

## ESTUDIO MINERALOGICO Y CONSIDERACIONES GENETICAS DEL DISTRITO MINERO "PAN DE AZUCAR", DEPARTAMENTO RINCONADA, PROVINCIA DE JUJUY

SUSANA SEGAL DE SVETLIZA

### Resumen

En esta contribución se describe la mineralogía y las consideraciones genéticas del distrito minero Pan de Azúcar en el departamento Rinconada, provincia de Jujuy, Argentina.

Se han reconocido 21 minerales, de los cuales 11 se mencionan por primera vez para este yacimiento. Los minerales primarios identificados se clasificaron en *esenciales* (blenda, galena, marcasita, pirita); *menores* (arsenopirita, bournonita, calcopirita, estannita, freibergita, greenockita, oro nativo, pirargirita, pirrotina, plata nativa, semseyita, y wurtzita) y *accesorios* (argirodita, boulangerita, casiterita, electrum y hexaestannita). Los minerales supergénicos existentes son: anglesita, cerusita, jarosita, limonitas y minerales de manganeso. Los minerales de ganga son: calcita, cuarzo, alunita, baritina, fluorita y siderita. La alteración hidrotermal del yacimiento comprende abundante caolinización, moderada a fuerte sericitización, silicificación suave a fuerte, y escasas feldespatización, fluoritización, alunitización y piritización.

Las vetas presentes son depósitos de relleno de fracturas y de escaso reemplazo de roca de caja. Las texturas de reemplazo de mena son las más destacadas, menos variadas son las texturas de formación primaria. Se ha podido efectuar una paragénesis del depósito como consecuencia del análisis de los criterios texturales, de la mena del distrito, de las evidencias geológicas, de la relación con intrusivos y del control estructural.

Se estudió al depósito de Pb-Zn-Ag en forma sistemática, comparándolo con vetas emplazadas en el sur de Bolivia en rocas subvolcánicas y se concluyó que Pan de Azúcar es un yacimiento de tipo subvolcánico, meso a epitermal, perteneciendo a la región geológica de la Puna, ubicándose dentro del ciclo metalogénico del Cretácico superior-Cenozoico.

### Introducción

Teniendo en cuenta que Pan de Azúcar es un importante depósito de Pb-Zn-Ag fue interesante el estudio de la mineralogía y consideraciones genéticas en forma intensa y detallada, no sólo para su conocimiento en sí sino también para relacionarla con

### Abstract

The mineralogy and the genetic considerations of Pan de Azúcar mine, Rinconada department, in the province of Jujuy, Argentina, are described in this contribution.

Twenty ore minerals have been recognized, eleven of which are mentioned for first time for this deposit. The primary minerals are classified in: *essentials* (sphalerite, galena, marcasite, pyrite); *minors* (arsenopyrite, bournonite, chalcopirite, stannite, freibergite, greenockite, gold, pyrrhotite, silver, semseyite and wurtzite) and *accessories* (argyrodite, boulangerite, cassiterite, electrum and hexastannite). The supergene minerals are: anglesite, cerusite, jarosite, limonites and manganese minerals. The gangue minerals are: calcite, quartz, alunite, baryte, fluorite and siderite.

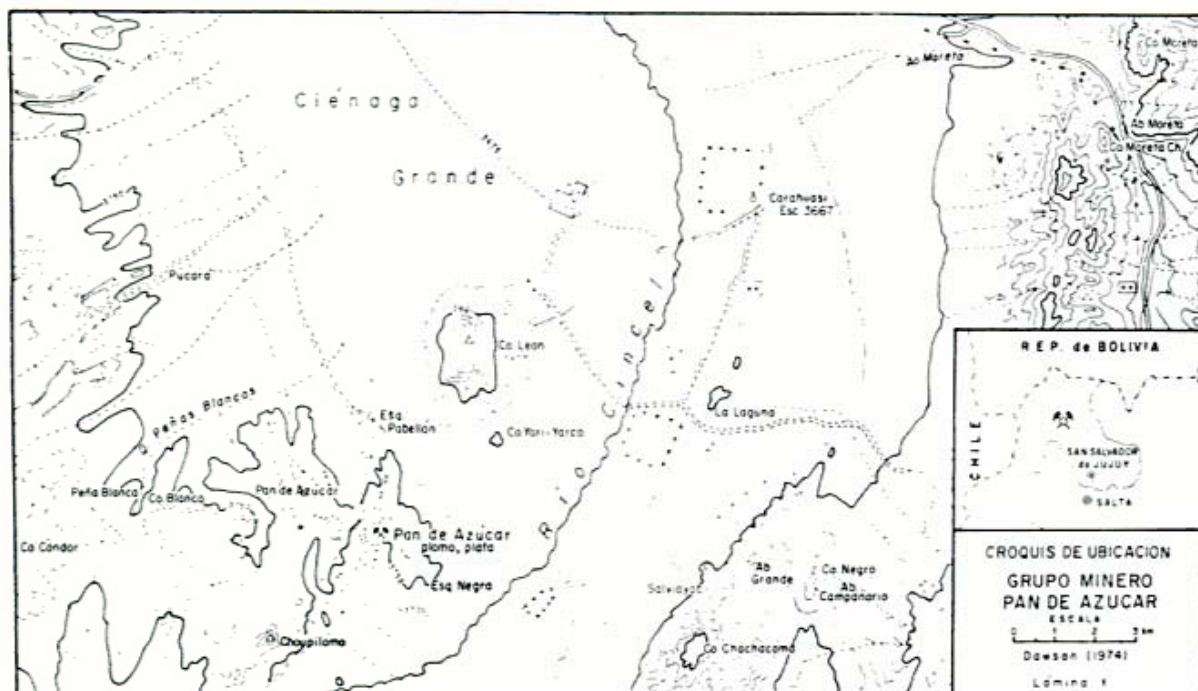
The hydrothermal alteration of the deposit includes abundant kaolinic, moderate to strong sericitic, weak feldspathic, fluoritic, alunitic and pyritic alterations.

The veins are deposits of filling of faults and of weak replacement of wall rock. The replacement textures of the ore are the most important, less varied are the primary textures. A paragenesis of the deposit can be made with the study of textural criteria, the ore of the district, the geological evidence, the relation with the intrusives and the structural control.

The lead-zinc-silver deposit was studied in a systematic way, and compared with veins seated in subvolcanic rocks at south Bolivia. It is concluded that Pan de Azúcar is a subvolcanic mesothermal-epithermal deposit; it belongs to the geological region of Puna, placer in upper Cretaceous-Cenozoic metallogenic cycle.

otros depósitos de la zona y con la faja boliviana de yacimientos de Pb-Zn-Ag.

Si bien existen estudios generalizados y mineralógicos de la zona, hasta la fecha no se habría efectuado una investigación exhaustiva de la mena del yacimiento.



Seguidamente se resumen los tópicos más interesantes de este trabajo presentado por la autora como tesis doctoral en la Universidad Nacional de Tucumán.

El distrito minero Pan de Azúcar comprende la mina homónima y las manifestaciones España y Potosí, y se encuentra en el departamento Rinconada, provincia de Jujuy, Argentina.

Se ubica a aproximadamente 50 km al oeste de Abra Pampa, a una altura de 3.600 m sobre el nivel del mar. Ocupa una posición geográfica intermedia entre los distritos de Pumahuasi y Pirquitas, respectivamente. Sus coordenadas geográficas son  $22^{\circ}07'$  de latitud sur y  $66^{\circ}02'40''$  de longitud oeste (Dawson, 1974).

Su acceso se realiza por el camino que une Abra Pampa con Mina Pirquitas, del cual se separa un desvío con dirección SW que conduce al yacimiento, después del cruce por Abra de Moreta.

El distrito se encuentra emplazado en el extremo sur del bolsón de Pozuelos que está situado entre las serranías de Cochincaca-Cordón de Escaya y Sierra de Rinconada, y abarca un área de aproximadamente 2.000 km<sup>2</sup>; dentro de la fisiografía local se destaca la presencia de los cerros León Cumbre, León Chico, Pan de Azúcar, Cruz, Potosí y el aquí denominado "cerro de la mina Pan de Azúcar" (fig. 1).

## Antecedentes

Las referencias más remotas datan de la época colonial. Los primeros trabajos mineros fueron realizados por la comunidad jesuita, de donde deriva el nombre homónimo con que luego se identificara a la veta que afloraba de este criadero.

Existen datos generales vertidos por Sgrossi en 1943, Ahlfeld (1948), Angelelli (1950) y Fernández Lima *et al.* (1958).

Chomnales en 1968 y 1969 confeccionó informes de descripciones de secciones pulidas.

De los Hoyos (1969) ejecuta un programa de búsqueda detallada de la mineralización útil de las pertenencias "España" y "Potosí", distrito minero Pan de Azúcar, dando a conocer una información general de la zona con su geología, y anexa un panorama sobre los trabajos de localización de vetas, metodología empleada en el área y las perspectivas de la misma.

A partir de 1969 se intensifican los estudios con la contribución ofrecida por Igarzábal en 1969, Daroca (1970), Coira (1972) con la confección de la hoja geológica 3 c, Abra Pampa, provincia de Jujuy; Dawson en 1973 y por último la Empresa Río Cíncel S. A. se encarga de la explotación del yacimiento trabajando los niveles — 60, — 90, — 130, — 170; actualmente está abriendo galerías en el nivel — 210. Los niveles superiores (— 20 y — 40) fue-



ron explotados completamente no restando mineral para una comparación mineralógica y paragenética.

