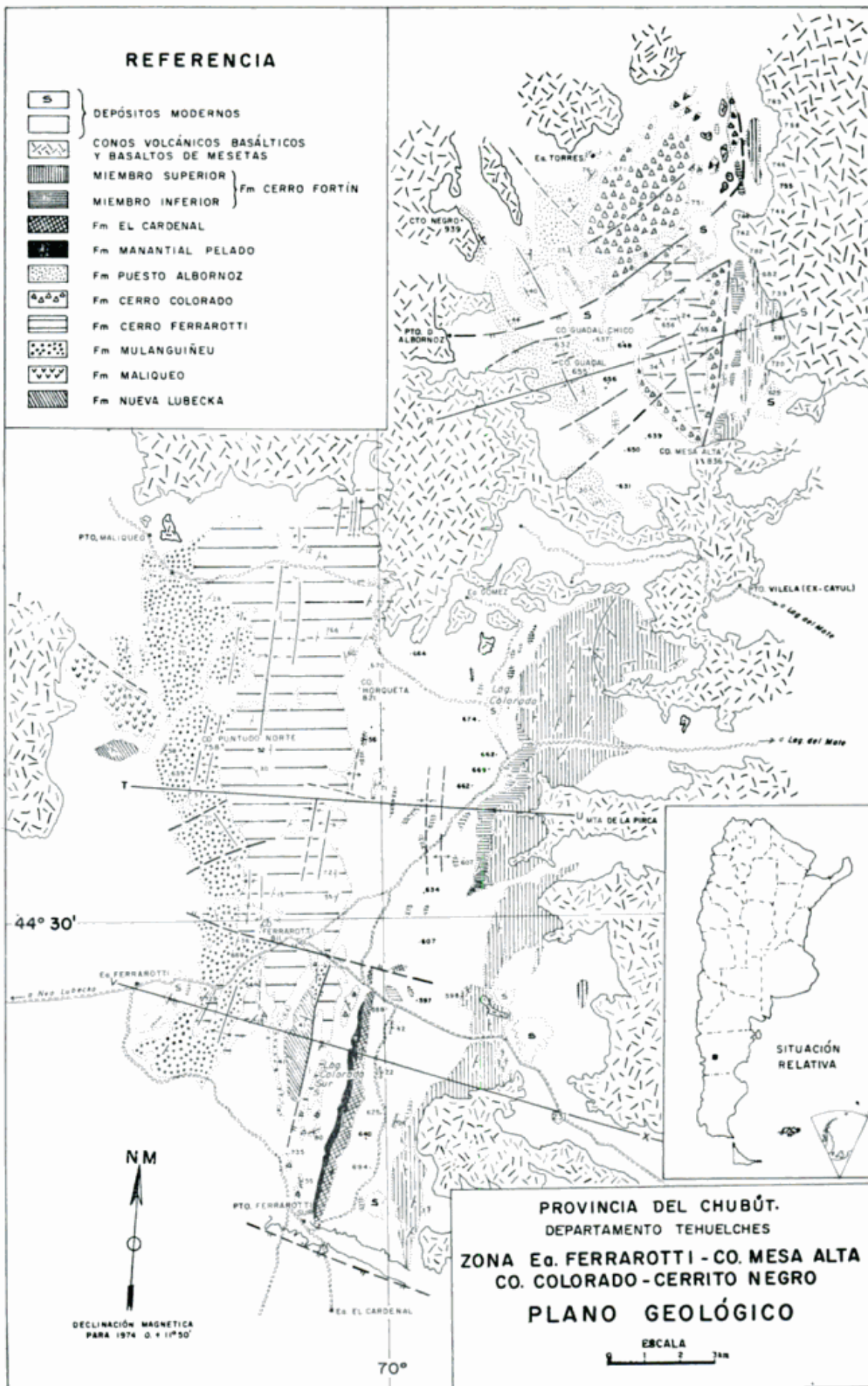
The area belongs to the Extranandinian Chubut region. It extends from the western edge of Cañadón Grande and Sierra Nevada up to the eastern border of the widespread mountainous belt which forms part of the left margin of the Genoa river. Eopermian, Permotriassic, Jurassic, Eocretacic and Tertiary units make up the stratigraphic pattern of the zone. This paper contains their descriptions and age discussions. It looks also into the Callovian - Oxfordian and Neojurassic - Eocretacic formations and their relations with other units which outcrop in near regions, specially along the Chubut River middle valley.

sur y los 69°45' y 70°10' de longitud oeste, en el Departamento de Tehuelches, Provincia del Chubut, y corresponde, en su totalidad, a la Patagonia extraandina.

Se pretende con este trabajo establecer un esquema que, acompañado de investigaciones más detalladas, pueda ser útil para constituir la base geológica, y en particular estratigráfica, de este sector patagónico, que si bien ha sido objeto de numerosos estudios, carece, en general, de cartografía a escala adecuada y de levantamientos rigurosos con fines sedimentológicos y bioestratigráficos. El mapa adjunto señala las condiciones estructurales de la zona y la ubicación de los cortes que las ilustran y que acompañan al original.

Estratigrafía

La comarca en cuestión ofrece, tal vez, una de las sucesiones más completas del Chubut central. En ella se exponen unidades neopaleozoicas, triásicas, jurásicas, eocretácicas y



terciarias, cuyo análisis reconoce, como punto de partida, las investigaciones de Keidel, Piatnitzky, Feruglio y Suero.

A. — NEOPALEOZOICO

Formación Nueva Lubecka (Suero y Criado Roqué, 1955)

1. — Nominación y sinonimia

- "Serie de Nueva Lubecka" — (Suero y Criado Roqué, 1955; Suero, 1958)
- "Grupo de Nueva Lubecka" — (Ugarte, 1965)
- "Fm. Nueva Lubecka" — (Archangelsky y Arrondo, 1966)
- "Fm. Nueva Lubecka" — (Lesta y Ferello, 1972).

2. — Sección tipo y distribución geográfica

De acuerdo con las primeras investigaciones de Piatnitzky (1933) y los posteriores reconocimientos de Feruglio (1949) su sección tipo se ubicaría en el sector comprendido entre Puesto Betancourt y el paraje denominado Casa Ferrarotti, Casa Camilo Ferrarotti o, simplemente, Estancia Ferrarotti.

Los afloramientos de la Fm. Nueva Lubecka se disponen en la faja occidental de la zona cartada, al oeste de los Cerros Ferrarotti y Puntudo Norte. Se presentan en asomos pequeños, parcialmente bien expuestos en el Salar de Ferrarotti.

3.—Sinopsis litológica

Areniscas finas y muy finas de color gris oliva claro (5Y-5/2) o bien estratificadas, a menudo con laminación sensiblemente desarrollada, se alternan con limolitas y lutitas de similar coloración.

4.—Espesores

La sección mejor expuesta de esta unidad se halla en el Salar de Ferrarotti, donde se midió un espesor parcial de 90 m.

5. — Relaciones estratigráficas

En la zona, depósitos cuaternarios cubren los términos inferiores de la unidad que se trata. En la sección correspondiente al Salar de Ferrarotti, ella soporta, sin relación angular sensible, a los depósitos psamo-psefíticos basales de la suprayacente Fm. Mulanguíneu.

		ZONA ESTUDIADA					
		Co. Colorado	Ea. Ferrarotti				
CENOZOICO	CUARTARIO	DEPÓSITOS MODERNOS CONOS VOLC. BASÁLTICOS					
	TERCIARIO	BASALTOS de MESETA					
MESOZOICO	CRETÁCICO	Medio	APTIANO	GRUPO DEL CHUBUT	Fm. CERRO FORTÍN		
		Inf.	NEOCOMIANO		Fm. EL CARDENAL		
	SUPERIOR	2	TITONIANO				
		3	KIMMERIDGIANO				
		4	OXFORDIANO	Sup. Med. Inf.	Fm.	Fm.	
		5	CALOVIANO	Sup. Med. Inf.	Pto ALBORNOZ	Mtal. PELADO	
	MIDDLE	6	BATONIANO	Sup. Inf.	Fm. CERRO COLORADO		
		7	BAYOCIANO	Sup. Med. Inf.	Fm. CERRO FERRAROTTI		
		INFERIOR	8	TOARCIANO	Sup. Med. Inf.		Fm.
			9	PLIENS-BAGUIANO	Sup. Inf.		MULANGUÍNEU
	10		SINE-MURIANO	Sup. Inf.			
			11	HETTANGIANO			
		TRIÁSICO				Fm. MALIQUEO	
	PALEOZOICO	PÉRMICO	Sup.			Fm. Nva. MALIQUEO	
Inf.					Fm. Nva. LUBECKA		

6.— Ambiente de sedimentación

La presencia de elementos florísticos coexistentes con paleofaunas de invertebrados marinos, señalarían un ambiente mixto o proximal.

7. — Edad y correlaciones

El hallazgo de Paleozoico superior en Tecka, Tepuel y Languíneu, condujo a Suero (1947 y 1948) a sospechar la existencia de sedimentitas de igual edad en las adyacencias de Betancourt. Por su parte, en base a estudios de la fauna y flora fósiles del ámbito del río Genoa, Piatnitzky (in Ugarte, 1965) confirió al Neopaleozoico las sucesiones presentes en Ferrarotti y Betancourt, desde antiguo identificadas con el nombre de "Serie pizarrosa" (Piatnitzky, 1932 y 1933) y atribuidas, inicialmente, al Rético y Liásico (Piatnitzky, 1933, 1936 y 1946; Feruglio, 1933, 1942, 1946 y 1949; Suero, 1945 y

1946). Sin lugar a dudas, las psamitas finas y pelitas de la Fm. Nueva Lubecka, aflorantes en el Salar de Ferarotti y que prestan apoyo a la Fm. Mulanguíneu, representan, en esa localidad, a la llamada "Serie pizarrosa".

Fundados en los hallazgos de Piatnitzky (1933), Suero (1958) y Feruglio (1950), este último (Feruglio, 1950, 1951a y 1951b) y Frenguelli (1953a y 1953b) reexaminaron las tafofloras de la Fm. Nueva Lubecka. Sus estudios y las posteriores investigaciones de Archangelsky (1960), Archangelsky y de la Sota (1960) y Archangelsky y Arrondo (1965 y 1966) indicaron una edad eopérmica para esta Formación. Ello concuerda con lo expuesto por Pinto (1972), que describió un nuevo género de insecto blatoideo, hallado por Feruglio en asomos de la unidad que se trata, cercanos a Betancourt.

B. — MESOZOICO

Formación Maliqueo (Fernández Garra-sino, 1976)

1. — Sección tipo y distribución geográfica

La sección tipo de esta unidad se sitúa a unos 4,5 Km al sur del Puesto epónimo, y a 2,5 Km al NO del Cerro Puntudo Norte.

Los afloramientos de la Fm. Maliqueo, continuos pero de escasa extensión areal, se disponen en el sector occidental de la zona carteadada. Constituyen una faja de unos 1.100 m de ancho, alargada en dirección NO-SE, y que desde el amplio cañadón situado al poniente del Cerro Puntudo Norte, alcanza la huella que une Puesto Maliqueo con los galpones de esquila y la casa de Estancia Ferarotti.

2. — Sinopsis litológica

Vulcanitas dacíticas grises claras y grises amarillentas, a menudo con sensibles diferencias de tamaño entre fenocristales e individuos integrantes de la pasta.

3. — Relaciones estratigráficas

Las relaciones estratigráficas de esta unidad se dedujeron a partir de observaciones sobre el terreno, controladas y complementadas con fotografías aéreas. Estos elementos de juicio llevan a admitir que sus vulcanitas afectan a la Fm. Nueva Lubecka, en tanto sobre ellas se apoyan los niveles conglomerá-

dicos basales de la Fm. Mulanguíneu, cuyo límite inferior corresponde a una superficie de discordancia.

4. — Edad y correlaciones

Las dacitas de la Fm. Maliqueo afectan a las sedimentitas de la Fm. Nueva Lubecka, de edad eopérmica, y, a su vez, soportan en relación de discordancia a los depósitos de la Fm. Mulanguíneu, asignados al Sinemuriano-Aaleniano superior, como se verá más adelante. Por lo tanto, es lógico atribuir la Fm. Maliqueo a tiempos post eopérmicos-presinemurianos.

Parker (1961), al referirse a la geología del sector austral de la Sierra de Tecka, señala que uno de los caracteres más sobresalientes de los bancos conglomerádicos del Liásico, es la presencia de fragmentos líticos de riolitas, significativamente ausentes, según el mismo autor, en las sedimentitas neopaleozoicas subyacentes; destaca, además, que esta diferencia en la composición clásica fue el criterio empleado para distinguir las unidades liásicas de las del Paleozoico superior.

Lo expresado por Parker (1961) hace sospechar la existencia de efusiones ocurridas en el intervalo Neopaleozoico-Preliásico, cuyas vulcanitas resultantes habrían sido erosionadas completamente en ciertos sectores, lo que impediría conocer algunos de sus emplazamientos originales. La edad así inferida para estas efusiones coincide con la asignada a las dacitas de la Fm. Maliqueo.

Perrot (1961) reconoció en la localidad de El Molle (Provincia del Chubut), un conjunto de rocas volcánicas y piroclásticas que asignó al Dogger-Malm, y que afloran muy próximas a la Ruta Provincial N° 265, en el sector SO de la zona estudiada por el citado autor. Según Perrot (1961), estas tobas y vulcanitas se apoyan en discordancia sobre sedimentos atribuidos al Carbónico; a su vez, depósitos liásicos se adosan a ellas, mediante una superficie de falla que, sugestivamente, coincide con la base de los conglomerados con los cuales se inician los mencionados niveles mesozoicos. Cabría tener presente la posibilidad de que la discontinuidad interpretada como una falla no sea tal, sino que corresponda a una superficie de discordancia que separaría al Liásico de las vulcanitas y tobas subyacentes. De ser así, parte de las rocas volcánicas y piroclásticas expuestas en El Molle podrían ser postcarbónicas-preliásicas y resultar sincrónicas con las dacitas de la Fm. Maliqueo.

En Agnia y Cajón de Ginebra, Robbiano (1971) describe con el nombre de Fm. El Córdoba, un conjunto conglomerádico y arenítico, en el que predominan decididamente individuos clásticos constituídos por fragmentos de vulcanitas porfiríticas. El autor se inclina por asignar esta unidad a tiempos triásicos medio a superiores, hasta pliensbachianos, a la par que supone que los elementos detríticos que la componen pueden proceder de rocas efusivas atribuibles al Triásico inferior. Lo expuesto es otro argumento en favor de la existencia, en Tecka, Agnia, El Molle y Ferrarotti, de vulcanitas que, con criterio amplio, se pueden ubicar en el Post-carbónico-Preliásico, y a cuyo conjunto pertenecería la Fm. Maliqueo.

Recientemente, Nullo (1974) ha observado, por debajo de psefitas por él asignadas a la Fm. El Córdoba, sedimentitas portadoras de taflofloras liásicas. Esto asignaría a esa unidad una edad jurásica, tal vez liásica, que Nullo y Proserpio (1975) insisten en conferirle. Sin embargo, Musacchio (1975) hace notar que, en Pampa de Agnia, aparecen intercalados entre los depósitos marinos toarcianos, y aun por arriba de ellos, bancos conglomerádicos distintos de los de la Fm. El Córdoba.

Las vulcanitas de la Fm. Maliqueo no escaparon al análisis de Suero (1945 y 1946), quien interpretó que ellas podrían representar diferenciaciones ácidas o mesosilícicas de las efusiones basálticas (Suero, 1945) o bien vincularse con las extrusivas jurásicas o aun ser más jóvenes que ellas Suero, 1946). Al respecto, cabe aclarar que las secuencias mesozoicas de la zona no presentan intercalaciones dacíticas ni se hallan afectadas por diques o filones de tal composición. Otro tanto ocurre con los basaltos mesetiformes terciarios, ampliamente distribuidos en la comarca. Esto descartaría una edad post triásica para la Fm. Maliqueo.

La unidad en cuestión puede representar la secuela volcánica de un magmatismo esencialmente ácido, con algunas diferenciaciones granodioríticas, tonalíticas y dioríticas, denunciado por los cuerpos intrusivos aflorantes en Tecka, Tepuel, Languiñeo, Gobernador Costa, José de San Martín y Nueva Lubecka, considerados pérmicos, permotriásicos y triásicos. En particular, las dataciones radiométricas de tonalitas y dioritas expuestas en los alrededores de Gastre, indican una actividad ígnea correspondiente a tiempos permotriásicos (Stipanovic y Linares, 1969); Linares

y Latorre, 1969, in Stipanovic y Linares, 1975).

Como se puede apreciar, existen elementos de juicio, directos e indirectos, que atestiguan en favor de la edad post pérmica inferior-presinemuriana o, si se prefiere, permotriásica, de la Fm. Maliqueo.

Formación Mulanguiñeu (Fernández Garrasino, 1976)

1. — *Nominación y sinonimia*

a) "Serie marina con *Vola* y *Cardinia*" - (Suero, 1952, 1953 y 1958)

2. — *Sección tipo y distribución geográfica*

La sección tipo de esta unidad se halla inmediatamente al este del Salar de Ferrarotti y al sur de la Ruta Provincial N° 23. Los afloramientos de la Fm. Mulanguiñeu se disponen según una faja continua e irregular, alargada en dirección N-S y extendida entre el borde oriental del Salar de Ferrarotti y el faldeo occidental del Cerro de igual nombre; hacia su extremo septentrional, alcanza las cercanías de Puesto Maliqueo.