## Geología general

### a) Estratigrafía

La estratigrafía comienza con la Formación Acoite representada por limolitas, areniscas, lutitas y rocas eruptivas (tobas riolíticas a riodacíticas). Su edad es ordovícica, las manifestaciones son continuas y se constituyen en la faja central por cordones enteros (cerro Cóndor, Filo de Yaretayoc, cerro Chumarte, cerro Chachacoma, cerro Inca y otros). Su espesor promedio es de 2.000 m. Continuando en la serie sedimentaria tenemos la Formación Pirgua correspondiente al Grupo Salta de edad cretácica inferior?, con areniscas rojas, escasos conglomerados y mantos traquiandesíticos concomitantes con la sedimentación. En el sector NW, esta Formación está restringida a pequeños afloramientos, los que siguen líneas tectónicas como las que desde el cerro Pan de Azúcar con rumbo NE van desapareciendo hacia el sur, debajo de las Formaciones Doncellas y Zapaleri. El espesor promedio de esta Formación es de 650 m. A continuación en la serie sedimentaria se presenta la Formación Moreta constituida por areniscas, lutitas, limolitas calcáreas y tobas. Está intruida por la Dacita Pan de Azúcar, por lo tanto su límite cronoestratigráfico superior se ubicaría en el Mioceno medio. Su espesor es de 1.300 metros.

Geocronológicamente siguen en el sector del yacimiento la Dacita Pan de Azúcar del Terciario (Mioceno medio) representada por una serie de cuerpos intrusivos subvolcánicos que se distribuyen en el área de la mina Pan de Azúcar constituyendo los cerros León Cumbre, León Chico, Pan de Azúcar, cerro de la mina Pan de Azúcar y Cerro Cruz. En discordancia y apoyándose sobre la Formación Moreta al WSW de Pan de Azúcar y en las cercanías se presenta la Formación Doncellas perteneciente al Terciario (Mioceno), constituida por tobas brechosas, brechas y aglomerados volcánicos, andesíticos y tufitas. Su espesor promedio es de 350 m. A continuación se observa la Formación Vicuñahuasi del Mioceno constituida por lavas andesíticas, brechas volcánicas, con aproximadamente 1.200 m de espesor y de edad Miocena. La determinación radiométrica de  $8 \pm 1$  m.a. para Vi-

cuñaahuasi la permite ubicar en el Mioceno medio-superior.

Por encima se presentan los depósitos aluviales aterrazados, distinguiéndose dos conjuntos:

El primero, formado por sedimentos arenosos conglomerádicos con intercalaciones limo-arcillosas. Se apoyan en discordancia angular sobre las rocas ordovícicas y formaciones mesozoicas y terciarias.

El segundo, formado por depósitos aluviales-eólicos recientes y actuales que tienen amplia distribución en la zona; corresponden a acumulaciones de las llanuras de inundación, conos de deyección y médanos. Están constituidos por materiales clásticos conglomerádicos y areno-limosos de moderada selección. Se encuentran en las depresiones y constituyendo conos de deyección actuales o en formación. Son frecuentes los depósitos eólicos que llegan a constituir médanos que ascienden por los faldeos.

En el cuadro 1 se presenta la distribución de las Formaciones en la zona de la mina y aledaños (Coira, 1979).

### b) Intrusivos

Las dacitas vinculadas al vulcanismo terciario constituyen los cerros Pan de Azúcar, León Cumbre, León Chico y Potosí entre los más importantes. Según comunicación verbal de la doctora Beatriz Coira (1978) las manifestaciones dacíticas de Pan de Azúcar tienen una edad de  $12 \text{ m.a.} \pm 2$  (Mioceno medio) realizado mediante el método K/Ar, que indica una edad mínima.

Los cuerpos dacíticos son cónicos con excepción del "cerro de la Mina" que es alargado; intruyen rocas de la Formación Acoite y sedimentitas de la Formación Pirgua. La intrusión de estos cuerpos estuvo controlada por una fracturación de rumbo aproximado WNW-ESE, la que queda evidenciada por la lineación de los cuerpos, la interrupción de las estructuras al norte del cerro Pan de Azúcar, la lineación de pequeños bajos salinos y lagunas, y por último por las lineaciones observadas en fotografías aéreas.

La dacita posee abundantes fenocristales de feldespato de 1-2 mm de diámetro, en partes totalmente alterados a arcillas y sericita, y de minerales máficos, la pasta es afanítica.

CUADRO 1

ERA	PERIODO	EPOCA	EDAD	UNIDADES GEOLOGICAS	LITOLOGIA	ESPESOR	
CENOZOICO	CUARTARIO	Holoceno		Dep. Aterrazados Modernos	Arenas? Limos Cantos Rodados		
		Pleistoceno		Dep. Aterrazados Modernos	Arenas, Limos Conglomerados		
				Dep. Aterrazados Antiguos	Arenas, Limos Arcillas, Conglomerados	200 m	
				Formación Zapaleri	Arenas, Limos Tufitas		
	TERCIARIO	MIOCENO			Formación Vicuñahuasi	Lavas Andesíticas	Aprox. 1.500 m
					Formación Doncellas	Tobas Brechosas, Aglom. Volc. Andesíticos	350 m
					Dacita Pan de Azúcar		
			Oligoceno Eoceno		Formación Moreta	Arenas, Limolitas, Tobas Andesíticas	1.300 m
		Mesozoico	Cretácico	Inferior?	Formación Pirgua	Areniscas, escasos conglomerados, Mantos traquiandesíticos	600 m
		Paleozoico	Ordovícico		Llanvirniano	Formación Acoite	Limolitas, Lutitas, Areniscas, Rocas eruptivas

### c) Rasgos tectónicos

La estructura de la zona se caracteriza por un fallamiento en bloque tipo inverso y plegamiento subordinado. La fracturación se produjo en condiciones muy superficiales. Se distinguen dos tipos de lineamientos: uno NNE-SSW que se observa en la zona central y occidental, y el otro meridiano en el sector oriental.

En forma separada se señaló que las capas ordovícicas tienen dirección N-S, y existen muchas desviaciones en el rumbo de los sedimentos por los esfuerzos producidos por el ascenso y localización del magma dacítico. Los rasgos estructurales descriptos desaparecen por debajo de la cubierta de rocas volcánicas cuartarias.

Los ciclos tectónicos que afectaron a la zona y sus estructuras resultantes fueron:

- 1) *Movimiento del ciclo Caledónico (Fase Tacónica)*: Son responsables del plegamiento y fracturación inicial de

las rocas del Paleozoico inferior. A esta fase se debe el ascenso de la Puna como unidad estructural.

- 2) *Movimientos Intrasenonianos*: Determinaron la reactivación del relieve y formación de cuencas en las que se depositó el Grupo Salta, quedando así registrada la base de dicho grupo.
- 3) *Movimiento del Ciclo Andico*: La orogenia andina fue la responsable del ocultamiento de algunos rasgos tectónicos previos y por otro lado, asentamiento de fallas llevando a la zona a su configuración actual. La fase principal del tercer movimiento produjo al final del Plioceno ascenso de bloques y plegamiento de las Formaciones terciarias llevando a la zona a su aspecto actual. Durante el Mioceno se implanta un vulcanismo subsecuente, postorogénico andesítico y finalmente ignimbrítico de composición dacítica.



d) Rasgos geomorfológicos

Están caracterizados por cordones serranos y amplios bolsones. El relieve es suavemente ondulado a relativamente abrupto. Se distingue el predominio de cuencas centripetas. Se observan mantos de escombros y mantos de creciente.

Los terrenos mesetiformes de tobas y terrazas cuaternarias se componen de material deleznable y friable. Los elementos negativos son terrenos anegadizos que forman lagunas y lagos que sirven como nivel de base a quebradas con poco poder erosivo.

**Petrografía de las rocas presentes del Distrito**

El estudio petrográfico de la zona se llevó a cabo en muestras coleccionadas por rasgos típicos que las identificaba. Así es que se tomaron rocas características de superficie y niveles subterráneos.

Se han determinado cuatro tipos de rocas

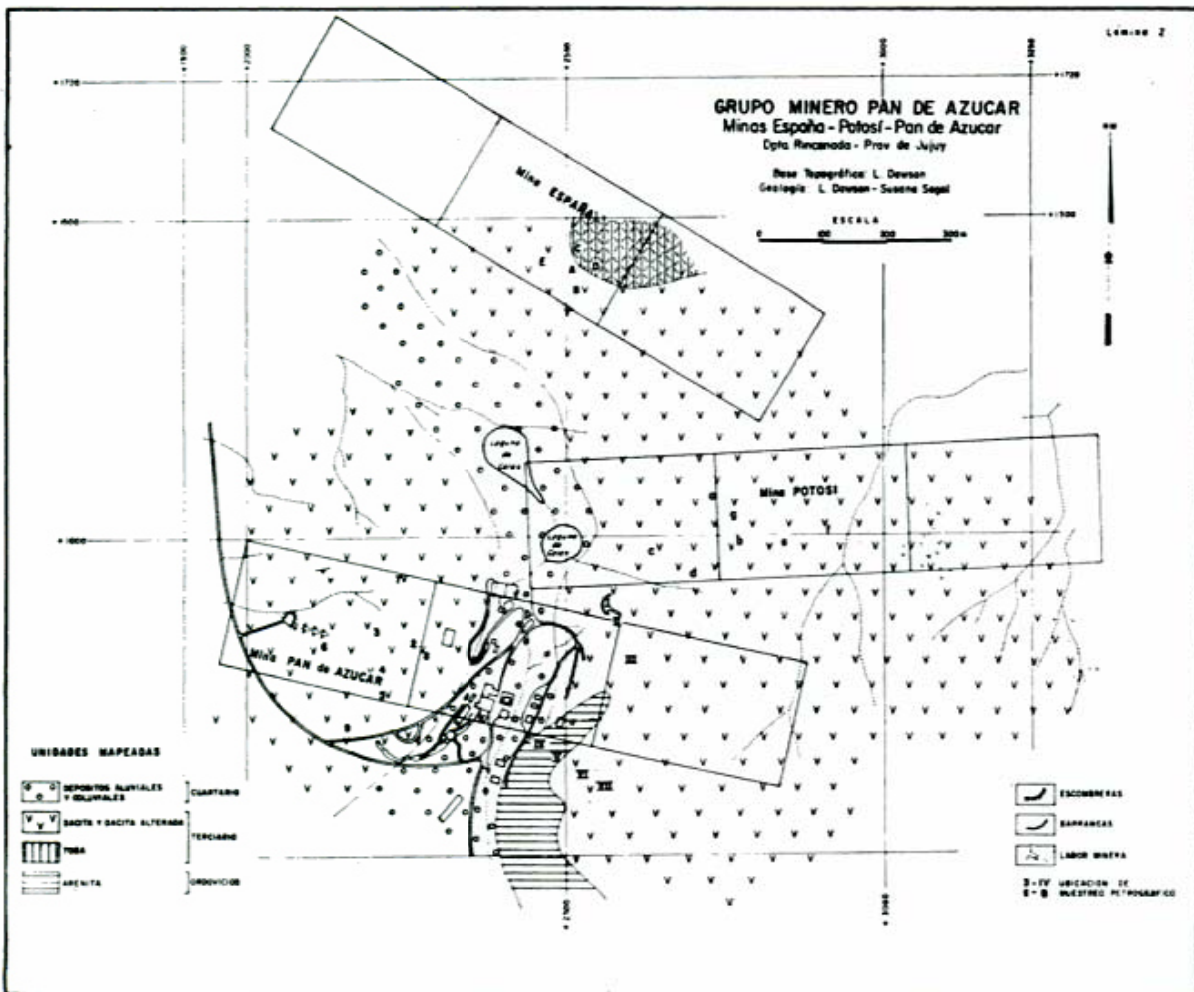
que en orden de representatividad son dacitas, brechas, arenitas y tobas cuyas características se darán a continuación.

La localización de las muestras estudiadas se encuentran en la fig. 2.

1) Dacita

Es la roca aflorante y de interior mina más importante, con grados variables de alteración. Su textura es porfídica, poseyendo fenocristales de plagioclasa, cuarzo y minerales máficos. La pasta está constituida por un agregado fino de plagioclasa y escaso cuarzo.

En el caso de la dacita alterada, los fenocristales constituyen el 20-30 % del total de la roca y los mismos están formados por cuarzo, feldespato reemplazado por arcilla y sericita, minerales máficos transformados en muscovita y rutilo. Los minerales accesorios son zircón y rutilo. La alteración varía entre feldespatización suave, argilitización-sericitización fuerte; suaves silicificación y fluoritización.



## 2) Contactos del intrusivo (brechas)

En algunos sectores del contacto se observa una zona de naturaleza brechosa correspondiente a una brecha de intrusión. La intrusión forzada ha producido brechamiento de la roca de caja y autobrechamientos del intrusivo determinando la presencia de una brecha zonal de naturaleza oligomítica hacia el intrusivo, la que grada hacia la caja por el aporte cada vez mayor de fragmentos de la misma a polimítica.

Los dos tipos de brechas estudiadas son una *brecha alterada* (con textura clásica, con clastos angulosos de rocas afíricas cementados por arcillas y limolitas). Se identifican clastos líticos, entre los que se distinguen agregados policristalinos de cuarzo, andesitas con fenocristales reemplazados por arcillas bien cristalizadas, arenitas de cuarzo, andesitas con fenocristales de cuarzo y lutitas-pizarras. La alteración es arcillosa moderada.

*Brecha lítica alterada:* Roca afírica con clastos oolíticos entre los que se destacan: agregados policristalinos de cuarzo; rocas de textura porfídica; limolitas con escasos clastos subredondeados de cuarzo; lutitas bandeadas; arenitas cuarzosas con apatita y zircón; rocas de textura porfídica con fenocristales de cuarzo y feldespatos reemplazados por arcillas.

## 3) Arenita metamorfozada

La caja (arenitas del Ordovícico) en el contacto está metamorfozada presentando al microscopio una textura blastopsamítica relicta de una antigua arenita de cuarzo en vías de transformación a un esquisto cuarzo-micáceo. Entre los clastos se distinguen: cuarzo con recrystalización, muscovita con cristales idioblásticos; biotita; feldespatos muy alterados a sericita y arcilla. Accesorios son zircón, turmalina y rutilo. La matriz es arcillosa-sericítica.

## 4) Tobas

Se determinaron dos tipos:

- a) Toba dacítica cristalolítica-vítrea alterada, con textura cristalolítica. Entre los clastos líticos se describen dacitas con fenocristales de cuarzo; arenitas con bajo grado de metamorfismo; esquistos y agregados de cuarzo.

Se observan trizas reemplazadas por cuarzo granular. La alteración hidrotermal es arcillosa-sericítica.

- b) Toba vitro-cristalina-lítica desvitrificada: presenta textura cristalolítica. Entre los cristaloclastos se identifica sólo cuarzo.

Como resumen final de este capítulo se menciona que la alteración de la dacita y de la brecha dacítica está muy generalizada existiendo superposición entre la alteración hidrotermal y la meteórica. Las principales alteraciones son la caolinización, silicificación, sericitización y piritización; siendo muy escasa la feldespatización, fluoritización y alunitización.

## El yacimiento Pan de Azúcar

El yacimiento se encuentra emplazado en una dacita y en parte en brecha dacítica, alteradas hidrotermalmente con caolinización predominante, sericitización, silicificación y piritización.

La mineralización se aloja en fracturas de orientación pseudoparalelas. La fracturación general del área es de rumbo WNW-ESE a NW-SE y su buzamiento es hacia el S y SW entre 65-80°. Las fracturas presentan pequeños rechazos y la mineralización se presenta como relleno de falla más que como reemplazo de roca de caja.

Igarzábal (1969) menciona la existencia de una veta principal conocida como Jesuita y otras fracturas, de las cuales la más importante aparece al sur y es la misma que aquella denominada Isidora que está ubicada en el extremo oeste del yacimiento y no se encontraría mineralizada a la par de la Jesuita.

Las otras dos fracturas estarían hacia el N no habiéndose observado mineralización en superficie. Este sistema está cruzado a mitad de su recorrido, por otra fractura mineralizada (Crucero) que ha sido explorada en profundidad con resultados poco satisfactorios. Las fracturas mencionadas se extienden en un desarrollo de 600 m, pero luego desaparecen en dirección oeste. Hacia el este, las mismas están controladas con nitidez en la dacita, pero al llegar a los sedimentos ordovícicos las trazas de sus planos son menos marcadas y no están mineralizados.

La veta Jesuita, la más importante de este yacimiento, tiene un desarrollo longitudinal