3. — *Sinopsis litológica*

Conglomerados de color gris blanquecino caracterizan sus niveles basales. A ellos se sobreponen psamitas finas y muy finas grisáceo verdosas y pelitas laminares grises oscuras, con variable reacción carbonática. En sentido ascendente, siguen tobas finas y medianas, de color gris oliva claro y gris amarillento, sobre las que se apoyan sedimentitas carbonáticas castañas, con laminación bien desarrollada.

En los niveles superiores predominan ampliamente areniscas medianas y finas, amarillentas, grises claras y rosadas, masivas o con estratificación gruesa.

4. — *Espesores*

En la sección ubicada al este del Salar de Ferrarotti, se determinó un espesor de 490 m.

5. — *Relaciones estratigráficas*

Los bancos conglomerádicos con que se inicia la Fm. Mulanguiñeu se apoyan sobre las sedimentitas eopérmicas de la Fm. Nueva Lubecka, sin evidencias sensibles de relación angular, y sobre las dacitas permotriási-

cas de la Fm. Maliqueo, atestiguando con ello la existencia de un hiato en su base. Además, la composición clástica de estos niveles psefíficos denuncia la presencia de fragmentos de vulcanitas ácidas. Por lo tanto, las psefitas de los niveles inferiores de la Fm. Mulanguiñeu constituyen un "conglomerado de base", tal como lo señaló Suero (1948, 1952, 1953 y 1958). Estos conglomerados son los mismos que reconoció Feruglio (1949 y 1950) en Betancourt y Ferrarotti y que también describiera Piatnitzky (1933 y 1936), quien los definió como inmediatamente sobrepuestos a su llamada "Serie pizarrosa".

Sobre la Fm. Mulanguiñeu se apoyan, en concordancia, los depósitos de la Fm. Cerro Ferrarotti.

6.— Ambiente de sedimentación

Corresponde a la Fm. Mulanguiñeu un ambiente esencialmente marino, con aumento gradual de energía en el transcurso del tiempo, puesto de manifiesto por el predominio paulatino de psamitas en sus términos superiores.

7.— Edad y correlaciones

De acuerdo con los hallazgos de Piatnitzky (1932, 1933 y 1936) y Suero (1945 y 1946), y los estudios y revisiones de Feruglio (in Piatnitzky, 1933; Feruglio, 1949), puede decirse que la Fm. Mulanguiñeu se distingue, desde el punto de vista bioestratigráfico, por la existencia de, al menos, dos conjuntos superpuestos, a saber:

a) Un conjunto inferior, principalmente psamítico, apoyado sobre el conglomerado de base, y caracterizado por *Rhynchonella* sp., *Cardinia andium* Gieble, *Vola alata* (von Buch) Bayle et Coquand, *Trigonia* cf. *gryphitica* Mörcke, *Astarte* sp., *Pecten* sp. y *Ammonoidea* sp.

b) Un conjunto superior, constituido por tobas, a menudo silicificadas, e intercalaciones areníticas, sobrepuestas a la anterior, e identificado por *Posidomya* aff. *Astarte* sp., *Pecten* sp., *Phylloceras* aff. *nilssonii* Héb. y *Harpoceras subplanatum* Opper. Permanece en la duda, dentro de este conjunto superior, la presencia de *Productylioceras* aff. *davoiei* Sow. (Arkell, 1956) y *Deroceras subarmatum* Young et Bird. Según Stipanovic y Bonetti (1970a), esta última forma correspondería, en realidad, a *Cruciloboceras subarmatum*, lo que hace sospechar a estos dos autores

"...errores de clasificación o bien mezcla de muestras...".

Los trabajos de Wahnish de Carral Tola (1942) y las investigaciones más recientes de Arkell (1956), Westermann (1966 y 1967), Stipanovic (1969), Stipanovic, Rodrigo, Baulies y Martínez (1968) y Stipanovic y Bonetti (1970a), hacen que, en virtud de su elenco paleofaunístico, puede considerarse que la Fm. Mulanguiñeu pertenece al intervalo Sinemuriano-Aaleniano superior. Con referencia a esta asignación cronológica, es necesario advertir que Musacchio y Riccardi (1971), en su análisis estratigráfico de la Sierra de Agnia, manifiestan que no les fue posible comprobar la presencia de amonites sinemurianos y/o pliensbachianos. En igual sentido, Westermann y Riccardi (1972) señalaron que, en Chubut, sólo se advierten asociaciones toarcianas.

En la Fm. Mulanguiñeu no se han notado evidencias geométricas o morfológicas que atestigüen en favor de un supuesto hiato pliensbachiano, reconocido por numerosos autores (Stipanovic, 1969; Stipanovic, Rodrigo, Baulies y Martínez, 1968; Stipanovic y Rodrigo, 1968, 1969a y 1969b; Stipanovic y Bonetti, 1970a y 1970b; Stipanovic y Methol, 1972) y atribuido a los movimientos de la fase Charahuilla o Charahuilla-Sureña o Sureña.

Musacchio (1971) denominó "Grupo de Pampa de Agnia" (non Fm. Pampa de Agnia, Stipanovic, Rodrigo, Baulies y Martínez, 1968) a un conjunto de unidades aflorantes en la localidad homónima, y constituido, según Herbst (1966 y 1968), de abajo hacia arriba, por las Fms. Cerro Puntudo Alto, Cabeza de Cristiano, relacionada lateralmente con la Fm. Osta Arena, y Cerro Carnerero. Por su contenido paleoflorístico Herbst (1966) confirió edad neopliensbachiana-neotoarciana al Grupo de Pampa de Agnia. Musacchio y Riccardi (1971) asignaron la Fm. Osta Arena al Toarciano inferior y medio. Stipanovic y Bonetti (1970a) conceden edad neosinemuriana a los estratos plantíferos de la Fm. Cerro Puntudo Alto. En cuanto a los elencos florísticos de las Fms. Osta Arena y Cabeza de Cristiano, ellos se inclinan por asignarlos al Toarciano. De tal modo, ambas unidades quedarían ubicadas en el Toarciano-Aaleniano.

Robbiano (1971) propone el nombre de Fm. Lomas Chatas para los sedimentos correspondientes a la Fm. Osta Arena, y a la vez que hace referencia a su variado conteni-

do de invertebrados marinos, la atribuye al Toarciano-Aaleniano, al igual que Stipanovic y Bonetti (1970a), con quienes discrepa cuando concede la misma edad a la Fm. Puntudo Alto exactamente equivalente a la Fm. Cerro Puntudo Alto. Nullo y Proserpio (1975) sitúan a la Fm. Lomas Chatas en el Toarciano, en tanto que restringen la Fm. Puntudo Alto (sic) a tiempos eoliásicos (Nullo, 1974; Nullo y Proserpio, 1975).

Como se ve, no hay coincidencia en cuanto a la cronología de las unidades que forman parte del Grupo de Pampa de Agnia. Con sentido amplio, se puede aceptar que el conjunto constituido por las Fms. Cerro Puntudo Alto (o Fm. Puntudo Alto), Osta Arena y Cabeza de Cristiano pertenece al intervalo eoliásico-Aaleniano. Por lo tanto es posible admitir la correlación entre ellas y la Fm. Mulanguíneu. En particular, las Fms. Osta Arena, Cabeza de Cristiano y Lomas Chatas resultarían equivalentes a la sección superior de la Fm. Mulanguíneu.

En cambio, permanecen en la duda las vinculaciones entre las Fms. Cerro Carnerero y Mulanguíneu.

Asimismo, se considera que la Fm. Mulanguíneu es correlacionable con la Fm. Puesto Lizarralde, definida por Chebli (1973) al sur del curso medio del río Chubut. También, con cierto margen de duda, la Fm. Mulanguíneu podría ser homologable a la Fm. Las Leoneras, reconocida por Nakayama (1973) en el extremo sur de la Sierra de Taquetren, y que asignó, provisoriamente, al Liásico, en virtud de su litología y relaciones estratigráficas.

Formación Cerro Ferrarotti (Suero, 1946 in Fernández Garrasino, 1976)

1. — *Nominación y sinonimia*

- a) "Estratos del Cerro Ferrarotti" - (Suero, 1946)
- b) "Formación Continental Jurásica" - (Feruglio, 1949)

2. — *Sección tipo y distribución geográfica*

De acuerdo con los trabajos iniciales de Piatnitzky (1933 y 1936), Suero (1945 y 1946) y Feruglio (1949), la sección tipo de la Fm. Cerro Ferrarotti se halla al este del Salar homónimo y al sur del Cerro de igual nombre. Sin embargo, su sección más com-

pleta se encuentra entre el Cerro Colorado y el Cerro Mesa Alta.

De modo más o menos continuo, la unidad que se trata aflora en la parte central del sector comprendido entre el Cerrito Negro y el Cerro Mesa Alta. En Ferrarotti, ella se expone al naciente del Cerro homónimo, según una faja de arrumbamiento general N-S, que se extiende desde las proximidades de Puesto Ferrarotti Sur hasta las mesetas basálticas ubicadas al Norte del Cerro Horqueta.

3. — *Sinopsis litológica*

Sus niveles inferiores se integran con psefitas y psamitas castañas amarillentas claras, de variada composición, que hacia arriba pasan a areniscas calcáreas grisáceas y verdosas con predominio gradual de elementos carbonáticos. Los términos superiores se caracterizan por la presencia de sedimentitas calcáreas, con frecuencia oolíticas y a veces intensamente silicificadas.

4. — *Espesores*

En el sector sur del faldeo occidental del Cerro Colorado, se midió un espesor parcial de 725 m.

5. — *Relaciones estratigráficas*

La Fm. Cerro Ferrarotti se apoya concordantemente sobre la Fm. Mulanguíneu. Desde el punto de vista litológico y petrográfico, existe entre ellas una transición gradual que impide establecer límites definidos.

En relación discordante, la Fm. Cerro Ferrarotti soporta a los aglomerados, brechas y conglomerados de la Fm. Cerro Colorado.

6. — *Ambiente de sedimentación*

La ausencia de elementos paleontológicos diagnósticos hace algo difícil la determinación del ambiente que corresponde a esta unidad.

La selección moderada a pobre de sus bancos conglomerádicos, la presencia de ciertos niveles calcáreos con supuestos restos carbonosos o bien con oolitas y fragmentos de valvas y cónchulas, la laminación diagonal y entrecruzada que singulariza a algunas de sus areniscas y las tonalidades generalmente claras que predominan, indicarían para la Fm. Cerro Ferrarotti un ambiente costanero, de características transicionales, con condiciones de variable energía.

7. — Edad y correlaciones

La Fm. Cerro Ferrarotti no ha brindado, hasta la fecha, argumentos paleontológicos que permitan definir su edad. Asentada, sin discordancia visible, sobre depósitos sinemurianos-aalenianos superiores, ella presta apoyo a una sucesión de rocas piroclásticas y volcánicas, con intercalaciones epiclásticas gruesas, atribuida al Batoniano. Esta situación de yacencia lleva a aceptar, para la Fm. Cerro Ferrarotti, una edad postaaleniense-prebatoniana, o meso-neobayociana.

Corresponde ahora examinar las eventuales vinculaciones entre la unidad que se analiza y la Fm. Cerro Carnerero. Esta última se asienta sobre depósitos que contienen una fauna de amonites indicadores del Aaleniano más alto y aun de la base del mesobayociano (Arkell, 1956; Westermann, 1966 y 1967; Stipanovic, Rodrigo, Baulies y Martínez, 1968; Stipanovic y Rodrigo, 1969a; Stipanovic y Bonetti, 1970a), a la vez que presta apoyo a un conjunto vulcanítico y sedimentario asignado al Bathoniano (Suero, 1946; Groeber, Stipanovic y Mingramm, 1963; Herbst, 1966; Stipanovic, Rodrigo, Martínez y Baulies, 1968; Stipanovic y Rodrigo, 1969a; Stipanovic y Bonetti, 1970a; Volkheimer, in Tasch y Volkheimer, 1970; Lesta y Ferello, 1972). Si estas relaciones estratigráficas están correctamente determinadas, la Fm. Cerro Carnerero quedaría restringida al intervalo meso-neobayociano, y resultaría así equivalente a la Fm. Cerro Ferrarotti.

Formación Cerro Colorado (Fernández Garrasino, 1976)

1. — Nominación y sinonimia

- a) "Complejo eruptivo" - (Feruglio, 1941)
- b) "Serie Porfirítica Postliásica" - (Suero, 1946)
- c) "Complejo volcánico" - (Feruglio, 1949)
- d) "Complejo del Cerro Colorado" - (Fernández Garrasino, 1971)

2. — Sección tipo y distribución geográfica

La sección tipo de la Fm. Cerro Colorado se encuentra a unos 700 m al SSE del punto más elevado del Cerro de igual nombre, en el predio de Estancia Eliseo Gómez.

Los afloramientos de esta unidad se disponen en la parte central del sector de Cerro Colorado. En Ferrarotti y sus cercanías, se

muestra según una estrecha faja, extendida desde la Ruta Provincial N° 23 hasta el amplio cañadón ubicado al Norte de Estancia El Cardenal.

3. — Sinopsis litológica

La Fm. Cerro Colorado está constituida por aglomerados y conglomerados de matriz psamítica, o bien tobácea y a veces tufítica, de colores verdosos y grisáceos verdosos, sin mayor ordenamiento interno. Estos bancos psefíticos, que en ciertos casos muestran aspecto brechoso, se alternan con capas, de variable espesor, integradas por tobas y tufitas, verdosas y grisáceas, en general masivas, raramente bandeadas, de buena consolidación, que con escasa frecuencia poseen estratificación bien definida. En los términos superiores de esta unidad se observan vulcanitas propiamente dichas, cuya composición corresponde a rocas andesíticas.

4. — Espesores

En la sección del sector Sur del faldeo oriental del Cerro Colorado, se midió un espesor parcial de 725 m. En las adyacencias de Ferrarotti, se determinaron, también con carácter de espesor parcial, 100 m de potencia.

5. — Relaciones estratigráficas

La Fm. Cerro Colorado se apoya, en discordancia, sobre la Fm. Cerro Ferrarotti. A su vez, presta apoyo a unidades neojurásicas y eocretácicas.

6. — Ambiente de sedimentación

El contenido de restos y fragmentos de troncos silicificados, que se encuentran "in situ", y las características estructurales primarias de sus intercalaciones epiclásticas, indican para esta unidad un ambiente continental con predominio de condiciones de alta energía.

7. — Edad y correlaciones

Desde el punto de vista paleontológico, la Fm. Cerro Colorado sólo permitió verificar la presencia de abundantes restos de troncos silicificados, que carecen de valor a los efectos de una concreta definición cronológica; por lo tanto, su datación se ha de realizar en base a comparaciones estratigráficas con unidades análogas.

Se opina que la Fm. Cerro Colorado, por sus características litológicas, posición y relaciones estratigráficas, resulta equivalente a la Fm. Pampa de Agnia (non Grupo de Pampa de Agnia, Musacchio, 1971), que describieron Stipanovic, Rodrigo, Baulies y Martínez (1968), y a la cual le confirieron edad bathoniana, al igual que otros autores (Stipanovic y Linares, 1969; Stipanovic y Rodrigo, 1969a; Volkheimer, in Tasch y Volkheimer, 1970; Stipanovic y Methol, 1972).

Por otra parte, entre la Fm. Cerro Colorado y la Fm. Cañadón Puelman (Robbiano, 1971) existen numerosas similitudes litológicas y semejanzas estratigráficas que hacen posible su correlación. La segunda unidad citada fue también reconocida por Herbst (1966 y 1968), Musacchio (1971) y Lesta y Ferello (1972), pero en este trabajo se ha de respetar la denominación y grafía propuestas por Robbiano (1971) quien, en su diagnosis, adoptó el nombre de "Fm. Cañadón Puelman", acorde con los documentos cartográficos existentes y la toponimia tradicional.

En consecuencia, las Fms. Cerro Colorado, Cañadón Puelman y Pampa de Agnia resultarían equivalentes entre sí, y formarían parte de esa entidad que genéricamente se dio en llamar "Vulcanitas bathonianas", relacionadas entre sí de modo bastante complejo y extensamente distribuidas en la Patagonia extraandina.

Fm. Pampa de Agnia fue el nombre propuesto por Stipanovic, Rodrigo, Baulies y Martínez (1968) para designar a la sección inferior, vulcanítica y tobácea, del llamado "Complejo de la Sierra de Olte" de Feruglio (1938 y 1949). A esta misma sección, Musacchio (1971) y Musacchio y Riccardi (1971) la identificaron como Fm. Olte. Cabe aclarar que el topónimo "Olte" es casi desconocido para los pobladores de la zona y además no se emplea en la cartografía oficial.

Así, es posible correlacionar las Fms. Cerro Colorado y Cañadón Puelman con la sección inferior del "Complejo de la Sierra de Olte" de Feruglio.

Formación Manantial Pelado (Fernández Garrasino, 1976)

1. — Sección tipo y distribución geográfica

La sección tipo de la Fm. Manantial Pelado se halla a unos 1.000 m al NNE de Puesto Ferrarotti Sur. Los afloramientos de esta unidad se encuentran expuestos de modo

más o menos continuo sobre el faldeo occidental de la elevación estrecha y alargada que se extiende desde el mencionado paraje hasta la Ruta Provincial N° 23.

2. — Sinopsis litológica

La Formación que se analiza se destaca por la presencia de rocas carbonáticas, en cuya composición participan elementos detríticos y piroclásticos. Ellas se asocian a psamitas finas y muy finas, generalmente laminares, y pelitas masivas o con fisilidad incipiente.

3. — Espesores

En la sección ubicada a unos 1.000 m al NE de Puesto Ferrarotti Sur, se determinó un espesor parcial de 285 m.

4. — Relaciones estratigráficas

La unidad que se examina se apoya sobre la Fm. Cerro Colorado. No se aprecia claramente la vinculación entre ambas, ya que los depósitos cuartarios que cubren localmente los respectivos afloramientos impiden la observación directa. A su vez, la Fm. Manantial Pelado soporta a los conglomerados y areniscas gruesas y muy gruesas de la Fm. El Cardenal, cuya litología sugiere un hiato entre ellas.

5. — Ambiente de sedimentación

Si bien no se han hallado restos fósiles en la Fm. Manantial Pelado, su litología y estructuras primarias, entre ellas su granometría predominantemente fina y frecuente laminación, sumadas a los tonos claros y rojizos que la distinguen, señalarían para ella un ambiente continental subácueo de moderada a baja energía.

6. — Edad y correlaciones

Hasta ahora, la Fm. Manantial Pelado no ha provisto restos fósiles que permitan definir su edad. Sin embargo, su posición estratigráfica y características litológicas la hace correlacionable con la Fm. Cañadón Asfalto, esta última homologable a la sección superior del llamado "Complejo de la Sierra de Olte" de Feruglio (1938, 1949 y 1950).

La Fm. Cañadón Asfalto se atribuyó al Caloviano-Oxfordiano o al postcaloviano (Stipanovic, Rodrigo, Baulies y Martínez, 1968; Pascual, Odreman Rivas y Tonni, 1969;

Stipanovic y Bonetti, 1970b; Volkheimer, in Tasch y Volkheimer, 1970; Volkheimer, 1970 y 1971), sin eliminar para ella una posible edad exclusivamente eo-mesocaloviana, previa a los movimientos de la fase Río Grande-San Jorge (Stipanovic, 1965; Stipanovic, 1969; Stipanovic y Rodrigo, 1969a y 1969b; Stipanovic y Bonetti, 1970b), ocurrida en el neocaloviano, o bien sólo oxfordiana, en cuyo caso sus depósitos quedarían restringidos entre el diastrofismo Río Grande-San Jorge y la fase Araucana-Santa Cruz, que tuvo lugar en el neoxfordiano (Stipanovic, 1969; Stipanovic y Rodrigo, 1969a y 1969b). De ser así, la Fm. Cañadón Asfalto estaría limitada entre sendas superficies de discordancia.

En virtud de la correlación establecida, la misma asignación cronológica, con todos los interrogantes planteados, cabe a la Fm. Manantial Pelado.

Además se considera a la Fm. Cañadón Asfalto, y por lo tanto, también a la Fm. Manantial Pelado, coetáneas con los sedimentos portadores de la flora de Taquetrén, agrupados bajo la denominación de Fm. Cañadón del Zaino (Stipanovic, Rodrigo, Baulies y Martínez, 1968) o Fm. Taquetrén (Volkheimer, 1973), distinta de la Fm. Sierra de Taquetrén, constituida por plutonitas paleozoicas (Nakayama, 1973).

Formación El Cardenal (Fernández Garasino, 1976)

1. — Sección tipo y distribución geográfica

Su sección tipo se halla a unos 1.000 m al NNE de Puesto Ferrarotti Sur. Los afloramientos de esta unidad se exponen sobre la parte superior de la elevación estrecha y alargada comprendida entre el citado Puesto y la Ruta Provincial N° 23.

2. — Sinopsis litológica

La Fm. El Cardenal se caracteriza por areniscas castañas claras gruesas, muy gruesas, hasta conglomerádicas, con intercalaciones de bancos psefiticos. El conjunto muestra extrema consolidación y resistencia como resultado de procesos de silicificación.

3. — Espesores

Inmediatamente al NE de Puesto Ferrarotti Sur, se midió un espesor parcial de 130 m.

4. — Relaciones estratigráficas

Dispuesta sobre la Fm. Manantial Pelado, el carácter psamopsefítico de la Fm. El Cardenal denunciaría una discontinuidad en su base, sin evidencias geométricas sensibles, y cuyo significado cronológico resulta difícil de establecer.

A su vez, la unidad que se analiza, soporta, en discordancia, a las sedimentitas de la Fm. Cerro Fortín.

5. — Ambiente de sedimentación

El elevado grado de silicificación que muestra la Fm. El Cardenal, que sin duda enmascara sus características primarias, unido a su carencia de fósiles, tornan dilicultosos definir el ambiente deposicional que corresponde a esta unidad. Puede agregarse que su granometría gruesa denuncia un medio de alta energía.

6. — Edad y correlaciones

La carencia de documentación paleontológica impide determinar con rigor la edad de la Fm. El Cardenal. Según sus relaciones estratigráficas, ella se ubica en el intervalo post Fm. Manantial Pelado (caloviana-oxfordiana) - pre Fm. Cerro Fortín (cretácica inferior).

La antigüedad máxima de la Fm. Manantial Pelado corresponde a tiempos eo-mesocalovianos. Por lo tanto, la Fm. El Cardenal, apoyada sobre ella, no puede ser anterior al neocaloviano. Por otra parte, la unidad que se discute brinda apoyo a la Fm. Cerro Fortín, atribuida al Cretácico inferior. De este modo, es lógico asignar a la Fm. El Cardenal una edad neojurásica-cretácica inferior pre Fm. Cerro Fortín.

La supuesta discontinuidad en la base de la Fm. El Cardenal estaría relacionada con los movimientos neocalovianos (fase Río Grande-San Jorge), o bien a la fase Araucana-Santa Cruz, acaecida en el neoxfordiano o también a diastrofismos jurásicos post-oxfordianos, y aun eocretácicos pre Fm. Cerro Fortín.

Formación Cerro Fortín (Robbiano, 1971)

1. — Sección tipo y distribución geográfica

Definida por Robbiano (1971), la sección tipo se expone al oriente del cerro homóni-

mo, en la parte septentrional de la Sierra de Cajón de Ginebra.

En la comarca comprendida por este trabajo, la Fm. Cerro Fortín se presenta exclusivamente, y de modo casi continuo, en el sector oriental de la zona cartada.

2. — *Sinopsis litológica*

Tal como lo señalara Robbiano (1971), esta unidad está integrada por un miembro inferior psamopsefítico, de colores amarillentos claros hasta rojizos y morados, con numerosos bancos en los que se advierten estratificación diagonal y entrecruzada y estructuras de corte y relleno. A estos términos epiclásticos se sobrepone un conjunto de tobas y tufitas verdosas, amarillentas y grisáceas, que distinguen al miembro superior.

3. — *Espesores*

Al Este del Cerro Colorado, se determinó un espesor parcial de 175 m. En el sector ubicado al SE del Cerro Horqueta, entre la Laguna Colorada Norte y la Ruta Provincial N° 23, se midió, también con carácter parcial, una potencia de 910 m.

4. — *Relaciones estratigráficas*

En indudable relación discordante, la Fm. Cerro Fortín se asienta sobre distintas unidades mesozoicas, representadas por las Fms. Cerro Ferrarotti y El Cardenal.

Los basaltos mesetiformes terciarios cubren, en marcada disposición angular, a los términos del miembro superior de esta unidad.

5. — *Ambiente de sedimentación*

Como ya anticipara Robbiano (1971), la Fm. Cerro Fortín corresponde íntegramente a un ambiente continental, con participación fluvial y eólica.

6. — *Edad y correlaciones*

En la región de Ferrarotti y Cerro Colorado, y más hacia el Norte, en las Sierras de Agnia, Cajón de Ginebra y Lonco Trapial, la Fm. Cerro Fortín inaugura el gran ciclo continental que singulariza al Grupo del Chubut, del que participan no sólo unidades cretácicas superiores, sino también sedimentitas atribuidas al Neocomiano.

En la región comprendida por este trabajo, la Fm. Cerro Fortín sólo permitió ve-

rificar la presencia de fragmentos de troncos silicificados en bancos pertenecientes a su miembro inferior. En cuanto a la edad de ella, Robbiano (1971) la asigna al Cretácico inferior. En auxilio de esta suposición concurren las investigaciones de Musacchio (1972).

De acuerdo con lo expresado, se acepta para la Fm. Cerro Fortín una edad eocretácica. Al mismo tiempo, se admite que ella es correlacionable con la Fm. Los Adobes (Volkheimer, in Tasch y Volkheimer, 1970), expuesta al oeste del Arroyo General Racedo o Arroyo Perdido, y cuyos afloramientos también reconocieron Ferello (1964) y Stipanovic, Rodrigo, Baulies y Martínez (1968).

Asimismo, Chebli (1973) y Musacchio y Chebli (1975) señalan que el conjunto integrado por las Fms. Gorro Frigio (Nakayama, 1972), Cañadón de las Víboras (Chebli, 1973) y Puesto Manuel Arce (Chebli, 1973) sería correlacionable con la Fm. Cerro Fortín. Al aceptar esta equivalencia, se ha de tener en cuenta que Gamarro (1974) sostiene que, según análisis microflorísticos, la Fm. Manuel Arce, o Fm. Puesto Arce (sic), contiene elementos que la asignarían al Neocretácico.

Formación Puesto Albornoz (Fernández Garrasino, 1976)

1. *Nominación y sinonimia*

a) "Capas del Cerro Guadal" - (Suero, 1946). La Fm. Puesto Albornoz debería identificarse como Fm. Cerro Guadal; así se respetaría la nominación adoptada por Suero (1946), la cual, sin embargo, no cobró estado público. El nombre "Cerro Guadal" se empleó recientemente para caracterizar a una entidad de subsuelo, la Fm. Pozo Cerro Guadal (Ferello y Lesta, 1973) o bien Fm. Pozo Cerro Guadal-1 (Barcat y Merta, 1974), alumbrada en la perforación homónima, situada en la Provincia de Santa Cruz, al Este de Las Heras. De este modo, la inclusión en la terminología estratigráfica de la denominación inicial de Suero (1945 y 1946) podría ser causa de interpretaciones erróneas.

2. *Sección tipo y distribución geográfica*

La sección tipo de la Fm. Puesto Albornoz se halla inmediatamente al norte de la desembocadura del amplio cañadón en cuyas cabezas se halla el Puesto epónimo.

Los afloramientos de esta unidad se localizan, exclusivamente, en la faja occidental de la zona norte del área cartada.

3. Sinopsis litológica

La Fm. Puesto Albornoz es una unidad esencialmente psamítica y pefítica, de colores grisáceos blanquecinos, a veces castaños, de tonalidades variadas, con estructuras de corte y relleno y estratificación diagonal y entrecruzada.

4. Espesores

En la sección tipo se midió un espesor parcial de 770 m.

5. Relaciones estratigráficas

La Fm. Puesto Albornoz presta apoyo, en discordancia angular sensible, a los Basaltos de meseta. A su vez, ella descansa, por medio de un conglomerado de base, que denuncia una discontinuidad, sobre la Fm. Cerro Colorado, de edad batoniana.

6. Ambiente de sedimentación

La predominante granometría gruesa de la Fm. Puesto Albornoz, su frecuente estratificación diagonal y entrecruzada y la presencia de estructuras de corte y relleno, hacen que ella pueda considerarse de origen fluvial. Posiblemente, se trate de depósitos de pie de monte, en los que la acción de los cursos distributarios dio lugar al desarrollo de las estructuras mencionadas.

7. Edad y correlaciones

La Fm. Puesto Albornoz, estéril desde el punto de vista paleontológico, se apoya sobre la Fm. Cerro Colorado, asignada al Batoniano, y está cubierta por los Basaltos de meseta, pertenecientes al Terciario. Tal posición estratigráfica asegura para ella una edad post batoniana-terciaria.

Merece considerarse la posibilidad de que las sedimentitas de la Fm. Puesto Albornoz representen, dentro de su zona de distribución, a los gruesos depósitos aluviales periféricos

que, según Volkheimer (in Tasch y Volkheimer, 1970), constituirían las facies de borde de la Fm. Cañadón Asfalto. Así, surge, como hipótesis de trabajo, la correlación entre esta última y la Fm. Puesto Albornoz, la que resultaría entonces, de edad caloviana-oxfordiana y podría equivaler a la Fm. Manantial Pelado.

C. CENOZOICO

Basaltos de meseta y Conos volcánicos basálticos

Los Basaltos de meseta son de naturaleza olivínica, y muy frecuentemente vesiculares. Se apoyan, en sensible relación angular, sobre distintas unidades neopaleozoicas y mesozoicas. De disposición horizontal o subhorizontal, ellos, en ningún caso descienden a los cañadones y bajos actuales, de lo que se infiere que son anteriores al desarrollo del relieve moderno.

Según sus relaciones estratigráficas, sólo puede asegurarse que estas vulcanitas son post Grupo del Chubut, que es la más joven de cuantas unidades les prestan apoyo dentro de la zona cartada. Ferello (1969) acepta para ellas una edad posteocena pre Patagónica; sin embargo, también podrían homologarse al llamado Basalto II.

En algunos cañadones y bajos de amplitud variada, se presentan pequeños conos volcánicos basálticos, cuya localización parece estar controlada por fallas de distinta magnitud e importancia. La posición topográfica de estos reducidos aparatos volcánicos revela que ellos se han originado con posterioridad al relieve actual

D. DIQUES BÁSICOS DE EDAD INCIERTA

En general concordantes con la estratificación, se han observado algunos diques básicos de escaso espesor que afectan a las Fms. Mulanguineu y Puesto Albornoz, sin haberse podido definir el ciclo efusivo al que corresponden, aunque es posible que estén vinculados con el vulcanismo cenozoico.

Lista de trabajos citados en el texto

- Archangelsky, S., 1960. "Lycopsidea y Sphenopsida del Paleozoico superior de Chubut y Santa Cruz, Patagonia" — Acta Geol. Lilloana, III: 21-36.
- Archangelsky, S. y Arrondo, O. G., 1965. "Elementos florísticos del Pérmico Argentino — I) Las Glossopterideas de la Serie Nueva Lubecka, Provincia de Chubut" Rev. Mus. La Plata (N. Ser.), IV, Paleont., (26): 259-264.