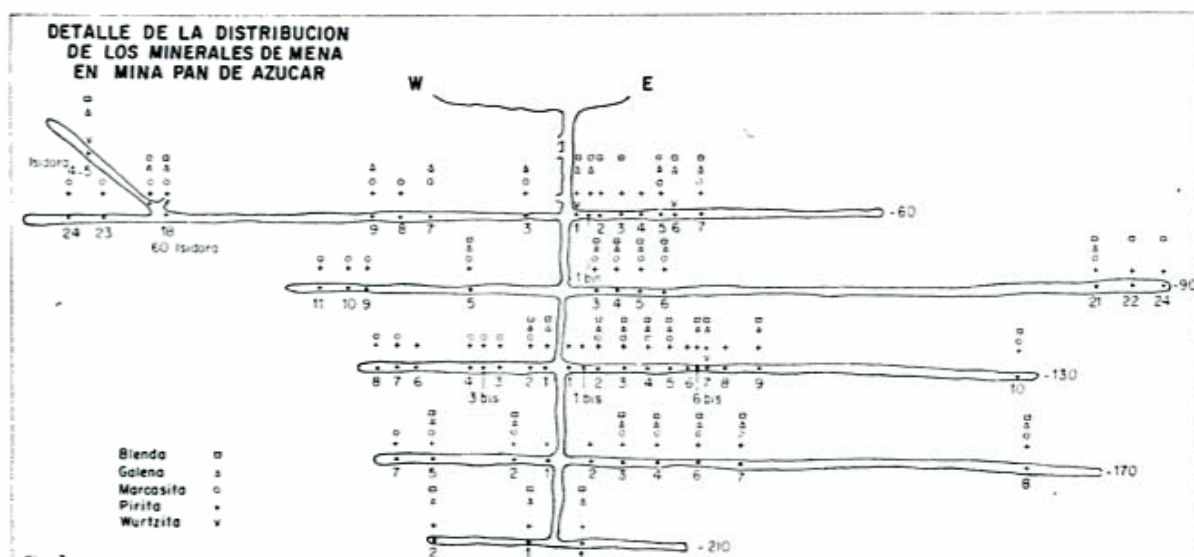


Fig. 3

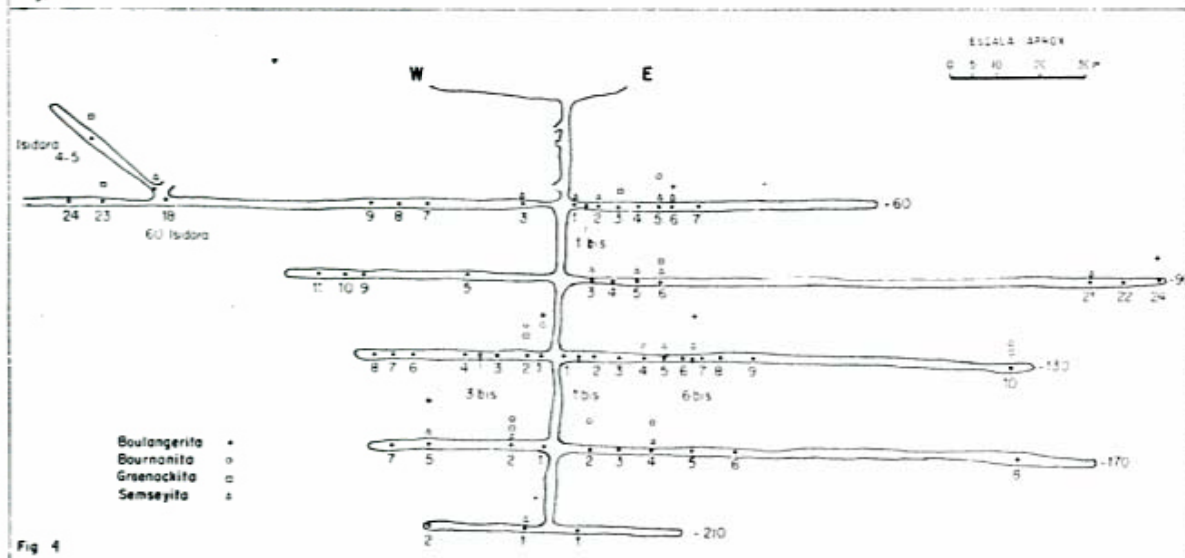


Fig. 4

de aproximadamente 370 m, un rumbo de  $N70^{\circ}W$  y un buzamiento de  $65^{\circ}80^{\circ}SW$ . Igarzábal (1969) considera la existencia de tres clavos mineralizados; el  $W_1$ , el principal con una rama ascendente no aflorante,  $E_1$  y el  $E_2$ . Con los posteriores laboreos (Pasquín, 1976) se ha puesto ha descubierto que a partir del nivel  $-90$  se observa una digitación de la veta en profundidad con gradual disminución de sus dimensiones en esa dirección. En el nivel  $-170$  se presentan cinco cuerpos mineralizados con una definida forma lenticular y sin conexión entre sí, abarcando unos 135 m de veta mineralizada, es decir 50 % menos de mena expuesta que en el nivel  $-60$ .

La veta Crucero en el sector occidental del yacimiento, se acopla a la veta Jesuita y posee un rumbo de  $N60^{\circ}W$  y un buzamiento de  $75^{\circ}$  y  $85^{\circ}SW$ .

La veta Isidora en interior mina está representada en una extensión de aproximadamente 43 m con un rumbo de  $N50^{\circ}W$  y un buzamiento al SW.

El cuerpo Máximo (según Pasquín, 1976) es una estructura mineralizada localizada sobre la continuidad de la veta Jesuita en el extremo E de la misma. Dicho clavo falta definirlo en el nivel  $-60$ ; se insinúa en el  $-90$  y está bien definido en los niveles  $-130$  y  $-170$ .

En general la mineralización mantiene una continuidad en su desarrollo horizontal, adoptando una estructura en rosario observada por el parcial acuñamiento de un clavo y el ensanchamiento hacia el próximo.

Las distancias que separan los cuerpos de mena no son regulares, oscilando entre 40 y 50 m. El ancho varía de uno a otro cuerpo y según la profundidad del mismo.



La tendencia a digitarse y enangostrarse en su tramo inferior, establece un importante control estructural para prever una proximidad a los límites inferiores del depósito (Pasquín, 1976).

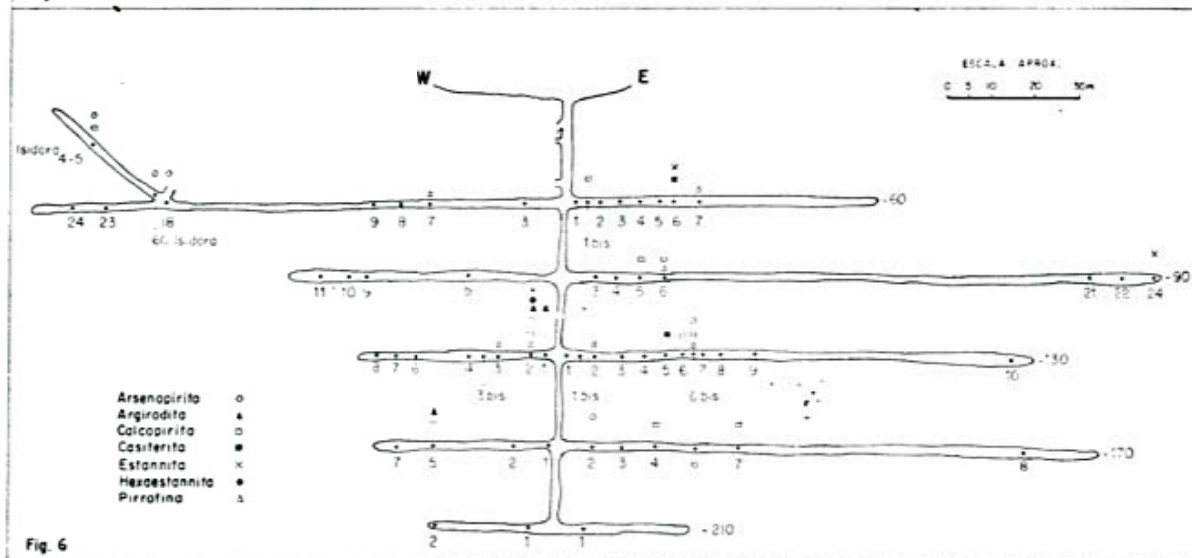
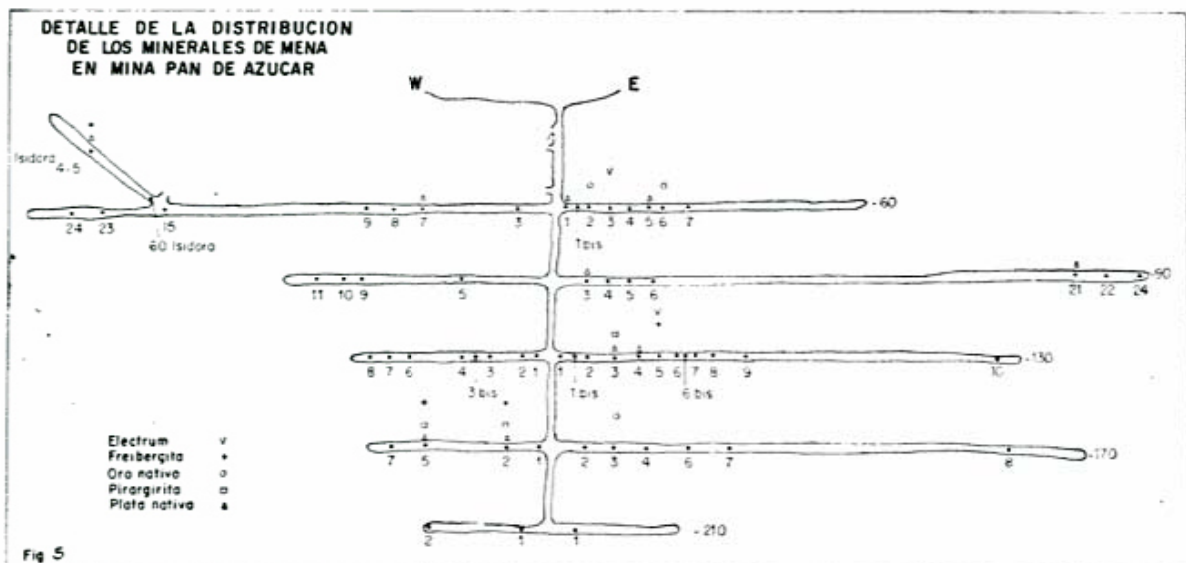
En relación a los niveles existentes, el —20 y —40 están ya explotados y abandonados por falta de mineral. Los niveles —60; —90; —130; —170 y —210 poseen un relevamiento topográfico que ha sido utilizado para el muestreo petrográfico y mineralógico.