- Archangelsky, S. y Arrondo, O. G., 1966. "Elementos florísticos del Pérmico argentino - II) Rhacopteris chubutiana n. sp. de la Formación Nueva Lubecka, Provincia de Chubut, con notas sobre las especies argentinas del Género Rhacopteris" Rev. Mus. La Plata (N. Ser.), V, Paleont., (28): 1-16.
- Archangelsky, S. y de la Sota, E., 1960. "Contribución al conocimiento de las Filices pérmicas de la Patagonia extraandina" - Acta Geol. Lilloana, III: 85-126.
- Arkell, W. J., 1956. "Jurassic Geology of the World" - Hafner Publ. Co. Inc., New York.
- Barcat, C. y Merta, J., 1974. "Cuenca del Golfo San Jorge - Columna estratigráfica" Inf. YPF, ined.
- Chebli, G., 1973. "Geología y estratigrafía de la región central del Chubut, al sur del río homónimo, entre Sa. de Cañadón Grande, Sa. Cuadrada, Sa. del Guanaco e inmediaciones de la Sierra Negra (Departamento de Paso de Indios)" - Tesis Fac. Cienc. Ex. y Nat. Bs. As.
- Ferello, R., 1964. "Resultado de una rápida gira en la zona del curso medio del Río Chubut" - Inf. YPF., ined.
- Ferello, R., 1969. "Intento de sistematización geocronológica de las rocas eruptivas básicas en sectores del Chubut y Santa Cruz Norte" - Actas Cuartas Jorn. Geol. Arg. I: 293-310.
- Ferello, R. y Lesta, P. J., 1973. "Acerca de la existencia de una dorsal interior en el sector central de la serranía de San Bernardo, Chubut" - Actas Quinto Congr. Geol. Arg., IV: 19-26.
- Fernández Garrasino, C. A., 1971. "Informe estratigráfico preliminar correspondiente a la zona comprendida entre el Cerrito Negro, Cerro Mesa Alta y Cerro Colorado (Departamento de Tehuelches, Provincia del Chubut)" - Inf. YPF., ined.
- Fernández Garrasino, C. A., 1976. "Contribución al conocimiento geológico de la zona comprendida entre Estancia Ferrarotti, Cerro Mesa Alta, Cerro Colorado y Cerrito Negro, Departamento de Tehuelches, Provincia del Chubut, Argentina" - Tesis Fac. Cienc. Ex. y Nat. Bs. As.
- Feruglio, E., 1933. "Fossili liassici della valle del Río Genua (Patagonia)" - Giorn. di Geol., Ann. R. Mus. Geol. Bologna, IX: 1-64.
- Feruglio, E., 1938. "VIII - Nomenclatura estratigráfica de la Patagonia y Tierra del Fuego" in "Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica" - Bol. Inf. Petroleras, (171): 82-95.
- Feruglio, E., 1941. "Informe geológico de la región de la Sierra Nevada (Chubut)" - Inf. YPF., ined.
- Feruglio, E., 1942. "La flora del valle del Río Genua (Patagonia): Gingkoales et Gymnospermae insertae sedis" - Not. Mus. La Plata, Paleont. VII (40): 93-110.
- Feruglio, E., 1946. "La flora liásica del valle del Río Genua (Patagonia). Semina incertae sedis" - Asoc. Geol. Arg., Rev., I, (3): 209-218.
- Feruglio, E., 1949. "Descripción geológica de la Patagonia" - I, Dir. Gral. Y.P.F., Min. Ind. y Com.
- Feruglio, E., 1950. "Descripción geológica de la Patagonia" - III, Dir. Gral. Y.P.F., Min. Ind. y Com.
- Feruglio, E., 1951a. "Su alcune piante del Gondwana inferiore della Patagonia". Ist. Geol. Univ. Torino I: 1-34.
- Feruglio, E., 1951b. "Sobre algunas plantas del Gondwana del valle del Río Genua (Patagonia)" - Asoc. Geol. Arg. Rev., VI (1): 14-20.
- Frenguelli, J., 1953a. "Las Pecopterideas del Pérmico de Chubut" - Not. Mus. La Plata, XVI, Paleont. (99): 287-296.
- Frenguelli, J., 1953b. "Recientes progresos en el conocimiento de la geología y la paleogeografía de la Patagonia, basados en el estudio de sus plantas fósiles" - Rev. Mus. La Plata (N. Ser.), Geol., IV: 321-342.
- Gamero, J. C., 1974. "Megasporas petrificadas del Cretácico inferior de Patagonia II - Megasporas del Grupo Chubut" - I Congr. Arg. de Paleont. y Bioestrat., I, Tucumán.
- Groeber, P., Stipanovic, P. N. y Mingramm, A. G., 1953. "Mesozoico: Triásico, Jurásico y Cretácico" in "Geografía de la República Argentina" Soc. Arg. Est. Geogr., II, (1).
- Herbst, R., 1966. "La flora liásica del Grupo Pampa de Agnia, Chubut, Patagonia" - Rev. Asoc. Paleont. Arg., IV (9): 337-347.
- Herbst, R., 1968. "Las floras liásicas argentinas con consideraciones estratigráficas" - Actas Terc. Jorn. Geol. Arg., I: 145-162.
- Lesta, P. J. y Ferello, R., 1972. "Región extraandina de Chubut y Norte de Santa Cruz" - Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. Cienc.: 601-653.
- Linares, E. y Latorre, C. O., 1969. "Datación por el método potasio - argón de algunas rocas ígneas argentinas" in Stipanovic, P. N. y Linares, E., 1975. "Catálogos de Edades radiométricas determinadas para la República Argentina - I - Años 1960 - 1974" - Asoc. Geol. Arg., Publ. Esp. Ser. B (3).
- Musacchio, E. A., 1971. "Estratigrafía del Paleozoico superior y el Mesozoico en la Sierra de Agnia a la altura del paralelo 44°, en la Provincia de Chubut" - Tesis Fac. Cienc. Nat. y Mus. La Plata.
- Musacchio, E. A., 1972. "Charofitas del Cretácico inferior en sedimentitas Chubutenses al Este de La Herrería, Chubut" - Rev. Asoc. Paleont. Arg., IX (4): 354-356.

- Musacchio, E. A., 1975. "Sobre algunas consideraciones estratigráficas acerca del Jurásico en Pampa de Agnia, Chubut" — *Asoc. Geol. Arg., Rev.* XXX (1): 115.
- Musacchio, E. A. y Chebli, G., 1975. "Ostracodos no marinos y carofitas del Cretácico inferior en las provincias de Chubut y Neuquén, Argentina — 1. Ostracodos y carofitas del Grupo Chubut. — 2. *Rayosoana quilimalensis* nov. gen., nov. sp., de la Formación Rayoso, Neuquén" — *Rev. Asoc. Paleont. Arg.*, XII (1): 70-96.
- Musacchio, E. A. y Riccardi, A. C., 1971. "Estratigrafía, principalmente del Jurásico, en la Sierra de Agnia, Chubut, República Argentina" — *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, XXVI (2): 272-273.
- Nakayama, C., 1972. "Informe geológico preliminar de la región comprendida entre la Sierra de Taquetrén y los cerros Los Chivos y Negro de Marrauf - Provincia del Chubut" — *Inf. YPF.*, ined.
- Nakayama, C., 1973. "Sedimentitas pre-bayocianas en el extremo austral de la Sierra de Taquetrén, Chubut (Argentina)" — *Actas Quinto Congr. Geol. Arg.*, III: 269-277.
- Nulló, F., 1974. "Reubicación estratigráfica de la Formación El Córdoba, Pampa de Agnia, Provincia del Chubut, República Argentina" — *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, XXIX, (3): 377-378.
- Nulló, F. y Proserpio, C., 1975. "La Formación Taquetrén en Cañadón del Zaino (Chubut) y sus relaciones estratigráficas en el ámbito de la Patagonia, de acuerdo a la flora, República Argentina" — *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, XXX (2): 133-150.
- Parker, G., 1961. "Geología de la porción austral de la Sierra de Tecka (Provincia de Chubut)" — *Tesis Fac. Cienc. Nat. y Mus. La Plata.*
- Pascual, R., Odreman Rivas, O. E. y Tonni, E. P., 1969. "Las unidades estratigráficas del Jurásico de la Argentina portadoras de vertebrados. Correlaciones y edades" — *Actas Cuartas Jorn. Geol. Arg.*, I: 469-483.
- Perrot, C. J., 1961. "Estudio geológico de las inmediaciones del paraje El Molle (Departamento Tehuelches, Prov. de Chubut)" — *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, XV (1): 53-79.
- Piatnitzky, A., 1932. "Los sedimentos del Rético y Liásico en la región del Río Genua y Tecka" — *Inf. YPF.*, ined.
- Piatnitzky, A., 1933. "Rético y Liásico en los valles de los ríos Genua y Tecka y sedimentos continentales de la Sierra de San Bernardo" — *Bol. Inf. Petrolíferas*, (103): 151-182.
- Piatnitzky, A., 1936. "Estudio geológico de la región del Río Chubut y del Río Genua" — *Bol. Inf. Petrolíferas*, (137): 83-115.
- Piatnitzky, A., 1946. "Relaciones estratigráficas de la región del Río Chubut" — *Bol. Inf. Petrolíferas*, (259): 173-185.
- Pinto, I. D., 1972. "A new insecta, *Archangelskyblatta vishniakovae* Pinto, Gen. nov., Sp. nov., a Permian Blattoid from Patagonia, Argentina" — *Rev. Asoc. Paleont. Arg.*, IX, (1): 79-89.
- Robbiano, J. A., 1971. "Contribución al conocimiento estratigráfico de la Sierra del Cerro Negro, Pampa de Agnia, Provincia de Chubut, República Argentina". *Asoc. Geol. Arg., Rev.* XXVI (1): 41-56.
- Stipanovic, P. N., 1965. "El Jurásico en Vega de la Veranada (Neuquén), el Oxfordense y el diastrofismo Divesiano (Agassiz - Yaila) en Argentina". *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, XX (4): 403-478.
- Stipanovic, P. N., 1969. "El avance en los conocimientos del Jurásico argentino a partir del esquema de Groeber". *Asoc. Geol. Arg., Rev.* XXIV (4): 367-388.
- Stipanovic, P. N. y Bonetti, M. I. R., 1970a. "Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas argentinas — I. — Floras liásicas" — *Rev. Asoc. Paleont. Arg.*, VII, (1): 57-78.
- Stipanovic, P. N. y Bonetti, M. I. R., 1970b. "Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas argentinas — II. — Floras doggerianas y málmicas" — *Rev. Asoc. Paleont. Arg.*, VII (2): 101-118.
- Stipanovic, P. N. y Linares, E., 1969. "Edades radimétricas determinadas para la República Argentina y su significado geológico" — *Bol. Acad. Nac. Cienc.*, XLVII, Entr. 1ª: 51-96.
- Stipanovic, P. N. y Linares, E., 1975. "Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina — I — Años 1960 - 1974" — *Asoc. Geol. Arg., Publ. Esp. Ser. B*, (3).
- Stipanovic, P. N. y Methol, E. J., 1972. "Macizo de Somuncura" — *Geol. Reg. Arg. Acad. Nac. Cienc.*: 581-599. Córdoba.
- Stipanovic, P. N. y Rodrigo, F., 1968. "The Jurassic and Neocomian diastrophisms in Argentina and Chile" — XXIII Int. Geol. Congr., Abs., Praga.
- Stipanovic, P. N. y Rodrigo, F., 1969a. "El diastrofismo Eo y Mesocretácico en Argentina y Chile, con referencia a los movimientos jurásicos de la Patagonia". *Actas Cuartas Jorn. Arg.*, II: 337-352.
- Stipanovic, P. N. y Rodrigo, F., 1969b. "El diastrofismo jurásico en Argentina y Chile" — *Actas Cuartas Jorn. Geol. Arg.*, II: 353-368.
- Stipanovic, P. N.; Rodrigo, F.; Baulies, O. L. y Martínez, C. G. 1968. "Las Formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes". — *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, XXIII, (2): 67-98.

- Suero, T. 1945. "Reconocimiento geológico de la región comprendida entre Nueva Lubecka, Piedra Shotle y Laguna del Mate (Territorio del Chubut)". — Inf. YPF. ined.
- Suero, T. 1946. "Reconocimiento de la zona comprendida entre el Arroyo Genoa y el Río Chubut (Departamento Tehuelches, Paso de Indios y Languiñeo. — Territorio del Chubut)". — Inf. YPF. ined.
- Suero, T. 1947. "Sobre hallazgo de Paleozoico en la zona subandina de Chubut". — *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, II, (4): 435.
- Suero, T. 1948. "Descubrimiento de Paleozoico superior en la zona extraandina de Chubut. Nota preliminar". — *Bol. Inf. Petroleras*, XXV, (287): 31-48.
- Suero, T. 1952. "Las sucesiones sedimentarias suprapaleozoicas de la zona extraandina del Chubut (Patagonia austral - República Argentina)". — XIX Int. Geol. Cong. Symp. Strat. Gondw., 373-384, Argelia.
- Suero, T. 1953. "Las sucesiones sedimentarias suprapaleozoicas de la zona extraandina del Chubut". *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, VIII, (1): 37-53.
- Suero, T. 1958. "Datos geológicos sobre el Paleozoico superior en la zona de Nueva Lubecka y alrededores (Chubut extraandino, Provincia de Chubut)". — *Rev. Mus. La Plata (N. ser.)*, Geol., V: 1-28.
- Suero, T. y Criado Roqué, P. 1955. "Descubrimiento de Paleozoico superior al oeste de Bahía Laura (Territorio Nacional de Santa Cruz) y su importancia paleogeográfica". — *Not. Mus. La Plata, Geol.*, XVIII, (68): 157-168.
- Tasch, P. y Volkheimer, W. 1970. "Jurassic conchostracans from Patagonia". — *Univ. of Kansas, Paleont.*, 50.
- Ugarte, F. R. E. 1965. "El Suprapaleozoico del Río Genoa (Chubut) e inmediaciones". *Actas Seg. Jorn. Geol. Arg.*, III, in *Acta Geol. Lilloana*, VIII: 379-406.
- Volkheimer, W., 1970. "Jurassic microfloras and paleoclimates in Argentina". — 2nd. Gondw. Symp. Repr., Council Scient. and Ind. Res., Pretoria, Sudáfrica.
- Volkheimer, W., 1971. "Algunos adelantos en la microbioestratigrafía del Jurásico en la Argentina y comparación con otras regiones del Hemisferio Austral". — *Rev. Asoc. Paleont. Arg.*, VIII, (3-4): 341-355.
- Volkheimer, W. 1973. "Observaciones geológicas en el área de Ingeniero Jacobacci y adyacencias (Provincia de Río Negro)". — *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, XXVIII, (1): 13-36.
- Wahnish de Carral Tolosa, E. 1942. "Observaciones geológicas en el Oeste del Chubut — Estratigrafía y fauna del Liásico en los alrededores del Río Genua". — *Min. de Agric., Dir. Min. y Geol.* (51).
- Westermann, G. E. G. 1966. "Preliminary (Field) report on Chile — Argentina". — *Inf. Mc. Master Univ.*, Hamilton, Ontario, Canadá.
- Westermann, G. E. G. 1967. "Sucesión de Amonites del Jurásico medio en Antofagasta, Atacama, Mendoza y Neuquén". — *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, XXII, (1): 65-73.
- Westermann, G. E. G. y Riccardi, A. C. 1972. "Amonitas y estratigrafía del Aaleniano — Bayociano en los Andes argentino-chilenos" — *Asoc. Paleont. Arg. Rev.*, IX, (4): 357-389.

Recibido: abril 19, 1976.

SOBRE TERACOPHRYS (ANURA, LEPTODACTYLIDAE) NOMINA NUDA, DE LA FORMACION COLHUE-HUAPI (OLIGOCENO SUPERIOR) (Provincia del Chubut, República Argentina)

ANA MARIA BAEZ

Dto. de Cs. Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

Resumen

En el presente trabajo se da a conocer la localización del material de anuros leptodactílidos que F. Ameghino asignó a un nuevo género, *Teracophrys*, sin describirlo o ilustrarlo, proveniente de su "Stage Colpodonéen" (= "colpodonense"). Se discute su insegura proveniencia geográfica y estratigráfica, concluyéndose que los restos provienen muy probablemente del sur del lago Colhué-Huapi, provincia del Chubut, de la Formación Colhué-Huapi (Oligoceno superior). Por el momento el material es asignado a nivel genérico, refiriéndose a *Caudiverbera* Laurenti. Otros hallazgos fósiles de ese género son con siderados y se analiza su distribución geográfica pasada, en relación con las condiciones ambientales existentes entonces, según diversas evidencias.

Introducción

En 1901 (1900-1902, LI: 79) Florentino Ameghino mencionó la presencia de restos de anfibios anuros en depósitos que identificó como "Couches à *Colpodon*" o "Colpodonéen". Ese material fue atribuido a la familia Leptodactylidae, como un nuevo género, con dos especies: *Teracophrys rugata* y *T. vermiculata*, sin haber sido descrito o ilustrado (Ameghino, *op. cit.*). Tales designaciones fueron consideradas *nomina nuda* (Lynch, 1971), de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura Zoológica

Durante mucho tiempo los ejemplares no pudieron ser localizados (v. Schaeffer, 1949), habiéndose conjeturado su pertenencia a la subfamilia Ceratophryinae (Lynch, *op. cit.*). De manera fortuita, la autora halló en el Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" de Buenos Aires dos lotes de restos de anuros, de similares características de preservación, con referencias manuscritas por F. Ameghino indicando "Colpodonense". Dado que los únicos anuros men-

Abstract

Location of the material of leptodactylid frogs from the "étage Colpodonéen" (= "Colpodonense") of F. Ameghino, which that author assigned to the new genus *Teracophrys*, without description or illustration, is announced in the present paper. Its doubtful geographical and stratigraphical provenience is discussed and the conclusion is reached that the remains come most probably from South of lago Colhué-Huapi, from the Colhué-Huapi Formation (Upper Oligocene). The material is assigned for the present up to generic level and it is referred to *Caudiverbera* Laurenti. Other fossil findings or the genus are considered and their former geographical distribution is analyzed in relation to the existing environmental conditions according to several evidences.

cionados por este autor con esa proveniencia estratigráfica son aquéllos citados precedentemente, todo indica que se trata del material designado *Teracophrys*. Es imposible determinar su denominación específica de acuerdo a la nomenclatura de Ameghino, por cuanto ambos conjuntos de restos carecen de otros datos.

I. Procedencia geográfica del material

La procedencia geográfica del material es dudosa. Sin embargo las posibles localidades de proveniencia son pocas, todas en la provincia del Chubut. F. Ameghino, al hacer la primera mención de la "Faune des couches à *Colpodon*" incluyendo los anuros (1900-1902), citó la presencia de estos depósitos "más hacia el interior" de la "embocadura" del río Chubut, de donde provenía el primer hallazgo de *Colpodon* hecho por Burmeister. En 1902 (p. 71), refiriéndose a la fauna de

mamíferos de esos depósitos, sólo señaló que los mismos se extendían en numerosos puntos del interior del territorio del Chubut. Asimismo, en un trabajo posterior (1906: 213-214), mencionó que el interior de dicho territorio era la única región donde se los había encontrado hasta ese entonces. No obstante, en esa misma obra (p. 227) incluyó un mapa con la distribución del Colpodonense hecho por Carlos Ameghino, donde figuran tres localidades: una al sur del lago Colhué-Huapí, otra al noroeste del mismo lago y la tercera frente a Trelew, denominada El Castillo Viejo. Sin embargo, en opinión de Simpson (1935: 19) "Ameghino's *Colpodon* fauna was not from near Trelew but almost entirely from South of lago Colhué-Huapí", señalando ese autor que el mismo C. Ameghino le manifestó no haber estado en la región de Gaiman. Es muy probable que los anuros estudiados en el presente trabajo provengan de la región del Colhué-Huapí, ya que todo parece indicar que constituye el área inicial de proveniencia de la "...faune du *Colpodon*". Cabe destacar que en los mismos niveles estratigráficos del sur del lago Colhué-Huapí se señaló la presencia de anuros leptodactílicos del mismo género al que se asigna el presente material (Shaefter, 1949; Lynch, 1971; v. parte III).