Con relación al espesor medio de los diferentes niveles, los datos obtenidos han sido: 0,60 m para el —60; 0,65 m para el —90; 0,90 m para el —130; 1,10 m para el —170 y 0,50 m para el —210 (Pasquín, 1976), habiéndose observado que los cuerpos que se disponían lateralmente al oeste fueron menos potentes.

Las texturas de las vetas varían encontrándose tramos masivos, zonas formadas por delgadas venillas concordantes al rumbo de la veta, ojos y nódulos distribuidos irregularmente y mineralización bandeada hacia los contactos.

Según Igarzábal (1969) existían numerosas labores de destape que pusieron de manifiesto una mineralización de antimonia en ganga de cuarzo, que a escasa profundidad habrían desaparecido para dar paso a la mineralización de Pb-Zn-Ag. Ya los primeros trabajos mineros realizados por la comunidad jesuita fueron efectuados con el fin de extraer minerales de Ag de lo que hoy se conoce como veta Jesuita.

La zona de oxidación estuvo limitada, aproximadamente al nivel —40. En el nivel —60 no se observan minerales de cementación.



## Generalidades sobre leyes y cubicaciones

Igarzábal en 1969 señala los siguientes valores promedios para el yacimiento: 12 % Pb, 10 % Zn y 1.200 g/t Ag. Según dicho autor los tenores de dichos elementos se incrementan en profundidad hasta el nivel — 100 m aproximadamente. Ya a mayores profundidades decrecen los valores plumbo-argentíferos e inversamente se incrementan los relativos a Zn.

Considerando en conjunto todas las muestras de mina "Pan de Azúcar" y ponderada a su espacio de influencia, la ley media del yacimiento en condiciones expuestas en el año 1976 arroja los siguientes valores para el mineral de veta: 7,38 % Pb; 8,87 % Zn y 566,4 g/t Ag con una potencia media de veta de 0,89 m. Estos datos fueron logrados de una investigación de 110 muestras extraídas sistemáticamente cada tres metros (Pasquín, 1976).

En el año 1976 las reservas de mineral probable cubicado en distintos sectores del yacimiento ascendían, según Pasquín (1976) a 35.240 toneladas con ley media de 4,92 % Pb, 5,91 % Zn y 377,5 g/t Ag con potencia promedio de veta de 1,28 m. Estos valores incluyen factores de dilución y pérdida por explotación. La estimación de mineral posible indica un volumen de 11.030 toneladas.

## Muestreo interno

Las muestras seleccionadas en los distintos niveles para los estudios microscópicos fueron tomadas donde el enmaderamiento y las condiciones adversas lo permitieran. Se contó con muestras de 54 lugares de extracción que se ubicaron en base a puntos topográficos (figs. 3 a 6).

## Mineralogía

Para el desarrollo de este tema se ha adoptado un ordenamiento teniendo en cuenta el origen de los minerales en metalíferos, hipogénicos, de ganga, supergénicos y los de alteración hidrotermal.

Los minerales existentes y sus texturas se describen en los puntos a-e.

La paragénesis del depósito se explica en el punto f.

En el apartado g se describen las investigaciones geoquímicas efectuadas en muestras de la mina.

## a) Minerales metalíferos hipogénicos

Estos minerales fueron clasificados de acuerdo a sus presencias en *esenciales* teniendo en cuenta su notable y/o amplia distribución en el yacimiento, y que corresponden aproximadamente al 90 % de la mena; *menores* referidos en algunos casos a poca distribución en el yacimiento y en otras a escasa cantidad de mineral tomado individualmente y que corresponden aproximadamente a 9-10 %; *accesorios* los que sólo se encontraron en muy escasa cantidad (menos de 1 %) (cuadro 2).

Posiblemente el estudio calcográfico más completo existente de este depósito, anterior a este trabajo, sea el de Chomnales (1968) en el que son descriptos siete cortes pulidos realizados sobre distintas muestras del yacimiento.

Argentita fue mencionada por Chomnales en la muestra — 60 E<sub>2</sub> y bornita se citó en el trabajo de Igarzábal (1969) para la veta Isidora. No fueron observadas en las secciones pulidas de este estudio. Esto se puede deber a que el nivel — 60 quizá fuera límite de zona de cementación y la argentita observada no sería primaria, mientras que la bornita se presentaría sólo esporádicamente. Con respecto a la geocro-

CUADRO 2

<i>Esenciales</i>	<i>Menores</i>	<i>Accesorios</i>
Blenda (ZnS)	Arsenopirita (FeAsS)	°Argirodita (4Ag <sub>2</sub> S <sub>2</sub> ) Ge
Galena (PbS)	°Bournonita (2PbS . Cu <sub>2</sub> . Sb <sub>2</sub> S <sub>2</sub> )	°Boulangerita (5PbS . 2SbS)
Marcasita (FeS <sub>2</sub> )	Calcopirita (CuFeS <sub>2</sub> )	Casiterita (SnO <sub>2</sub> )
Pirita (FeS <sub>2</sub> )	Estannita (Cu <sub>2</sub> SnFeS <sub>4</sub> )	°Electrum (Au, Ag)
	°Freibergita (Cu, Ag) SbS <sub>2</sub>	°Hexaestannita (Cu.FeSnS <sub>6</sub> )
	°Greenockita (CdS)	
	°Oro nativo (Au)	
	°Pirargirita (3Ag <sub>2</sub> . Sb <sub>2</sub> S <sub>2</sub> )	
	Pirrotina (FeS)	
	°Plata nativa (Ag)	
	Semesevita (9PbS . 4Sb <sub>2</sub> S <sub>2</sub> )	
	°Wurtzita (ZnS)	

° Mencionados por primera vez para este yacimiento.

nita y jamesonita mencionadas por Chomnals en 1968, se hará referencia en la descripción de semseyita.

#### a.1. ESENCIALES

Los cuatro minerales esenciales se presentan en proporciones muy parecidas dentro de este yacimiento. Tentativamente se podría decir que los sulfuros de hierro son más abundantes en el oeste del depósito y el valor de zinc aumenta hacia la profundidad y hacia el este del yacimiento.

**Blenda:** Es uno de los principales sulfuros de mena del distrito tanto por la cantidad existente como por su amplia distribución en el mismo. Se determinaron tres variedades de ella que fueron confirmadas roentgenográficamente. Se menciona la blenda "pardo-oscuro" (1) que es la variedad más común con reflejos internos color pardo-rojizo. Da origen a texturas de reemplazo por galena. La variedad (2) "pardo rojizo" es más clara que la blenda 1 y posee abundantes reflejos internos pardo-rojizo. Posiblemente parte de esta blenda corresponde a ex-wurtzitas. La blenda "clara" (3) es de color caramelo, muy transparente, con reflejos internos amarillos. Originalmente pudo haber sido schalenblenda que luego ha cristalizado (fig. 7).

El valor de cadmio en el concentrado de zinc determinado mediante análisis geoquímicos, se supone presente en la estructura de algunas o todas las blendas. Las tres variedades de blenda presentan textura granular.

**Galena:** Conjuntamente con la blenda es el mineral más importante dentro de las especies hipogénicas. Se la identifica en todos los niveles, y se observa como agregados de granos o los mismos aislados en ganga.

Es un mineral tardío en la secuencia primaria del depósito constituyendo el vehículo portador de varias de las sulfosales de Sb, Pb y/o Ag (figs. 10 y 14).

Su depositación fue posterior a la blenda por lo que la reemplaza frecuentemente. En la muestra — 60 E<sub>1</sub>, se observa una textura de bandeamiento rítmico junto a blenda y semseyita.

Con respecto a la plata se puede mencionar que, según Ramdohr (1969), el contenido de ella en galena es sólo de hasta 0.1 % en solución sólida de Ag<sub>2</sub>S. Se observaron ocasionalmente inclusiones de los de-

nominados "minerales portadores de Ag" que por su pequeño tamaño (1-10 micrones) no son determinables microscópicamente. Por otra parte, la plata nativa se encuentra frecuentemente dentro de lo escaso en galena.

La distribución de galena es bastante uniforme hacia el oeste y este del pique principal.

La textura predominante es la de reemplazo y existe un caso de reemplazo selectivo donde se presentan tablillas de pirrotina en blenda, y en galena. La galena reemplaza a blenda pero no pirrotina que permanece en el sulfuro de plomo.

**Marcasita:** Se la observa con típico desarrollo de cristales bien definidos de forma tabular, dando lugar a paquetes radiales de los mismos. En muestras de mano se observan maclas tipo "cresta de gallo".

Se encuentra un predominio de marcasita tabular en el oeste del yacimiento, y su forma es granular hacia el este del pique principal. Se podría decir tentativamente que la marcasita disminuye hacia los niveles inferiores (fig. 8).

La marcasita que se encuentra en vetas metalíferas siempre aparece como el mineral más joven, en soluciones ascendentes. En este proceso sigue a la cristalización de pirita y frecuentemente ocurren paragénesis que sugieren el efecto simultáneo de soluciones ascendentes y descendentes.

**Pirita:** Pertenece al grupo de minerales más comunes del yacimiento y su presencia se advierte en todos los niveles. Su hábito es cúbico pero en pocas secciones se la observa tabular como consecuencia de su íntima asociación en marcasita (fig. 9).

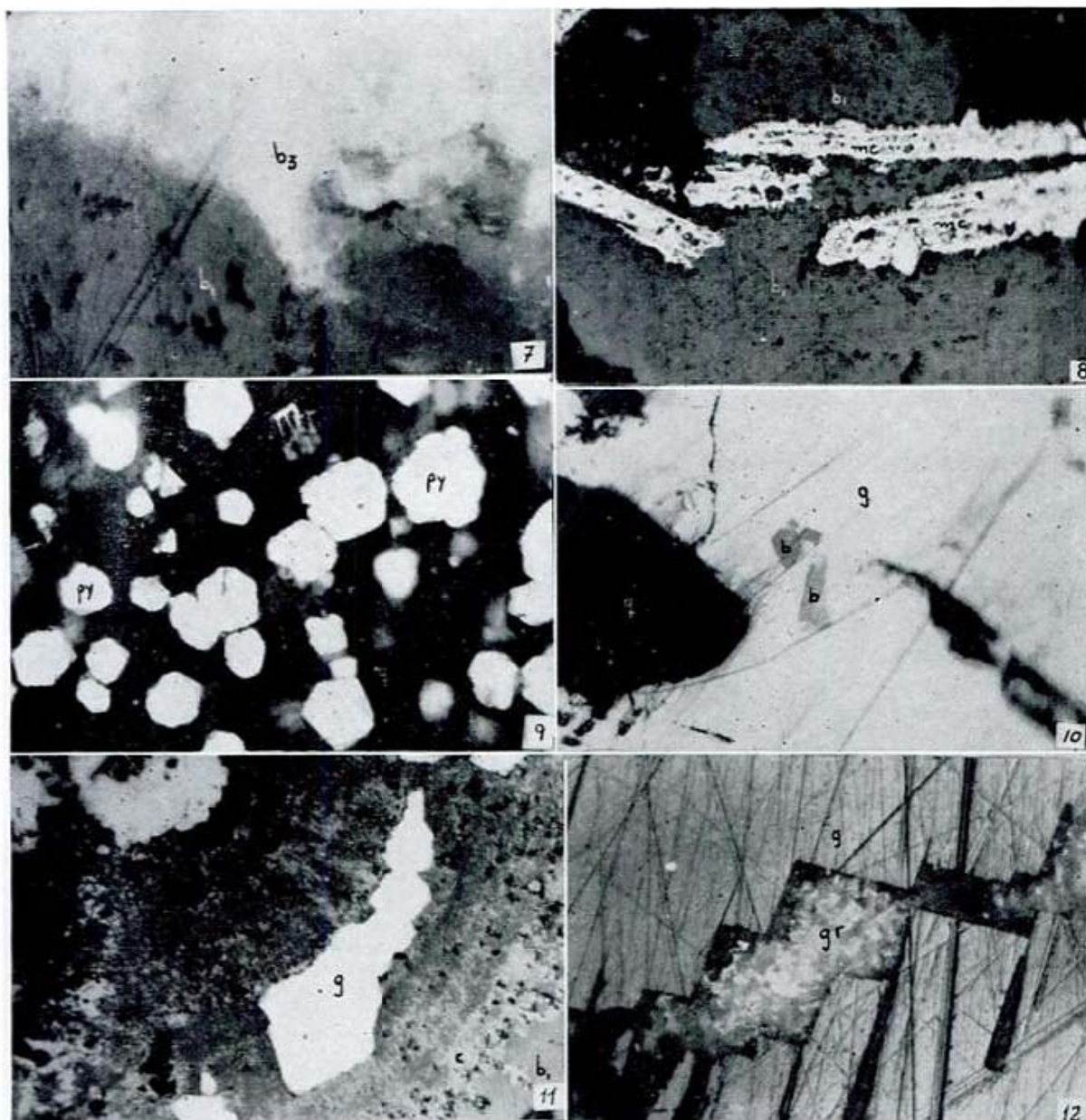
Es uno de los primeros minerales en cristalizar habiendo sido su tiempo de depositación posiblemente largo.

También fue observada como mineral proveniente de alteración hidrotermal, encontrándose diseminada en la dacita y brecha dacítica.

#### a.2. COMUNES

A este grupo pertenecen 12 minerales que se encuentran en un porcentaje aproximado de 0-10 %, siendo el más abundante la semseyita. Le siguen en orden de abundancia la calcopirita, plata nativa, greenockita, freibergita, bournonita, pirrotina, pirargirita, arsenopirita, estannita, oro nativo y por último wurtzita.





Lám. I.—Fig. 7: —90 E<sub>22</sub>; x 100; inmersión en aceite; nicoles paralelos; Asociación de blenda 1 (b<sub>1</sub>) y blenda 3 (b<sub>3</sub>) en agregados alotriomorfos. Fig. 8: —90 E; x 150; inmersión en aceite; nicoles paralelos. Granos tabulares de marcasita (mc) asociados a blenda 1 (b<sub>1</sub>). Fig. 9: —60 W<sub>18</sub>; x 100; inmersión en aceite; nicoles paralelos. Granos idio y subidiomorfos de pirita (py) disseminados en cuarzo. Fig. 10: —130 W<sub>2</sub>; x 200; inmersión en aceite; nicoles algo cruzados. Grano de bourmonita (b) incluido en un agregado de galena (g). Fig. 11: —60 Isidora<sub>1,2</sub>; x 250; inmersión en aceite; nicoles paralelos. Desmezclas submicroscópicas de calcopirita (cp) distribuidas en agregados de blenda 1 (b<sub>1</sub>). Presencia de cristales alotriomorfos de galena (g) asociados a blenda (b.) Fig. 12: —170 W<sub>2</sub>; x 150; inmersión en aceite; nicoles algo cruzados. Greenockita (g) relleno de espacios con bordes de clivaje de galena (g).

Macroscópicamente se reconocieron sólo la semseyita y la calcopirita.

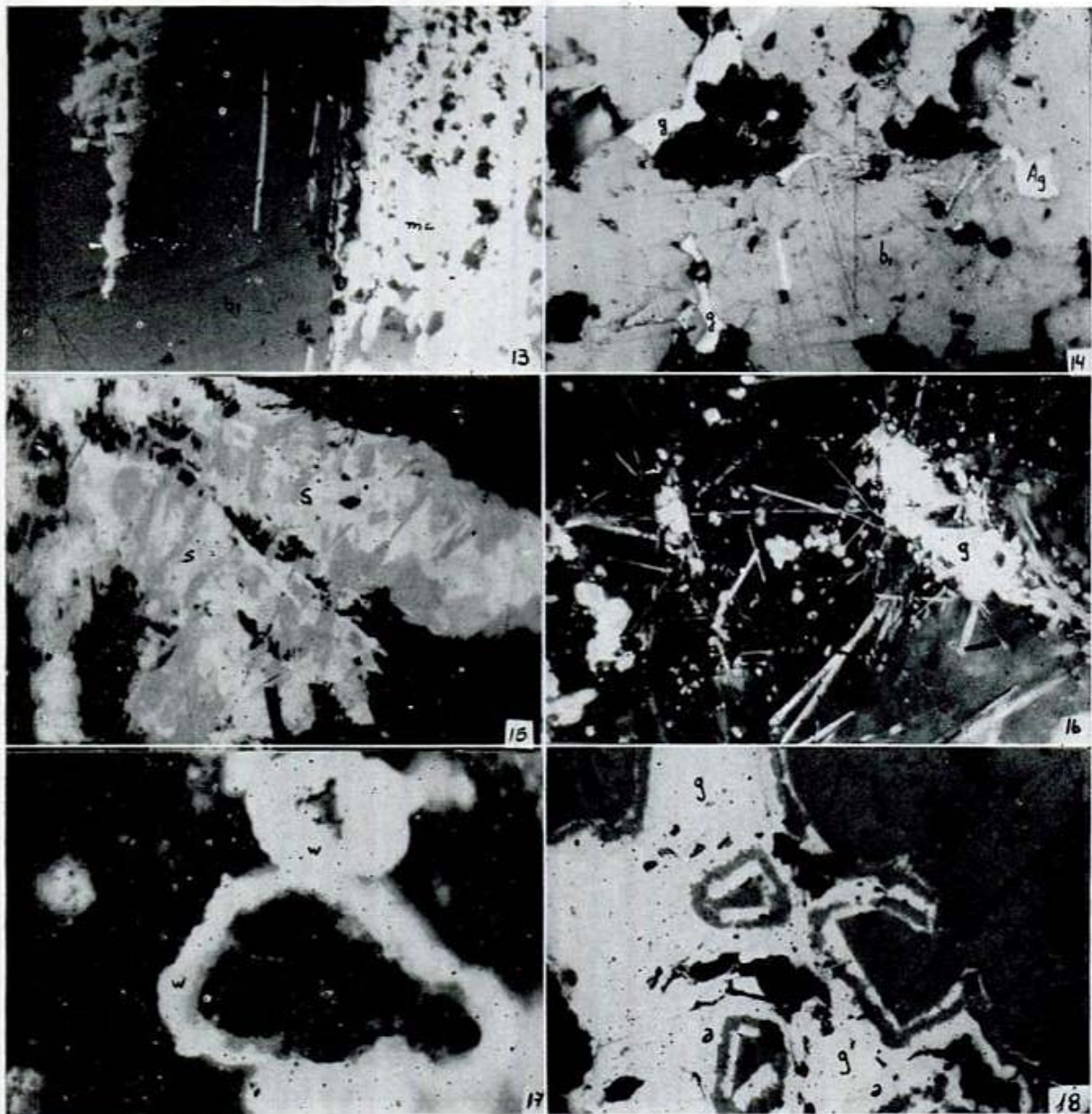
**Arsenopirita:** Su presencia es moderada. Se encuentra intercrecida con marcasita y pirita, y frecuentemente como cristales idio y subidiomorfos en galena.