II. Procedencia estratigráfica y edad

Los depósitos que contienen los anuros fueron hallados por Carlos Ameghino en 1898 (F. Ameghino, 1900-1902, LI: 75), siendo portadores de una fauna de mamíferos hasta entonces desconocida y que difería "...tanto de las más antiguas de las capas con *Pyrotherium* como de las más recientes de las capas con *Astrapothericulus* y más aún de la fauna santacruceña" (*op. cit.*, LI: 75, en francés en el original). C. Ameghino, en una carta escrita a su hermano Florentino fechada el 9 de octubre de 1899⁽¹⁾, propuso denominar Colhuehuapense a esa fauna proveniente de la región del Colhué-Huapí. No obstante, F. Ameghino (1900-1902, LI: 75) designó a la fauna referida "Faune des couches à *Colpodon*" por ser ése el género de mamíferos más abundante y característico, llamando a los depósitos correspondientes "Colpodonéen" o "cou-

ches à *Colpodon*" e incluyéndolos en su "Formación Patagónica". Posteriormente desconoció expresamente la presencia de capas terrestres con fauna de *Colpodon* en la región del Colhué-Huapí y frente a Trelew, así como restos asignables a dicha fauna en los depósitos marinos del "patagониense" en las proximidades de Trelew y Gaiman. El Colpodonense en el sentido que le diera F. Ameghino, pues, incluía no sólo los depósitos del Colhué-Huapí sino también aquéllos del curso inferior del río Chubut.

Simpson (1933) hizo la reseña de los autores que utilizaron distintas denominaciones para el Colpodonense de Ameghino, así como de aquéllos que usaron el nombre de Colhuehuapense para distinguir otras unidades. Ese autor (*op. cit.*), coincidiendo con una sugerencia de Frenguelli (1931), propuso designar Formación Colhué-Huapí a la unidad litoestratigráfica y Colhuehuapiense (*sic*) "in adjectival form". Dicha designación la restringió a las afloramientos del área del lago Colhué-Huapí, en el entendimiento que el material descrito por Ameghino procedía casi enteramente de esa región (Simpson, 1935). En cambio, propuso el nombre de Formación Trelew para los horizontes del curso inferior del río Chubut, portadores de una fauna de edad equivalente o algo más joven y litológicamente diferentes, cuya correlación con los depósitos típicos del Colhué-Huapí quedaba aún por demostrar (*op. cit.*: 19). Ambas formaciones, no obstante, fueron referidas a la Edad Colhuehuapiense (Simpson, 1940). Dicha Edad fue considerada tentativamente equivalente al Oligoceno superior (Simpson, *op. cit.*), en parte por la asignación al límite Oligoceno-Mioceno de los depósitos marinos suprayacentes a la Formación Trelew en el área del curso inferior del río Chubut. La equivalencia convencional de la edad Colhuehuapense al Oligoceno superior fue aceptada por otros autores (*v.gr.* Patterson y Pascual, 1968; Pascual y Odreman Rivas, 1971, 1973). Sin embargo, recientemente, Camacho (1974) reconoció en la costa patagónica, desde el golfo de San Jorge y hacia el norte, la presencia de una importante secuencia marina atribuida al Eoceno superior por sus invertibrados fósiles y que denominó provisoriamente "Estratos con *Monophoraster* y *Venericor*". En el valle inferior del río Chubut, entre Trelew y Gaiman, esos estratos se apoyan sobre la superficie erosionada de las sedimentitas de la Formación Trelew, continuándose con depósitos marinos posiblemente

(1) Según Obras Completas y Correspondencia Científica de F. Ameghino, dirigidas por A. J. Torcelli, 1935. XXI. 111.

correlacionables con la Formación Monte León, referida al Oligoceno superior (Carmacho, *op. cit.*). Esta evidencia es conflictiva no sólo con la edad corrientemente aceptada de la Formación Colhué-Huapí y su fauna, puesto que ha sido considerado algo más antigua que la de la Formación Trelew (Simpson, 1935, 1940, 1941; Bordas, 1939), sino también con la de aquellas unidades aún más antiguas portadoras de restos de mamíferos y referidas a las Edades Deseadense, Mustersense, Casamayorensis y Riochiquense. No obstante, sería importante establecer sobre la base de nuevos estudios la relación estratigráfica entre las sedimentitas asignadas a la edad Colhuehuapense de la zona del curso inferior del río Chubut y las aflorantes en áreas del interior.

III. Sistemática

Orden Anura

Familia Leptodactylidae Berg, 1896

Género *Caudiverbera* Laurenti, 1768

Caudiverbera sp.

Material asignado

1 premaxilar derecho: MACN 11656-1; 15 fragmentos de maxilares derechos; MACN 11656-2 a 16; 4 fragmentos de maxilares izquierdos: MACN 11656-17 a 20; 2 fragmentos de frontoparientales derechos: MACN-11656-21 y 22; 2 fragmentos de frontoparientales izquierdos: MACN 11656-23 y 24; 3 fragmentos de escamosos derechos: MACN 11656-25 a 27; 2 fragmentos de escamosos izquierdos: MACN 11656-28 y 29; 6 esfenetmoides: MACN 11656-30 a 35; 1 prearticular izquierdo incompleto: MACN 11656-36; 1 vértebra presacra incompleta: MACN 11656-37; 1 vértebra sacra incompleta: MACN 11656-38; 4 fragmentos distales de húmeros izquierdos: MACN 11656-39 a 42; 6 fragmentos distales de húmeros derechos: MACN 11656-43-a 48; isquiones derecho e izquierdo: MACN 11656-49.

Repositorio

Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". MACN 11656 1 a 49. Colección Ameghino.

Este material se ha considerado bajo un solo número, ya que es prácticamente imposible reconocer los restos pertenecientes a un mismo individuo. Para su identificación, a cada pieza se le asignó un número accesorio.

Material de comparación

Maudiverbera caudiverbera (Linneo). LIHUBA 1433. Chile. Esqueleto completo.

Caudiverbera caudiverbera (Linneo). LIHUBA 1052. Chile. Cráneo.

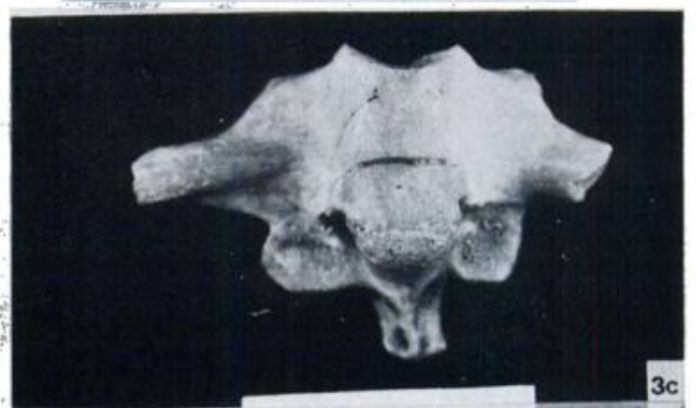
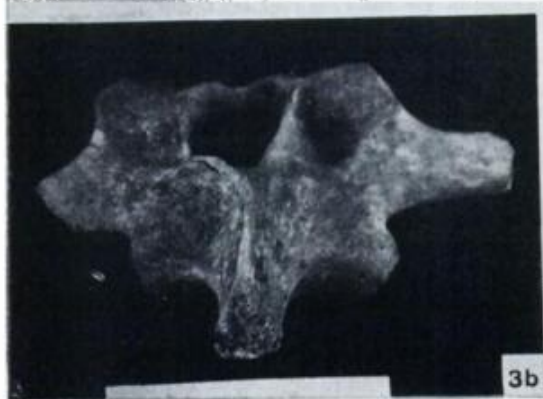
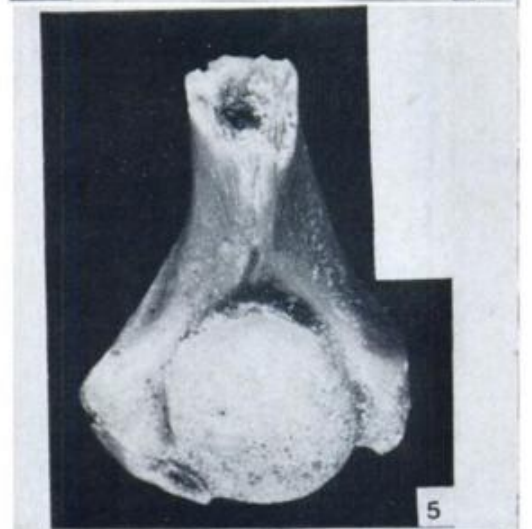
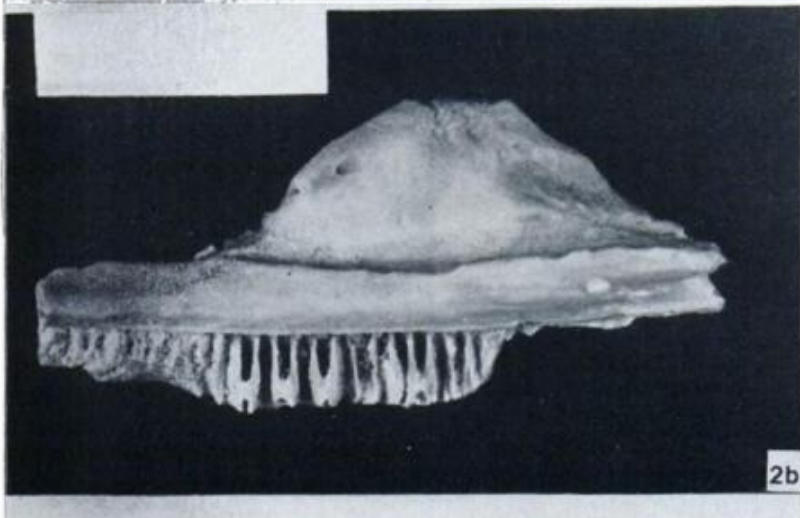
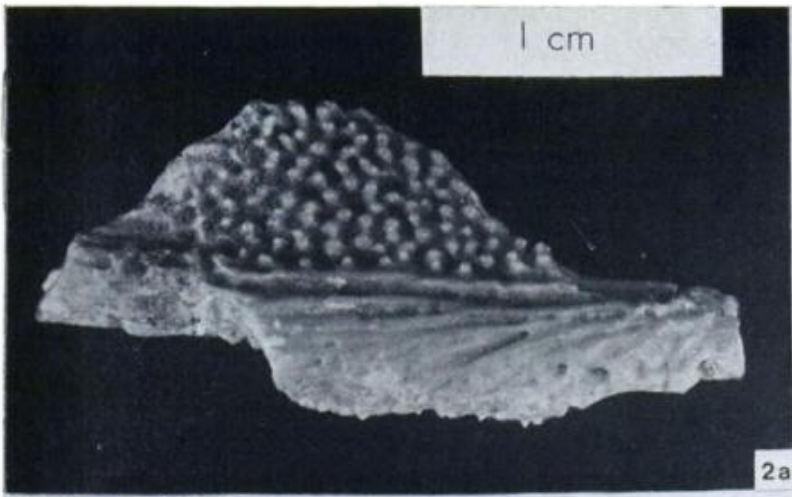
LIHUBA: Laboratorio de Investigaciones Herpetológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

Discusión

La extensa osificación dérmica craneana, su característica ornamentación denticulada y la presencia de dientes pedicelados llevaron inmediatamente a la confrontación del material con aquél del género *Caudiverbera*. Tomando en consideración la definición de ese género dada por Lynch (1971), pudieron constatar los siguientes caracteres: 1) huesos craneanos involucrados en extensa dermostosis; 2) arcada maxilar dentífera, dientes pedicelados; 3) procesos alares del premaxilar dirigidos dorsalmente, relativamente anchos en la base; 4) *pars palatina* del premaxilar con proceso palatino relativamente conspicuo; 5) *pars facialis* del maxilar profunda; 6) *pars palatina* del maxilar con gran proceso pterigoideo; 7) frontopariciales con extensa ornamentación denticulada; 8) rama cigomática del escamoso grande, en contacto con el proceso escamosal del maxilar formando un puente postorbitario completo; 9) rama ótica del escamoso grande, expandida medialmente en una placa ótica en contacto articular con el frontoparietal; 10) nasales en amplio contacto con el maxilar; 11) esfenetmoides entero.

La presencia conjunta de esos caracteres es la que permitió asignar el material al género *Caudiverbera* (v. Lámina I).

El género *Caudiverbera* (= *Calyptocephallia*), incluido en la subfamilia Telmatobiiinae (v. Lynch, 1971), está representado actualmente por una sola especie: *Caudiverbera caudiverbera* (Linneo). Dicha especie, de hábitos casi exclusivamente acuáticos, se halla restringida al occidente de la porción



austral de la Cordillera Andina, aproximadamente entre los 30° y 42°S. (v. Cei, 1962).

En 1949 Schaeffer describió varios anuros fósiles procedentes de la provincia del Chubut. Restos muy fragmentarios, provenientes de sedimentitas asignadas a la edad Casamayorensis⁽¹⁾ (convencionalmente Eoceno inferior) fueron atribuidos a un nuevo género y especie: *Eophractus casamayorensis* y ubicados con dudas entre los leptodactílidos. No obstante, fue señalada su proximidad con *Calyptocephalella* (= *Caudiverbera*), género del que se distinguía por el tipo de ornamentación de los huesos craneanos de los ejemplares adultos, la elevación del reborde orbitario y la presencia de un surco en la cara externa del maxilar separando la porción dentígera. Asimismo aquel autor (*op. cit.*) refirió material hallado en depósitos de la Edad Deseadense (Oligoceno inferior) y de la Formación Colhué-Huapí (Oligoceno superior, v. parte II) al género *Calyptocephalella*, como una nueva especie: *C. canqueli*. Según Schaeffer (*op. cit.*), difería de la especie viviente *Calyptocephalella gayi* Dum. y Bib. (= *Caudiverbera caudiverbera*) por el mayor ancho del nasal entre la órbita y la marina, la órbita más angosta y la proyección postero-lateral del escamoso no tan redondeada y algo menor.

Casamiquela (1959) describió un nuevo género de leptodactílido sobre la base de restos procedentes del norte del lago Buenos Aires, provincia de Santa Cruz, de sedimentitas de la Edad Friasense (Mioceno superior). Ese material fue designado *Gigantobatrachus parodii* y considerado próximo a *Calyptocephalella* y a *Eophractus*, géneros de los que difería por su mayor tamaño y menor número de dientes premaxilares y maxilares. Al mismo género y especie fueron referidos por Casamiquela (1963) otros restos exhumados en Barranca de los Loros, provincia de Río Negro, de depósitos de la Edad Friasense (Mioceno superior). Esas sedimentitas corresponderían a la Formación Barranca de los Loros (v. Uliana y Camacho, 1976).

La similitud de *Calyptocephalella canqueli* con la especie actual fue destacada por Schaeffer (1949). Asimismo Hecht (1963) sugirió la pertenencia al género *Caudiverbera* de las formas asignadas a *Eophractus* y *Gigantobatrachus*. Posteriormente Lynch (1971) indicó que algunos caracteres observados en las for-

mas fósiles pueden variar de acuerdo a la edad en la especie viviente, por lo que no son aplicables en la separación a nivel genérico. Tal es el caso del tipo de ornamentación de los huesos craneanos. Fundamentalmente por esa razón dicho autor (*op. cit.*) incluyó a *Eophractus* y a *Gigantobatrachus* en la sinonimia de *Caudiverbera*, reconociendo tentativamente como única especie fósil de este género a *C. casamayorensis* y asignando el restante material mencionado a la especie viviente *C. caudiverbera*. No obstante, esos ejemplares, que se hallan en el American Museum of Natural History de Nueva York con excepción de *Gigantobatrachus*, no han sido re-descriptos ni han sido examinados por la autora.

Schaeffer (1949) señaló que el material de la Formación Colhué-Huapí por él examinado no evidenciaba diferencias específicas con respecto a aquél procedente de depósitos de la Edad Deseadense, posteriormente considerado conspecífico con *Caudiverbera caudiverbera* (Lynch, *op. cit.*). No obstante, cabe señalar que el material estudiado en este trabajo exhibe algunas diferencias, si bien no muy grandes, con los ejemplares de la especie viviente disponibles para comparación. Por ejemplo, se observan diferencias en la morfología de la *pars palatina* del maxilar, a nivel del borde inferior de la órbita y por delante de la articulación con el pterigoides; una inclinación ventral más acentuada de la parte lateral de la porción dorsal del escamoso, determinando una especie de arista destacada por la fusión sobre ella de denticulos de la ornamentación; expansiones ventroanteriores del esfenotmoides más definidas; una posición de las postcigapófisis más transversal con respecto al eje longitudinal de la columna, apófisis transversas casi horizontales y no inclinadas dorsalmente y un mayor desarrollo de la espina neural de la vértebra presacra; diapófisis de la vértebra sacra menos inclinadas dorsalmente, por lo menos en sus porciones proximales ya que las distales faltan.