**Bourmonita:** En las muestras estudiadas

se la encontró como pequeños granos (80 a 250 micrones) incluidos en galena (fig. 10). Se observaron maclas "pseudoparquet" típicas de esta especie. No está muy distribuida en el depósito, pero sí localmente es abundante.

**Calcopirita:** Es un mineral que se encon-





Lám. II. — Fig. 13: —130 E; x 250; inmersión en aceite; nicoles paralelos. Tablillas de pirrotina (po) incluidas en blenda 1 (b<sub>1</sub>) y agregados de marcasita (mc) asociados a blenda 1 (b<sub>1</sub>). Fig. 14: —60 E; x 250; inmersión en aceite; nicoles paralelos. Chispas de Ag nativa (ag) diseminadas en blenda 1 (b<sub>1</sub>) y en cuarzo (q). Galena (g) intersticial en blenda 1 (b<sub>1</sub>). Fig. 15: —90 E; x 200; inmersión en aceite; nicoles paralelos. Agregados fibrosos de semseyita (s) asociados a ganga de cuarzo (q). Fig. 16: —60 W; x 1000; inmersión en aceite; nicoles paralelos. Detalle de agujas de semseyita (s). Su distribución es algo radial alrededor de granos de galena (g) pero en general desordenada. Fig. 17: —60 E; x 250; inmersión en aceite; nicoles algo cruzados. Granos de ex-wurtzitas (w) con núcleo de blenda 2 (b<sub>2</sub>). Fig. 18: —130 W; x 250; inmersión en aceite; nicoles paralelos. Intercrecimiento zonal entre blenda 1 (b<sub>1</sub>) y argirodita (a). Galena (g) posterior.

tró en 13 muestras del yacimiento pero en poca cantidad. Se determinó como pequeños granos alotriomorfos (80-100 micrones) asociados a blenda, galena y freibergita y como inclusiones micro y submicroscópicas en blenda (fig. 11).

*Estannita:* Se pudo diferenciar de la argirodita por su color y buena anisotropía. Es común encontrarla como inclusiones en blenda y viceversa. Puede ocupar también espacios irregulares entre granos de blenda y galena.

**Freibergita:** Se denomina freibergita a una tetraedrita con 20 % de Ag o más. Es difícil poder distinguir los diferentes miembros del grupo "fahlore" pero mediante un estudio óptico intensivo se la llegó a diferenciar, debido a que posee una reflectividad más alta y un color amarillo pardo que permite su distinción de la tetraedrita que posee color oliva. El alto valor de Ag de este depósito está dado en parte por la existencia de este mineral además de la presencia de pirargirita, galena argentífera y Ag nativa.

**Greenockita:** Es un mineral ya casi transparente. Tiende a depositarse en forma intersticial en el clivaje de galena y rodeándola (fig. 12), en asociación con cristales de fluorita ( $-170 W_2$ ), como así también junto a blenda ( $-130 E_9$ ) formando una textura colloforme. Ramdohr (1975) señala que la greenockita pertenece a la última fase del ciclo hipogénico ascendente o al primer estadio de la depositación supergénica. En este yacimiento se la consideró hipogénica. Junto a blenda cadmífera es la portadora de Cd de este depósito.

**Oro nativo:** Es escaso dentro de la mena del yacimiento. Se presenta en chispas diseminadas en cuarzo o incluida en blenda como se la localizó en la muestra  $-60 E_6$ .

**Pirargirita:** Se presenta como granos irregulares intercrecidos con blenda y galena, pudiendo llegar a reemplazarla. Se la determinó en las muestras  $-90 E_5$ ,  $-130 E_5$ ,  $-170 W_2$  y  $-170 W_5$ . Se la considera perteneciente a la última fase del ciclo hipogénico ascendente.

**Pirrotina:** Es de tamaño microscópico y se la observó solamente a manera de tablillas (desmezcla?) incluidas en blenda de aproximadamente 60 micrones de largo y 3 micrones de ancho. Según Ramdohr (1975) las pirrotinas hexagonales cuyos cristales son paralelos a (0001), desarrollan hábito tabular dentro de la mena tal como observamos en las secciones pulidas (fig. 13). Según Ribbe (1974) su forma de presentarse la atribuye a cristalización monoclinica, ya reconocida por Bystrom (1945) por síntesis. Se observó este mineral (siempre dentro de blenda) en las siguientes muestras  $-60 E_7$ ,  $-60 W_7$ ,  $-90 E_6$ ,  $-130 E_2$ ,  $-130 W_2$  y  $-130 W_3$ .

**Plata nativa:** Al microscopio se observaron chispas no mayores de 20 micrones,

incluidas en galena, en blenda o diseminadas en mineral de ganga (fig. 14). Por su asociación y modo de presentarse se la considera hipogénica. No es abundante y sólo participa escasamente en el porcentaje de este yacimiento.

**Semseyita:** Es el mineral más abundante dentro de la clasificación de "comunes". Está ampliamente distribuida, y en forma especial en los niveles  $-60$  y  $-90$ . Macroscópicamente es de color gris plomo, de hábito fibroso o masivo. Al microscopio es de color gris, poder reflector mediano, pleocroísmo con posición oscura gris verdosa y posición clara de color gris neutro. Se presenta en agregados granulares fibrosos (fig. 15). En la sección pulida  $-60 E_2$  se determinó semseyita en forma de fibras idiomorfas que llegan a constituir textura radiada dispuesta en forma irregular, estando incluidas en cuarzo. Estas fibras crean un principio de duda de si corresponden a semseyita o jamesonita por no presentar suficiente caracterización por su manera de presentarse. Dado que frecuentemente parten de granos alotriomorfos de semseyita, la autora deduce que se trata de este último mineral (fig. 16).

Fue considerada por Ahlfel (1948) como geocronita diciendo: "La geocronita, primeramente observada por el que suscribe parece ser común en la zona primaria. Se presenta mezclada con galena, blenda en estado compacto. El mineral es un sulfuro de Pb con Sb y As, y contiene 68 % de Pb, 7 % de Sb y 4-5 % de As.

En un informe de los Hoyos (1969) éste dice que Wleklinsky en 1953 menciona la presencia de semseyita pero no de geocronita.

Las muestras de varias colecciones y museos, denominadas "Geocronita Pan de Azúcar" fueron determinadas roentgenográficamente por Brodtkorb (1969 y comunicación verbal) como semseyita. Según ese autor la semseyita se presenta en forma maciza, algo fibrosa, formando masas compactas de varios centímetros cúbicos. Para la identificación de ella realizó un diagrama por difracción de rayos X, cuyos valores concuerdan con los citados por Nuffield y Peacock para Kisbanya, Rumania. Un análisis espectrográfico semicuantitativo sobre una muestra de semseyita mostró la presencia de trazas de Cu, Ag, Fe y Sn correspondientes a pequeñas inclusiones de otros minerales, no habiéndose detectado ni As ni Bi.



En el mismo Congreso Geológico que Brodtkorb presentara el trabajo ya mencionado sobre semseyita, Igarzábal (1969) publicó el referente a la mina Pan de Azúcar. Su mención de que el mineral aflorante fue antimonita y la presencia de jamesonita y geocronita en niveles superiores, podrá hacer plausible la explicación que del nivel — 60 hacia abajo no apareciera este último mineral. La determinación química de As dada por Ahlfeld (1948) puede ser motivo de pequeñas cantidades de arsenopirita.

Se ha tenido especial cuidado en los estudios calcográficos para tratar de encontrar geocronita. Las propiedades ópticas tal como señalara Brodtkorb (1969) son lo suficientemente distintivas como para asegurar la ausencia de geocronita en las muestras estudiadas.

Recientemente la autora ha comparado la semseyita de este yacimiento con muestras pertenecientes al "Southwest Arkansas Antimony District", siendo similares sus propiedades ópticas.

*Wurtzita*: Es un polimorfo hexagonal de blenda. Se la identificó en 4 muestras de la mina y su determinación se basó en la forma de presentarse. A nicoles paralelos se observan granos alotriomorfos de blenda?, pero al cruzar los nicoles se distinguen en ellos contornos hexagonales típicos de wurtzita (— 130 E<sub>7</sub>, fig. 17).

Este mineral posiblemente tenga una mayor distribución en el yacimiento, pero debido a su difícil reconocimiento frente a blenda, se ve impedida su certera determinación. La blenda "pardo-rojiza" (2) puede ser en parte wurtzita, o wurtzita transformada en blenda.