Lo insuficiente del material de la especie viviente con que se contó para comparación y la falta de ciertos datos sobre algunas de las formas fósiles asignadas a la misma hizo que se refiriera el material, por el momento, sólo a nivel genérico. Aún así, se señala que los caracteres diferenciales del material fósil estudiado que pudieron constatarse en varios ejemplares son constantes.

El material fue confrontado con aquél asignado originariamente a *Gigantobatrachus pa-*

(1) Los depósitos portadores corresponderían a una nueva unidad formacional: Cañadón Hondo (Andreis, 1975, com. pers.).

rodii (Casamiquela, 1959, 1963), si bien son pocos los elementos comunes preservados. El maxilar de esa última forma (Museo de La Plata, MLP 50-VII-30-1-I, 61-IV-6-2-V) presenta una conformación de la *pars palatina* a nivel de la órbita diferente a la de la forma del Colhuehuapense y en cambio similar a la de *Caudiverbera caudiverbera*. No se observa, como en el material estudiado, la desaparición en vista dorsal del reborde perpendicular a la *pars facialis* constituido por la *pars palatina*. Las prolongaciones aliformes laterales del esfenetmoides señaladas en *Gigantobatrachus parodii* (Casamiquela, 1963) no se hallan marcadas en el material de Colhué-Huapí.

IV. Consideraciones paleozoogeográficas y paleoambientales

El género *Caudiverbera* ha sido considerado representante de una temprana radiación de los leptodactílidos (v. Heyer, 1975). En la actualidad habita exclusivamente en Chile, desde la región central (provincia de Aconcagua) hasta puerto Montt (provincia de Llanquihue) en ríos y lagunas, y en la provincia de Coquimbo (Ceí, 1962). Forma parte de la fauna anfibia de los bosques de *Nothofagus*, aunque ése no su habitat obligado (Vuilleumier, 1968).

La localización geográfica de los hallazgos fosilíferos asignados a este género (Tabla I) atestigua que el mismo alcanzó en tiempos geológicos pasados una distribución más al

este y sur que la que exhibe la única especie viviente en nuestros días. La dispersión actual tendría un carácter relictual relacionado con los cambios ambientales acaecidos en la Patagonia extraandina durante el Terciario, vinculados en gran parte al ascenso de la Cordillera Andina. Cabe consignar que estos batracios no se alejan nunca de la orilla del agua (Ceí, *op. cit.*), de modo que si sus hábitos acuáticos fueron tempranamente adquiridos, la progresiva aridez de la actual zona de las mesetas patagónicas pudo jugar un rol importante en su retracción geográfica hacia el occidente de la Cordillera de los Andes (Báez y Gasparini, 1977).

El hallazgo de restos de cocodrilos con igual procedencia geográfica y estratigráfica que *Caudiverbera casamayorensis* (Schaeffer, 1947) sugeriría que miembros del género han vivido bajo diferentes condiciones ambientales que sus representantes vivientes.

Por su parte Chaffee (1952) concibió el área donde vivía la fauna deseadense de Scarritt Pocket, de la que formaban parte miembros de este género, como una zona selvática, semejante a las "selvas tropicales de Sur y Centroamérica", aunque las evidencias disponibles en tal sentido no son concluyentes.

Restos asignados al género *Caudiverbera* han sido recientemente citados (Casamiquela, 1976) en depósitos de la zona central de Chile: laguna de Tagua, Tagua, provincia de O'Higgins. Los niveles portadores corresponderían aproximadamente al límite Pleistoceno-Holoceno (v. Varela Barbagelata, 1976).

TABLA I: Lista de localidades fosilíferas donde se ha registrado el género *Caudiverbera*.

Localidad	Edad	Antigüedad
Laguna de Tagua-Tagua, provincia de O'Higgins, Chile 34°30'S - 71°06' O		Pleistoceno superior-Holoceno
Barranca de los Loros, costa meridional del río Colorado, provincia de Río Negro. 37° 45' S-67° 40' O	Friasense o Chasicense	Mioceno superior o Plioceno inferior
Laguna Blanca y Río Guenguel, norte del lago Buenos Aires, provincia de Santa Cruz. 46° 10' S-71° 30' O	Friasense	Mioceno superior
S del lago Colhué-Huapí, provincia del Chubut. 45° 42' S-68°40' O	Colhuehuapense	Oligoceno superior
Scarritt Pocket, SO de Rinconada de los López, O de Sierra Canquel, provincia del Chubut. 44° 35' S-68° 25' O	Deseadense	Oligoceno inferior
S de Cañadón Hondo, provincia del Chubut. 45° 20' S-67° 40' O	Casamayorensis	Eoceno inferior

Agradecimientos

La autora agradece a los Dres. J. M. Gallardo y G. del Corro del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" por haber facilitado el material estudiado

en este trabajo. Igualmente agradece a los Dres. Zulma B. de Gasparini y Rosendo Pascual del Museo de La Plata por la lectura crítica del manuscrito.

Lista de trabajos citados en el texto

- Ameghino, F. 1900-1902. *L'age des formations sédimentaires de Patagonie*. An. Soc. Cient. Arg., L (1900): 109-130, 145-165, 209-229; LI (1901): 20-39, 65-91; LII (1901): 145-165, 244-250; LIV (1902): 161-180, 220-249, 283-342.
- 1902. *Première contribution a la connaissance de la faune mammalogique des couches à Colpodon*. Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba, XVII: 71-140.
- 1906. *Les formations sédimentaires du Crétacé supérieur et du Tertiaire de Patagonie avec un parallèle entre leurs faunes mammalogiques et celles de l'ancien continent*. An. Mus. Nac. Buenos Aires, XV, ser. 3, 8: 1-568.
- Bordas, A. 1939. *Diagnosis sobre algunos mamíferos de las capas con Colpodon del valle del río Chubut (República Argentina)*. Physis, XIV: 413-433.
- Báez, A. y Z. B. de Gasparini. 1977. *Origen y evolución de los anfibios y reptiles del Cenozoico de América del Sur*. Acta Geológica Lilloana, XIV: 149-232.
- Camacho, H. 1974. *Bioestratigrafía de las formaciones marinas del Eoceno y Oligoceno de la Patagonia*. An. Acad. Cs. Ex. Fis. y Nat. Buenos Aires, XXVI: 39-57.
- Casamiquela, R. 1959. *Un anuro gigante del Mioceno de Patagonia*. Asoc. Geol. Arg. Rev. XIII, (3-4): 171-183.
- 1963. *Sobre un par de anuros del Mioceno de Río Negro (Patagonia): Wawelia gerholdi n. gen. et sp. (Ceratophrynidae) y Gigantobatrachus parodii (Leptodactylidae)*. Ameghiniana, III (5): 141-160.
- 1976. *Los vertebrados fósiles de Tagua-Tagua*. Actas Primer Cong. Geol. Chileno, Santiago de Chile, 1976. I: C87-C102.
- Cei, J. 1962. *Batracios de Chile*. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago de Chile. 128.
- Chafee, R. 1952. *The Deseadan vertebrate fauna of the Scarritt Pocket, Patagonia*. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., XCVIII: 503-562.
- Frenguelli, J. 1931. *Nomenclatura estratigráfica patagónica*. An. Soc. Cient. Santa Fe, III: 1-117.
- Hecht, M. 1963. *A reevaluation of the early history of the frogs*. Part II. Syst. Zool., XII (1): 20-35.
- Heyer, W. 1975. *A preliminary analysis of the intergeneric relationships of the frog family Leptodactylidae*. Smithsonian Contrib. to Zoology, Nº 199: 1-55.
- Lynch, J. 1971. *Evolutionary relationships, osteology and zoogeography of Leptodactyloid frogs*. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist., Miscel. Pub. Nº 53: 1-238.
- Patterson, B. y R. Pascual. 1968. *The fossil mammal fauna of South America*. Quart. Rev. Biol., XLIII: 409-451.
- Pascual, R. y O. Odreman Rivas. 1971. *Evolución de las comunidades de los vertebrados del Terciario argentino. Los aspectos paleozoogeográficos y paleoclimáticos relacionados*. Ameghiniana, VIII (3-4): 374-412.
- 1973. *Las unidades del Terciario portadoras de mamíferos. Su distribución y sus relaciones con los acontecimientos diastróficos*. Actas V Cong. Geol. Arg., Carlos Paz, 1972, III: 295-336.
- Schaeffe, B. 1947. *An Eocene serranid from Patagonia*. Am. Mus. Nov., 1331: 1-9.
- 1949. *Anurans from the Early Tertiary of Patagonia*. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., XCIII: 41-68.
- Simpson, G. 1933. *Stratigraphic nomenclature of the Early Tertiary of Central Patagonia*. Am. Mus. Nov., 644: 1-13.
- 1935. *Early and Middle Tertiary geology of the Gaiman region, Chubut, Argentina*. Am. Mus. Nov., 775: 1-29.
- 1940. *Review of the mammal-bearing Tertiary of South America*. Proc. Am. Phil. Soc., LXXXIII (5): 649-709.
- 1941. *The Eocene of Patagonia*. Am. Mus. Nov., 1120: 1-15.
- Uliana, M. y H. Camacho. 1976. *Estratigrafía y Paleontología de la Formación Vaca Mahuida (Provincia de Río Negro)*. Actas I Cong. Arg. Paleont. y Bioestr., Tucumán 1974, II: 357-373.
- Varela Barbagelata, J. *Geología del Cuaternario de Laguna de Tagua-Tagua (Provincia de O'Higgins)*. Actas Primer Cong. Geol. Chileno, Santiago de Chile, 1977; D81-D114.

Recibido: marzo 23, 1975.

NOTA BREVE

NATURALEZA PERALCALINA Y EDAD DE AFLORAMIENTOS VOLCANICOS Y SUBVOLCANICOS DE LAS SIERRAS DE APAS Y NEGRA (TELSEN), PROVINCIAS DE RIO NEGRO Y CHUBUT

HUGO CORBELLA y ENRIQUE LINARES

En 1974, durante un sobrevuelo de exploración a la Sierra de Apas, pudo observarse intruyendo un edificio volcánico severamente entallado por la erosión, la existencia de un haz de diques radiales de naturaleza traquítica (s.l.) (Corbella, 1975a). Alentados por este hallazgo y ante la posibilidad de encontrar estructuras mineralizadas asociadas a este diseño radial, se realizó recientemente un reconocimiento de esta sierra. Asimismo, con el fin de reconocer la naturaleza de las rocas alcalinas, se efectuaron varios cortes a la vecina Sierra Negra de Telsen iniciando su relevamiento.

El estudio de las muestras así recogidas ha permitido reconocer en ambas sierras asociaciones litológicas peralcalinas que incluyen rocas basálticas alcalinas (s.l.), traquíticas (s.l.) y rocas de composición riolítica peralcalina.

Dentro de estas rocas, muchas de las traquitas (s.l.) y todas las riolitas peralcalinas exhiben asociaciones de minerales félicos caracterizadas por la presencia de algunos o de todos los siguientes minerales: aegirina, arfvedsonita, barquevicita, riebeckita y cossirita.

Esta asociación de minerales ferromagnésicos (aludidos anteriormente, Corbella, 1975b) denuncia la naturaleza peralcalina de muchas de las rocas aflorantes en la Sierra de Apas y en la Sierra Negra de Telsen.

En la Sierra de Apas, la secuencia de abajo hacia arriba incluye: rocas de composición riolítica peralcalina (s.l.), traquítica (s.l.) y basáltico (s.l.).

Varios cuerpos intrusivos subvolcánicos de naturaleza peralcalina y sobresaturada atraviesan total o parcialmente esta secuencia.

Entre ellos se destaca el que da lugar al Cerro Hachado, próximo a la actual depresión central del aparato. Este cuerpo, de composición peralcalina sobresaturada, exhibe facies de textura microgranular a veces miarolítica. En los bordes del cuerpo se han desarrollado, por efecto de la intrusión, cavidades tensionales. Tanto las cavidades miarolíticas como las tensionales están con frecuencia parcialmente ocupadas por macrocristales de hasta 2 cm de aegirina y/o riebeckita o arfvedsonita.

Fuera ya de la zona central del apilamiento, se destacan los cuerpos que forman los Cerros Grandes y La Marabella.

Los diques que conforman el diseño radial antes referido, también son de naturaleza peralcalina (no advertida en un comienzo). Estos últimos, por atravesar la casi totalidad del apilamiento volcano-piroclástico así como a las rocas del cuerpo subvolcánico del Cerro Hachado, se consideran de emplazamiento relativamente tardío dentro del conjunto magmático de la Sierra de Apas.

La edad absoluta calculada por uno de los autores (E.L.) a partir de una muestra de estos diques mediante la determinación de la relación K/Ar, ha arrojado valores de 31 ± 2 millones de años, lo cual ubica a la fase tardía de este volcanismo en el Oligoceno medio. Esta edad justifica el intenso desmantelamiento erosivo que ostenta este centro eruptivo.

La descripción de la geología, petrografía y quimismo de los afloramientos volcánicos, así como de las particulares características de los cuerpos subvolcánicos de la Sierra de Apas y de la Sierra Negra de Telsen, darán lugar a próximos informes.

Lista de trabajos citados en el texto

- Corbella, H. 1975a. Diseño radial de diques traquíticos en la Sierra de Apas, Macizo Norpatagónico, Provincias de Chubut y Río Negro, Argentina. *Asoc. Geol. Arg., Rev.* 30: 110-111.
 Corbella, H., 1975b. Hallazgo de un complejo alcalino vinculado a megatrazas de fracturas corticales en la Sierra de Queupuniyeu, Macizo Norpatagónico, Provincia de Río Negro, Argentina. *Actas del II Congreso Iberoamericano de Geología Económica*, 4: 45-68.

Recibido: noviembre 5, 1976.

COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

HEDBERG H. D. (ed.), 1976. *International Stratigraphic Guide*, 200 pp. J. Wiley & Sons, New York. U\$S 9.50.

A principios de 1976 fue publicada la *International Stratigraphic Guide*, con la que se intenta normalizar en el ámbito mundial, los principios, procedimientos y terminología de la clasificación estratigráfica. Es sabido que desde el 1er. Congreso Geológico Internacional, realizado en París en 1878, la comunidad geológica ha bregado incesantemente por la adopción de un único sistema de clasificación estratigráfica. El tema ha estado presente, en mayor o menor medida, en todos los congresos geológicos subsiguientes, y en los últimos 25 años ha sido estudiado especialmente por la Subcomisión Internacional de Clasificación Estratigráfica (ISSC — International Subcommittee on Stratigraphic Classification), dependiente en última instancia de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS). Como resultado de la evaluación y discusión de la información y de los diferentes puntos de vista existentes, la ISSC ha ido obteniendo un cierto acuerdo sobre diversos tópicos, el que ha quedado documentado en publicaciones específicas efectuadas en los Congresos Geológicos Internacionales 21 (Norden, 1960), 22 (India, 1964) y 24 (Canadá, 1972). Dentro de esta línea la *Guía Estratigráfica Internacional* constituye un jalón más. Ella no es sin embargo un código, admitiéndose explícitamente que en el futuro se introducirán modificaciones y mejoras y que existen numerosos puntos sobre los cuales no existe unidad de criterios. Con su publicación se trata de informar, sugerir y recomendar, aunque se apunta en definitiva y pese a que se reconoce la utilidad de los códigos nacionales y regionales, al establecimiento eventual de un sistema único de reglas internacionales. En este sentido la guía constituye una excelente base de partida para una nueva etapa, pues en su elaboración han participado, ya sea a nivel individual o como miembros de subcomisiones o grupos de trabajo de la

IUGS u organizaciones nacionales, casi 150 geólogos de más de 50 países.

La guía está dividida en 8 capítulos. Tras el primero, de carácter introductorio, siguen en los que se enumeran los distintos tipos de unidades, la terminología y definiciones correspondientes, y los procedimientos a seguir en el establecimiento de las mismas.

Allí, pese a que se enfatiza que solamente hay una estratigrafía, se manifiesta la necesidad de usar diferentes clases de unidades para expresar inteligiblemente las variaciones de las diversas propiedades y atributos de los estratos. El capítulo 4 está dedicado a "Stratotypes" (secciones tipos) y los 3 subsiguientes a las unidades lito-, bio- y cronoestratigráficas, que por ser las mejor conocidas y más comúnmente usadas han recibido mayor atención; el último capítulo trata de las relaciones que éstas y otras guardan entre sí. Se anexan además 4 apéndices: el primero incluye la lista de los miembros de la ISSC; sigue otro sobre las circulares publicadas y las bibliotecas donde se las puede consultar; el tercero comprende una nómina de códigos nacionales y regionales; y el último el registro detallado de votos —85 por la afirmativa y 3 por la negativa— para la publicación de la guía. Esta finaliza con una bibliografía de casi 1400 títulos, originados en prácticamente todos los países del mundo.

La presencia argentina en una obra de tanta significación está representada por los nombres de los doctores H. J. Harrington y E. O. Rolleri. El primero figuró a título personal en el año 1955 entre los 32 primeros miembros de la ISSC; el segundo es incluido en su calidad de Presidente del Comité Argentino de Nomenclatura Estratigráfica (CANE). A nivel bibliográfico, solamente se encuentran 4 citas correspondientes a otros tantos autores argentinos. La publicación de esta guía y el grado de desarrollo del intercambio científico internacional indican que en los próximos años se acelerará el proceso tendiente a concretar un único código y léxico internacional, con sus ne-

cesarias traducciones oficiales a diferentes idiomas, entre ellos el castellano. Consecuentemente debería hacerse la necesaria para que la presencia argentina se haga sentir de manera activa en estos trabajos, trasladando al foro internacional ideas y opiniones, no necesariamente coincidentes, producto de una amplia discusión a nivel nacional. Para esto último se cuenta ya, no sólo con el código vigente, el cual responde en definitiva a los lineamientos de la guía internacional, sino también con los comentarios al mismo y proyecto alternativo oportunamente presentados por los doctores H. J. Harrington y J. C. M. Turner, y con la primera parte del *Léxico Estratigráfico de la República Argentina*. Paralelamente el CANE deberá iniciar gestiones para obtener que la biblioteca de alguna institución oficial argentina sea incluida en la lista de las depositarias oficiales de todas las circulares (1955-1977) producidas por la ISSC, en la cual hasta la fecha no figura ninguna de un país de habla hispana. Mientras tanto la *Guía Estratigráfica Internacional* constituirá un elemento de suma utilidad para el trabajo cotidiano del geólogo.

E. O. Rolleri y A. C. Riccardi

WENK, H. R. (Ed. coord.) CHAMPNESS, P. E.; J. M. COWLEY; A. H. HEUER; G. THOMAS y N. J. TIGNE, (Ed.), 1976. *Electron Microscopy in Mineralogy*, 272 ilustraciones; 15 tablas; 564 páginas. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag U\$S 39.40.

La microscopía electrónica se ha convertido en un instrumento ideal para la investigación de minerales en el rango de 100 - 10.000 Å. Sus más importantes aplicaciones comprenden la determinación de micro es-

tructuras y el análisis de inhomogeneidades tales como defectos, dislocaciones, precipitados sub-microscópicos, inclusiones, dominios, etc. Los resultados proporcionan a los investigadores nuevas ideas sobre la génesis de minerales y rocas.

El propósito principal de este libro es proporcionar al mineralogista un adecuado acceso a este nuevo campo, mostrándole las ventajas de la microscopía electrónica e ilustrando con numerosos ejemplos cómo la microestructura puede ser interpretada en términos de la Geología Histórica. Se pone énfasis en la microscopía de transmisión (TEM) la técnica que por mucho, ha dado el más grande impacto en la investigación mineralógica. Pero adicionalmente, unos pocos ejemplos demuestran recientes avances en la microscopía electrónica de barrido (SEM), la cual puede ser una técnica igualmente importante.

El libro cumple tres finalidades: primero, como introducción para el mineralogista activo; segundo, como texto para un curso avanzado de mineralogía y cristalografía; y tercero como completa referencia para el microscopista electrónico.

La edición de este libro surge de la inquietud y el esfuerzo de los organizadores de la Conferencia de Berkeley de la Asociación Americana de Cristalografía (1974), de donde se constituyó el grupo editor que trazó los lineamientos de su texto que comprende desde fundamentos de la microscopía electrónica, técnicas diversas y experimentales, diversos ejemplos de exsolución, fases polimórficas, defectos estructurales y técnicas especiales y aplicaciones. Cada capítulo está acompañado de amplias referencias bibliográficas y en todas sus partes se aprecia la excelente presentación de textos e ilustraciones de esta edición.

Oscar Losada

INFORMACIONES

CREACION DE UN PARQUE GEOLOGICO MUNICIPAL

“Se bien que la idea ha de provocar más de una sonrisa en Buenos Aires; tal vez, algo más. Perdónelos y siga adelante. Ud. ha comprendido que una ciudad no es simplemente una reunión de casas, más o menos numerosas, y que una Capital ha de tener multitud de atractivos que, aunque parezcan frívolos y de puro lujo para algunos, son, sin embargo, agentes poderosos de prosperidad.”

Párrafo de una carta de Carlos Pellegrini dirigida a Torcuato de Alvear, en apoyo de la formación de los Jardines Botánicos y Zoológico; emitida en París, el 3 de Agosto de 1883.

Con un espíritu similar al que animara la creación de los Jardines Botánico y Zoológico, la Asociación Geológica Argentina se ha dirigido al Sr. Intendente de la Ciudad de Buenos Aires llevando a su consideración la posibilidad de constituir un Parque Geológico Municipal. Transcribimos a continuación el texto de la nota elevada con dicho objeto.

Buenos Aires, 31 de Octubre de 1977

Señor Intendente de la Ciudad
de Buenos Aires.
Brig. Mayor (R.E.) Don Osvaldo A.
Cacciatore
Av. de Mayo 525
Buenos Aires

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ud., en nombre de la Asociación Geológica Argentina, con el fin de señalar una falencia a nivel municipal, que por razones de tradición no se ha manifestado, pero una vez apuntada se agranda y agiganta: LA AUSENCIA DE UN PARQUE GEOLOGICO MUNICIPAL.

Como es de su conocimiento, Sarmiento, en la ley promulgada en el año 1874, proyectó el Parque 3 de Febrero, contemplando la posibilidad del funcionamiento de un recinto que alojara especies animales y vegetales, pero esta parte del proyecto fue objeto de sonrisas y bromas.

Sólo el decidido apoyo de Carlos Pellegrini a tal iniciativa, terminó de convencer a Torcuato de Alvear de la conveniencia de crear un jardín zoológico.

Ya en sus orígenes, se reconoce la visión del Gran Maestro en la fundación de la escuela, viva y de enseñanza continua, que son los grandes parques de exhibición.

Demás está decir, que de ninguna manera éstos pueden ser suplantados por los Museos de Ciencias Naturales, sino que se complementan, pues, en sí, presentan un enfoque diferente, produciendo una impresión en la juventud que, no pocas veces, despierta vocaciones que se proyectan en las ramas científicas o técnicas ligadas a los Reinos Naturales.

Aquí, me veo obligado a llamar la atención por las condiciones desventajosas en que se encuentra la Geología en la divulgación de sus particularidades, y aún más, la del Reino Mineral.

Las falencias seculares en la promoción del conocimiento de este Reino, han dado como resultado un país desarmónicamente desarrollado: agrícola ganadero; pero sin una explotación acorde en las diversas posibilidades que presenta el reino inorgánico.

Entendiendo que la situación económica general puede demorar la feliz iniciativa de la creación de un Parque Geológico Municipal, me permito adelantar que un parque de este tipo no requiere un mantenimiento, e incluso una erogación inicial de la envergadura que necesitarían sus similares. Además, no es aventurado predecir que diversas instituciones nacionales podrían realizar importantes aportes para la materialización del mismo.

Finalmente, deseo expresar el espíritu de colaboración que anima a la Asociación Geológica Argentina, que con más de treinta años de actuación en pro del desarrollo del conocimiento geológico argentino, se pone a su disposición con el fin de coadyudar en las actividades municipales que apunten hacia la divulgación de las Ciencias Geológicas.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para saludar a Ud. con mi más distinguida consideración.

Dra. Milka K. de Brodtkorb
Secretaria

Dr. Norberto Malumián
Presidente

NECROLOGIA

SR. DR. CARLOS DAVID STORNI

1884-1977

"Deseo una ceremonia fúnebre discreta y humilde. De ser posible, me agradaría ser sepultado en tierra. Transcurridos unos días, avisen de mi deceso a mis amigos los geólogos."

Tales, las últimas y únicas indicaciones del Dr. Carlos David Storni, ex Presidente y Miembro Honorario de la Asociación Geológica Argentina, fallecido en Vicente López, provincia de Buenos Aires, el 5 de enero de 1977.

No parecen necesarias más palabras para reflejar en toda su dimensión la envergadura de un ser humano.

Con su desaparición, se cierra un capítulo fundamental en la actividad comunitaria de nuestra profesión.

Nació en Tucumán el 7 de Febrero del año 1884 de padre suizo y de madre criolla *"oriunda de la Prov. de Santiago del Estero, descendiente de hispanas familias antiguamente radicadas en los departamentos sureños de dicha provincia y más apropiadamente en el Ojo de Agua, de donde emigraron en los tiempos de la tiranía"*, según sus propias palabras.

Hacia fines de 1900 se graduó de maestro, en la Escuela Normal de Tucumán, indicación primigenia de su irresistible amor por la Patria y por la siembra, constantes permanentes de su vida trajinada y profícua.

En 1901, fundada la Escuela Superior Sarmiento, fue encargado *"de la dirección de un grado inferior y la enseñanza del francés en sexto grado, idioma que aprendí guiado por mi padre"*.

En Octubre de 1902 se traslada a Córdoba, becado por el Gobierno de la Nación, para incorporarse al núcleo de alumnos fundadores de la Escuela de Agricultura.

Obtiene su diploma de Perito en Agricultura y Zootecnia en la Escuela de igual tipo y categoría, creada en Casilda simultáneamente con la de Córdoba. El Dr. Storni ha relatado los motivos de este traslado que se produjo *"para poner término a nuestras quejas por la pérdida de tiempo que representaba la organización de aquella Escuela,*

que asumía un tipo exótico, manejado por personal que en sus distintas jerarquías era francés y belga, que ignoraba las características de nuestra agricultura y ganadería y que por añadidura hablaba casi exclusivamente el francés, aparte de que por tener el Director una representación diplomática, la bandera de Bélgica era la única que flameaba sobre nuestra escuela argentina".

En mérito a su condición de número uno entre los de su promoción en 1905, es designado ayudante del jefe de Cultivos en la Escuela de Casilda con el sueldo de 20 pesos mensuales *"que alcanzaba para satisfacer mis pocas necesidades"*, y en 1906 profesor de la Escuela de Agricultura de San Juan. Ya en 1907 es Secretario de la misma y en 1908 Administrador y Profesor de la Escuela de Fruticultura de San Juan.

A principios de 1910 obtiene *"una modesta beca especial de 60 pesos mensuales"* acordada por Gobierno Sanjuanino para realizar estudios de Vitivinicultura en Conegliano, Italia.

Cuenta Storni en documentos familiares: *"El período de vacaciones que se iniciaba cuando llegué a Conegliano, me sirvió para aprender completamente el idioma, al que dediqué preferente atención, para adaptarme al ambiente, gestionar mi inscripción al Instituto y hallarme preparado en el momento de iniciación de los nuevos cursos"*.

"En atención a los antecedentes presentados al Consejo de la Escuela Superior se permitió mi incorporación al segundo año de la misma, concesión que constituyó una distinción y un gran beneficio dado los escasos recursos con que contaba. Estudié con interés, con asiduidad, procurando prestigiar mi nacionalidad".

De cómo cumplió este último objetivo habla claro lo dicho por el Director de la Escuela en la ceremonia de colación de grados.

"Carlos D. Storni, pongo en vuestras manos este diploma que os permitirá actuar en la industria enológica de vuestro hermoso país; pero como fuiste un estudiante asiduo,

correcto, comprensivo y que muestra una sólida preparación, que revela un grado muy elevado de aprovechamiento que os colocó siempre en el primer puesto en todas las materias, S.E. el Sr. Ministro de Agricultura, Industria y Comercio, a propuesta del Consejo de esta Escuela Superior y lo informado por el Real Comisario os acordó el Premio Medalla de Oro Antonio Carpené.

Es esta la primera vez en los treinta y cinco años de existencia de esta benemérita Escuela Superior de Enología que esta medalla se otorga a un extranjero, pero ella va con el ex-alumno que en la promoción de 1912 alcanzó las más altas calificaciones".

De regreso en el país prosigue su labor en el Ministerio de Agricultura donde cubre una vastísima tarea que culmina a partir de 1930 con la alta jerarquía de Director General de Agricultura y Defensa Agrícola de la Nación.

Alcanza los beneficios de la jubilación en 1940.

De esta instancia agrícola en la dilatada y provechosa vida del Dr. Storni son destacables los siguientes aspectos principales:

Reorganización y creación de establecimientos oficiales y otros.

Reorganización de la Escuela de Fruticultura de San Juan, e instalación de bodega y fábrica de conservas, 1923-24.

Reorganización de la Escuela de Agricultura de Córdoba e instalación de una vaquería modelo y construcción de un gran silo, 1925-26.

Creación del Instituto Bacológico (sericícola) anexo a la Escuela de Agricultura de Córdoba e introducción de variedades de gusanos de seda de distintas procedencias e instalación de máquina devanadora, 1926.

Fundador y organizador de la Estación Experimental de Manfredi F.C.C.A. (provincia de Córdoba), 1926.

Fundador y organizador de la Estación Experimental "Laplacete", ubicada en la Estación Ramón J. Cárcano, F.C.C.A. (provincia de Córdoba) 1937.

Creador y fundador de la Estación Experimental de Cañadón León, territorio de Santa Cruz, 1938.

Creador y fundador del Parque *José Félix Villarino*, en Zavalla (provincia de Santa Fe), siendo el autor del proyecto del parque y escuela, 1937-40.

Coautor del proyecto de fábrica de aceite de oliva en el Vivero de La Rioja y bajo cuyo auspicio se construyó el edificio, 1939-40.

DISTINCIONES (1)

Medalla de oro y Diploma "Premio Antonio Carpené" de la Escuela Superior de Viticultura y Enología de Conegliana, Italia, 1912.

Jurado único para productos enológicos de la Exposición Provincial de 1926, Córdoba.

Jurado designado por la Institución Mitre, para la adjudicación de premios a la producción científica de carácter agrícola, 1931, Capital Federal.

Medalla y diploma otorgados por la Asociación de Cooperativas Argentinas en el acto inaugural del gran elevador de Rosario, 1931.

Vocal de la comisión Organizadora del VI Congreso Internacional del Frío, realizado en Buenos Aires, 1931-34.

Diploma y medalla de oro por la actuación en el mismo Congreso, 1934.

Miembro de la Comisión especial para la firma del Convenio con la Corporación Americana, para la construcción de elevadores de granos, 1931.

Miembro de la Comisión para el estudio de la propuesta Howe y Cía. de Port Arthur, Canadá, para la construcción de elevadores de granos, 1931.

Presidente de la Comisión para la fijación del precio básico del maíz, 1932.

Miembro de la Comisión para el estudio de un plan para abrir y asegurar nuevos mercados de consumo, especialmente en Extremo Oriente, 1932.

Miembro y Presidente de la Comisión para el estudio de las bases de un proyecto de ley para la producción y comercio de granos, 1932.

Miembro y Presidente de la Comisión, para el estudio de los *mejoradores* empleados en la industria molinera y panaderil, 1932.

Miembro de la Comisión especial de estudio de la situación de la provincia de Entre Ríos y otras regiones del país y proveer lo necesario para aliviar el malestar reinante, 1933.

Vocal del Comité Organizador del V Congreso de Enseñanza Agrícola, 1935.

Miembro representante del Ministerio de Agricultura, para el estudio de la propuesta de venta al Estado (YPF) de las propiedades rurales conocidas con los nombres de *Los Reyunos, Piedras de Ajilar y El Sosneado*, en la Provincia de Mendoza, 1934-35.

(1) Calificadas así por el propio Dr. Storni en una relación de sus actividades.

Miembro delegado ante la Sociedad Internacional de Geografía, en representación del Ministerio de Agricultura, 1934.

Miembro de la Comisión para la preparación de un proyecto de ley nacional, sobre fomento de la investigación agrícola, 1936-37.

Miembro de la Comisión Consultiva Nacional de Bosques, 1936-40.

Presidente para la Comisión de estudio de la erosión en la provincia de Córdoba y territorio de La Pampa, 1938.

Miembro de la Comisión para el estudio de la producción y comercio de forrajes, 1938.

Miembro de la Comisión para el estudio de un proyecto ley para contralor y comercio de la semilla de hortalizas, forestales, industriales, etc., 1938.

Delegado del señor Ministro de Agricultura, a las fiestas del Cincuentenario de Devoto, provincia de Córdoba, 1938.

Delegado y miembro del V Congreso de Fruticultura en Tucumán, 1939.

Miembro de la Comisión Meteorológica Argentina, conforme a lo establecido en el art. 6 de la ley 12.252 y art. 11 del decreto N° 93.646, reglamentario de aquélla, 1939.

Miembro de la Comisión organizadora de la concurrencia a la Exposición de San Francisco y Nueva York y diploma y medalla por la actuación en la misma, 1937-39.

Presidente del Tribunal de Fiscalización de Semillas conforme a lo dispuesto en el art. 4 del Decreto 39.617, 1939.

Medalla de oro ofrecida en acto público por los Directores del Ministerio de Agricultura, con asistencia de S.E. el señor Ministro, 1940.

Medalla de oro y pergamino, ofrecido en acto público por el personal de la Dirección de Agricultura de la Nación, 1940.

PUBLICACIONES

La Prospaltella berlesei. Folleto de divulgación. Bs. As., 1915.

Fenómenos teratológicos. Rev. de la Facultad de Agronomía y Veterinaria. Tomo 3 pág. 288 y sig., Bs. As., 1921.

Instrucciones para organización, defensa y reconstitución del viñedo argentino. Ministerio de Agricultura, Circular N° 137. Bs. As., 1923.

La Fruticultura en San Juan. Revista B.A.P., Año 7, número 81, pág. 53 y sig., Bs. As., 1924.

Cuestiones vitícolas que interesan a San Juan. Revista B.A.P., Año 7, número 82, pág. 63 y sig., Bs. As., 1924.

Cuestiones vitícolas que interesan a San Juan. Idem número 83, pág. 57, y sig. Bs. As., 1924.

Cuestiones vitícolas que interesan a San Juan. Idem. N° 84, pág. 65 y sig. Bs. As., 1924.

Cuestiones vitícolas que interesan a San Juan. Idem N° 85, pág. 51 y sig., Bs. As., 1924.

Descripción de vidueños que se cultivan en Argentina desde la época colonial. 64 pág. y 7 láminas, Córdoba, 1827.

La viticultura en el Departamento de San Javier. Prov. de Córdoba. 70 pág. Folleto N° 19 editado por el F.C.B.A.P., Bs. As., 1928.

Physis (revista de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales), Tomo XIV, pág. 97 a 113. Segunda Reunión, Mendoza 3 al 11 de Abril de 1937. Sección Geología, Bs. As., 1939.

La erosión de los suelos. Diario La Razón, Bs. As., 14 de Junio de 1939.

El clima y el relieve, como factores de la producción de trigo en la Prov. de Bs. As. (En colaboración). Mi Gaceta, Revista agrícola ganadera, pág. 38 a 47, Bs. As., 1939. Año IV, N° 42.

En 1918, viajando con tropa por el sud de Neuquén, encuentra atascado en un pedregal a un vehículo automotor. En él viajaban un caballero alemán, su esposa y su pequeño hijo. Prestados los auxilios necesarios, sus caminos se separan. En 1926, siendo el Sr. Storni Director de la Escuela de Agricultura en Córdoba, recibe la visita del caballero teutón. Es nada menos que el eminente geólogo, a la sazón profesor de geología en la histórica Casa de Trejo, Dr. Anselmo Windhausen.

De este segundo encuentro nace la decisión de iniciar los cursos del doctorado en

la Escuela de Ciencias Naturales de aquella ciudad. Alimentaba tal esfuerzo, según la dice nuestro memorable colega en correspondencia a sus hijos "el propósito fundamental de hallarme siempre capacitado para servir lo mejor posible al país". Obtiene su doctorado a comienzos del año 1932.

En el año 1931 ya aparece la vigorosa y pujante personalidad del Dr. Storni ejerciendo cargos directivos en la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales y en la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA.

Esto es el comienzo de una labor, que sal-

vo una *impasse* durante la cual el Dr. Storni se radica temporalmente en las sierras cordobesas, prosigue con inusitado empeño, profunda generosidad y total desinterés, hasta casi la hora final de su larga existencia, promoviendo la actividad geológica en sus manifestaciones técnico-científicas y comunitarias.

De su estadía en la población serrana, aparte de una finca olivarera modelo creada por él desde la nada y con recursos más que precarios, quedan el servicio de luz eléctrica y la construcción de un buen hotel, concretados mediante apoyos crediticios y políticos que sus innumerables amigos de los grandes centros poblados le prestaron sin retaceos. Pero también queda, imponderable pero infinitamente más valiosa, la gratitud de tanta gente humilde a quienes consiguió becas para sus hijos, impartió instrucción agrícola, o dictó clases de francés e italiano para complementar deficiencias en alumnos del bachillerato y magisterio y tantos otros apoyos. Desde luego, que todo ello a título gratuito.

Cuando un grupo de geólogos argentinos comenzó a planear la creación de una Asociación Geológica Argentina, el Dr. Storni fue uno de sus propulsores más entusiastas y en definitiva factor decisivo de su creación, según lo contara el eminente Horacio Harrington, al celebrarse su vigésimo aniversario.

El Dr. Storni es vicepresidente de la primera comisión y el encargado de redactar la declaración de principios de la Asociación. Poco tiempo después por renuncia del Dr. Harrington, pasa a presidir la misma. A

partir de entonces su nombre casi se convierte en sinónimo de la Asociación Geológica Argentina.

Cuanto hizo desde la misma es muy largo de relatar y difícil de valorar en su misma esencia, salvo por aquellos profundos conocedores del ambiente y además frecuentadores asiduos de su amistad, o colaboradores estrechos de su gestión como integrantes de las varias comisiones directivas que le tocó presidir.

Pero tal vez creyendo que lo realizado por la profesión común no era suficiente, decidió crear, a expensas de sus menguados recursos, un premio en efectivo para gratificar al mejor trabajo científico de geólogos jóvenes publicado en la revista de la Asociación Geológica.

Como corolario de esta actitud, pocos meses más tarde se presenta ante el Consejo Superior Profesional, solicitando con toda humildad se le exima, por falta de recursos, del pago de la matrícula profesional. Como detalle complementario cabe agregar que no ejercía la profesión.

La obtención de la sede propia fue otro de sus desvelos, que felizmente disfrutó plenamente al verla materializada. Cuando en la Casa del Geólogo se afincaron todas las asociaciones que reúnen las parcialidades del quehacer geológico argentino, fue el patriarca que con un dejo de eternidad en su sonrisa melancólica, contempla satisfecho los frutos de su esfuerzo.

En los apartados siguientes he reunido en apretada síntesis, la principal de las actividades geológicas del Dr. Storni.

1944. Secretario del Ipinigeo.

1945. Fundador, Vicepresidente y luego Presidente de la Asociación Geológica Argentina.

1945. Conductor de las gestiones para la obtención de la personería jurídica de Asociación Geológica Argentina.

1931-33. Vocal de la Comisión Directiva de la Asociación Argentina de Ciencias Naturales.

1931-34. Vocal de la Comisión Directiva de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales.

1931-34. Vocal de la Comisión Directiva de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA.

1934-38. Vicepresidente segundo de la Comisión Directiva de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA.

1935-37. Presidente de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales.

1937. Presidente de la segunda reunión de Ciencias Naturales realizada en Mendoza.

1940-44. Vocal de la Comisión Directiva de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos.

1937-44. Miembro del Jurado para la adjudicación de premios a la producción científica general y regional, designado por la Com. Nacional de Cultura a propuesta de la Sociedad Científica Argentina.

1951-62. Representante de Asociación Geológica Argentina en el comité de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Unesco, sección Bs. As. Luego Secretario de dicha comisión y Presidente interino de la misma. Asesor en dicha comisión para la adjudicación de becas nacionales y extranjeras.

1963-71. Presidente de la Asociación Geológica Argentina.

1967. Presidente de la Comisión encargada de redactar el Código de Ética del Consejo Superior Profesional de Geología.
1969. Presidente Honorario de las Cuartas Jornadas Geológicas Argentinas.
1970. Como Presidente de la Asociación Geológica Argentina, le correspondió presidir la organización del primer Comité del Manto Superior.
En igual carácter fue Presidente del primer simposio de Estratigrafía y Paleontología del Gondwana, realizado en Mar del Plata en 1967.
- 1975-1977. Miembro Honorario de la Asociación Geológica Argentina.

DISTINCIONES

1966. Medalla de oro y diploma en homenaje de gratitud por los geólogos reunidos en las Terceras Jornadas Geológicas realizadas en Comodoro Rivadavia.

PUBLICACIONES

1933. Bosquejo geológico de la región situada al oeste de la Sierra Pintada, en el Dto. San Carlos, Mendoza. Tesis doctoral. Rev. de la Univ. de Córdoba, Año XX, N° 9 y 10, Córdoba.
1933. Rasgos fisiográficos de la región situada al norte del curso del río Diamante, Mendoza. Rev. Geog. Americana, Año 1, N° 3, Bs. As.
1938. La región comprendida entre los Lagos Viedma y Argentino. An. Soc. Arg. de Estudios Geográficos, T. VI, Bs. As.
1939. El agua subterránea en la región Scedeste de San Juan. Physis (Rev. Soc. Arg. de Ciencias Naturales), tomo XIV, Bs. As.

Lo expuesto es apenas un esbozo de cuanto ha hecho el Dr. Storni por el país y nuestra profesión. Sus aportes técnico-científicos directos, en su condición de geólogo, fueron más bien escasos. Pero personalidades así, difícilmente puede medirse con patrones convencionales.

Su generosidad, su tenaz empeño, su lucidez para guiar y estimular, y su rol fundamental como catalizador en la integración global del aporte parcializado de cada uno de nosotros, lo convirtió en un pivote esencial del desenvolvimiento y desarrollo de estos conocimientos especializados en el país durante los últimos treinta años.

Fuó su amigo de muchos años y circunstancias. Estas últimas me lo mostraron en múltiples etapas de su larga vida. No importa dónde, cuándo, cómo, para qué. Siempre

fue altivo, indoblegable, entusiasta, generoso, dispuesto para el esfuerzo común, para dar sin pedir, para hacer punta, abrir huella, para sembrar, para hacer Patria.

Toda la formalidad de su imponente figura, la voz tonante, el gesto adusto, se diluía en la intimidad donde salía a luz su alma simple, alegre, traviesa, con mucho de la agudeza sin maldad de nuestros campesinos.

He escrito estas líneas con emoción y reverencia a su memoria. Pero sobre todo con la íntima esperanza de que su ejemplo sirva de norma y guía a las jóvenes camadas de colegas, en la confianza de que ellos también alienten entre sus propósitos principales el de *"hallarse siempre capacitados para servir lo mejor posible al país"*.

Oswaldo Braccacini
Noviembre, 1977.

EL NUMERO 2 DE ESTE TOMO
SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 29 DE
DICIEMBRE DE 1977 EN LOS TALLERES
GRAFICOS ZLOTOPIORO S.A.C.I.F.,
SARMIENTO 3149. BUENOS AIRES,
REPUBLICA ARGENTINA.

El presente número se ha financiado
con un subsidio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
que no se hace responsable del contenido del mismo.

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA

<i>Presidente:</i>	DR. ROBERTO CAMINOS
<i>Vicepresidente:</i>	DR. JUAN CARLOS RIGGI
<i>Secretario:</i>	DR. NORBERTO MALUMIÁN
<i>Tesorero:</i>	DR. CARLOS LEOPOLDO AZCUY
<i>Vocales:</i>	LIC. MIGUEL ANGEL ULIANA LIC. FRANCISCO E. NULLO DR. GUALTER CHEBLI
<i>Vocales suplentes</i>	DR. RICARDO VARELA LIC. ROBERTO O. GAZZANI

COMISION DE LA REVISTA Y PUBLICACIONES

Director: DR. ROBERTO CAMINOS

Miembros: LIC. FRANCISCO E. NULLO y LIC. MIGUEL A. ULIANA

DELEGADOS EN EL INTERIOR

- Delegación Bahía Blanca:* Dra. Graciela Mas, Córdoba 77
Delegación Catamarca: Dr. Gustavo Toselli, Univ. de Catamarca, 4700 Catamarca
Delegación Córdoba: Dr. Carlos Gordillo, Pellegrini y Calle 8, Suc. N° 9
Delegación Comodoro Rivadavia: Dr. Gerardo Petrarca, Distr. Geol. YPF, General Mosconi
Delegación Jujuy: Dr. Ricardo Bagalciaga, Mina Aguilar, Dto. Geología, 4634 Jujuy
Delegación La Rioja: Dr. Roberto Zolezzi, Urquiza 768, P. 9, d. 1
Delegación La Plata: Dr. Ricardo Varela, Museo de La Plata, Paseo del Bosque
Delegación Mendoza: Dr. Armando Ortega Furlotti, Azopardo 313 C.N.E.A., Godoy Cruz
Delegación Rawson: Dr. Héctor Miras, Julio A. Roca 518
Delegación Río Gallegos: Dr. Adolfo Fadrique, Casilla de Correo 246
Delegación Plaza Huincul: Dr. Italo Dalla Torre, Casa 250, Campamento Uno
Delegación Salta: Dr. José Antonio Salfity, Pasaje N. Roldán 57
Delegación San Antonio Oeste: Dra. Elena Bernabo de Greco, ITNAS - C.C. 57
Delegación San Carlos de Bariloche: Dra. Guida Aliotta, C.C. 138
Delegación Santa Fe: Dra. Hetty Bertoldi de Pomar, Grand Bourg 4352
Delegación San Juan: Dr. Juvenal Jorge Zambrano, Mendoza 389 - Sur
Delegación San Luis: Dr. Jorge Raúl Fernández Tasende, C.C. 294 - 5700
Delegación San Miguel de Tucumán: Dr. Hugo Alberto Peña, Balcarce 42
Delegación Santa Rosa: Dr. José Antonio de Ormacchea, Pasaje 2, n° 245, B° Independencia
Delegación Vespucio (Salta): Dr. Federico Madel. Distr. Geol. YPF
Delegación Neuquén: Dr. Eloy L. Depiante, Mendoza 140
Delegación Rosario: Dra. Pierina Pasotti, Av. Pellegrini 494
Delegación Plan Patagonia Comahue: Dr. Hugo D Pezzuchi, Comodoro Rivadavia Km. 8, Barrio Don Bosco.

DELEGADOS INSTITUCIONALES EN BUENOS AIRES

- Agua y Energía:* Dr. Guillermo Turazzini (Córdoba 1345 - 7° p.)
Banco Nacional de Desarrollo: Dr. Luis Alberto Soruco (25 de Mayo 145)
Comisión Nacional de Energía Atómica: Dr. Juan Spikermann (Libertador 8250)
Comisión Nacional de Estudios Geohelífisicos: Dr. Jorge F. Kimpisa (Busolini 1661, San Miguel)
Consejo Federal de Inversiones: Dr. Roberto M. Sarudiansky (San Martín 871)
Dirección General de Fabricaciones Militares: Dr. Vicente Méndez (Cabildo 63)
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales: U.B.A. Dr. Armando Massabie (Ciudad Universitaria, Pabellón 2, Núñez)
Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hidricas: Dr. Carlos Schroeder (Viamonte 1145 1° p.)
Museo Argentino de Ciencias Naturales: Dr. Bruno Baldis (Angel Gallardo 470)
Obras Sanitarias de la Nación: Dra. Isolina Díaz Peña (M. T. de Alvear 1842)
Secretaría de Minería: Lic. Julio Lage (Avda. Santa Fe 1548)
Servicio de Hidrografía Naval: Lic. Gerardo Perillo (Montes de Oca 2124)
Yacimientos Carboníferos Fiscales: Dr. Federico Bergmann (Diag. Roque Saenz Peña 1190)
Yacimientos Petrolíferos Fiscales: Dr. Gualter Chebli (Diagonal Norte 777)

DELEGADOS EN EL EXTERIOR

Brasil:

- Dra. Norma M. de Melo Da Costa, Lamin. Seção de Bioestratigrafia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, CPRM, Av. Pasteur 401 - Praia Vermelha 20000, Rio de Janeiro
Dr. I. de Madeiros Tinoco, Escola de Geología, Universidad Federal de Pernambuco, Recife. Caixa Postal 2492
Dr. Oscar Røster, Instituto de Geociencias USP, Caixa Postal 20899, 01.00 São Paulo

Chile:

- Dr. Reynaldo Charrier, Departamento de Geología. Casilla 13518, Correo 21, Santiago de Chile

Paraguay:

- Dr. Gustavo Vera Morigo, Ministerio de Obras públicas y Comunicaciones, Oliva y Alberdi 5 piso, Casilla de Correo 1662. Asunción

Uruguay:

- Dr. Graciano Elizalde, Departamento Geominero, Río Branco 1388, Montevideo

CORREO ARGENTINO Central B	TARIFA REDUCIDA Concesión N° 9157
	FRANQUEO PAGADO Concesión N° 3667

CONTENIDO

Sedimentología de las psammitas del terciario inferior entre Dique Ameghino y Bota Toma, provincia del Chubut, Argentina GUIDA ALIOTTA, EDUARDO DOMÍNGUEZ Y ROGER WHEWEL	81
Metamorfismo de contacto en el Yacimiento Sur de Sierra Grande, Provincia de Río Negro EDGARDO M. GELOS	99
Perfil geológico Humahuaca - Pueblo Abra Laite (Jujuy, República Argentina) JUAN CARLOS M. TURNER Y JOSÉ A. SALFITY	111
Gneises cordieríticos en las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis, Argentina ARMANDO CARLOS MASSABIE	122
Contribución a la estratigrafía de la zona comprendida entre Estancia Ferrarotti, Cerro Colorado y Cerrito Negro - Departamento de Tehuelches - Provincia del Chubut- Argentina CESAR A. FERNÁNDEZ GARRASINO	130
Sobre <i>Teracophrys</i> (<i>anura, leptodactylidae</i>) (<i>nomina nuda</i> , de la formación Colhué-Huapí (oligoceno superior) (Provincia del Chubut, República Argentina) ANA MARÍA BÁEZ	
<i>Nota breve</i>	
Naturaleza peralcalina y edad de afloramientos volcánicos y subvolcánicos de las Sierras de Apas y Negra (Telsen), provincias de Río Negro y Chubut HUGO CORBELLA Y ENRIQUE LINARES	152
<i>Comentarios bibliográficos</i>	153
<i>Informaciones</i>	
Creación de un Parque Geológico Municipal	155
<i>Necrología</i>	
SR. DR. CARLOS DAVID STORNI	156