### a.3. ACCESORIOS

Dentro de este grupo se clasificaron 5 minerales, presentes en una proporción menor al 1 %.

*Argirodita*: La serie isomorfa argirodita (4Ag<sub>2</sub> · GeS<sub>2</sub>)-canfieldita (4Ag<sub>2</sub> · SnS<sub>2</sub>) es de difícil diferenciación microscópica. El color más rosado de la argirodita la diferencia de canfieldita que sería más grisácea. La presencia de germanio en este depósito junto a las características ópticas hacen posible la existencia de este mineral. Se dispone en forma de bordes de reacción rodeando cristales de blenda y constituyendo un

reemplazo en la misma (fig. 18). Se la localizó en la muestra — 130 W<sub>2</sub>.

*Boulangerita*: Es escasa en el yacimiento. Se presenta en agregados granulares de muy pequeño tamaño (5-10 micrones) incluida en galena.

*Casiterita*: Se la observó con precipitación coloidal constituyendo un bandeamiento junto a blenda-galena y mineral de ganga (— 60 E<sub>6</sub>). Fue confirmada roentgenográficamente.

*Electrum*: Microscópicamente se determinó esta aleación, diferenciándola de la plata nativa por su color amarillento. Se distingue del oro nativo por ser este último, en cambio más amarillo. Según Cissarz (1965) es característico de yacimientos subvolcánicos.

*Hexaestannita*: Las hexaestannitas son minerales de quimismo muy variado y correspondientemente de propiedades ópticas desiguales. En el estudio de la muestra — 130 W<sub>2</sub> se encontró una variedad de hexaestannita asociada a calcopirita y blenda.

### b) Minerales supergénicos

La zona de cementación-oxidación del yacimiento ha sido totalmente agotada ya sea para extracción del mineral económico o para la búsqueda de mena en niveles más profundos. Los pocos minerales oxidados existentes son producto del pasaje de aguas meteóricas dentro de la mina.

*Anglesita*: Es un producto de oxidación de galena. No se la observa en cristales, sino en costras o masas informes. Se la encontró en la muestra — 60 E<sub>6</sub>.

*Crusita*: Más abundante que la anglesita, se la observó en la muestra — 60 E<sub>6</sub>. Forma agregados terrosos y/o masivos.

*Jarosita*: Se observan eflorescencias de colores amarillos y verdosos que fueron analizados roentgenográficamente correspondiendo a la familia de la jarosita.

*Limonitas*: Se determinó goethita pulverulenta y hematita rellenando "boxworks" de pirita. Se encontró jaspe limonítico, que es más resistente a la meteorización durante períodos más prolongados.

*Minerales de manganeso*: Se encuentran pátinas de óxido de manganeso en zonas de alteración meteórica.

## c) Minerales de ganga

El más conspicuo es cuarzo, siendo los otros minoritarios. Por orden alfabético son:

*Alunita (?)*: Ópticamente no fue posible determinarla por su grano fino. Analizada por rayos X presenta líneas específicas de esta especie, mezcladas con otras por lo cual no se asegura su presencia.

*Baritina*: No fue localizada en este estudio. Igarzáal (1969) la menciona como mineral de ganga de reducida participación en el yacimiento.

*Calcita*: Se encuentra distribuida en pocas muestras en agregados anhedrales.

*Cuarzo*: Constituye la ganga dominante de los filones del distrito. Desarrolla agregados masivos de cuarzo blanco, o cristales idiomorfos de diferente orientación que pueden llegar a ser más jóvenes que blenda. Chomnales en 1968 menciona la presencia de calcedonia.

*Fluorita*: Fue observada en cortes pulidos de mena y en roca de caja. En la mena se presenta en forma de cristales con desarrollo de caras (100). Se la encontró intercrecida con greenockita en la muestra — 170 W<sub>2</sub>. En la roca de caja (muestra III de superficie) la fluorita constituye finas venillas discontinuas que surcan la roca con recorridos irregulares.

*Siderita*: Fue localizada en una sola muestra ubicada en el nivel — 60. Los granos son idiomorfos parcialmente deformados por acción de presión.

## d) Minerales de alteración hidrotermal

Con posterioridad a la diferenciación magmática que dio lugar a la formación y consolidación de la dacita, los fluidos hidrotermales mineralizantes obraron sobre la roca de caja (dacita), aprovechando líneas de debilidad generadas por distintas causas, dando como resultado abundante alteración caolínica, sericitización moderada a fuerte silicificación suave a fuerte y escasa feldespatización, fluoritización, alunitización y piritización.

La caolinita, determinada roentgenográficamente, es de color blanco luminoso y suave al tacto. Al microscopio se presenta como agregados granulares o vermiformes y

también en forma radiada. Es incolora con un suave tinte amarillento.

La silicificación se presenta generalizada en la dacita y brecha dacítica.

Dentro de la sericitización se formaron sericita y posible illita. Estas al microscopio se presentan en diminutas laminillas de color blanco a verde pálido. Reemplazan a granos de feldespato, alterándolos en forma moderada a fuerte.

La piritización se manifiesta como fina diseminación de pequeños granos de piritita distribuida en la pasta de la roca.

La feldespatización se observó en muestras C<sub>3</sub>, I, II, VI, — 60 E<sub>2</sub> y se produce por el reemplazo de plagioclasa por feldespato alcalino.

La fluoritización se observó como finas laminillas discontinuas que surcan la roca con recorridos irregulares. Fue determinada en una dacita de superficie (III).

La alunitización se menciona muy "limitada" en el estudio petrográfico, y se presenta como alunita reemplazando al feldespato alcalino.

## e) Texturas de la mena

En la descripción de los diferentes tipos de texturas se han seguido las clasificaciones clásicas, en especial de Bastin (1950) y Ramdohr (1969-1975).

El proceso dominante en los estadios más antiguos durante la depositación de mena es el relleno de fracturas con escaso reemplazo. Este último proceso se destaca durante la depositación de los minerales más jóvenes de las vetas, predominando sobre el proceso de relleno. Los periodos y estadios están separados por refracturamiento y vetas.

En las muestras analizadas se encuentran los siguientes tipos de texturas:

## I) TEXTURAS DE FORMACIÓN PRIMARIA

1) *Granular*: Corresponde a las texturas de crecimiento a partir de soluciones hidrotermales. Predominan las texturas granulares entre blenda y galena distribuidas en masas irregulares en ganga de cuarzo. También se considera dentro de este tipo las inclusiones de sulfosales en galena, como la freibergita, bournonita y boulangerita.

2) *De exsolución*: En Pan de Azúcar se observaron desmezclas de calcopirita en forma de gotas (5-10 micrones) en blenda,

muchas veces orientadas en líneas paralelas a direcciones cristalográficas de ese mineral.

## II) TEXTURAS DE REEMPLAZO

Este tipo de textura se produce entre minerales hipogénicos, supergénicos y entre ellos. Al primero se lo denomina también reemplazo ascendente. Los ejemplos vistos en este estudio señalan:

1) *Textura directa de carie*: Mineral depositado después corroe al hospedante con un contacto convexo hacia el mismo (pirita por blenda).

2) *Textura inversa de carie*: Cuando el mineral hospedado corroe al hospedante con contacto cóncavo hacia el mismo (blenda por galena); (blenda por wurtzita); (blenda por greenockita).

3) *Reemplazo guiado*: Se observa en muestras donde la greenockita y blenda penetran en galena reemplazándola solamente en los planos de clivaje y líneas de debilidad.

4) *Reemplazo ascendente*: La pirargirita puede llegar a reemplazar a galena en los contactos de los granos o a través de líneas de clivaje, ascendentemente.

5) *Anillos de contacto*: Forman masas de mineral que envuelven granos cristalinos de otra especie reemplazándola (argirodita alrededor de blenda).

6) *Reemplazo selectivo*: El reemplazo se produce con preferencia de un mineral respecto a los demás. Ejemplo de esta variedad de textura se presenta en la muestra — 60 W<sub>7</sub> donde se observaron granos de blenda asociados a galena; en los granos de blenda se presentan tablillas de pirrotina que penetran y se mantienen en la galena a pesar de reemplazar esta última a la blenda. Se señala una selección de ciertos minerales en el reemplazo (galena reemplaza a blenda y no a pirrotina).

7) *Reemplazo supergénico*: Este tipo de textura acontece a lo largo de direcciones cristalográficas de los minerales primarios progresando en el perímetro y hacia adentro de los mismos. Se menciona el caso de anglesita que desarrolla venillas a lo largo del clivaje de galena y en los bordes de la misma. Dentro del campo de "limonitas" las mismas desarrollan pátinas cubriendo y

alterando a la mena primaria de la cual derivan.

## II) TEXTURA DE BRECHA

Es poco frecuente en este yacimiento. Esta textura puede originarse por relleno o reemplazo, o ambos procesos combinados. En el caso de Pan de Azúcar se observaron muestras donde la blenda y galena se encuentran brechadas y rodeadas por granos de cuarzo que cementan.

## IV) BANDEAMIENTO RÍTMICO

Puede ocurrir entre sulfosales o sulfuros alterando con ganga constituyendo una variación no continua en la composición de la solución. Como ejemplo tenemos el caso de muestras con bandas alternantes de blenda-galena-pirita-marcasita-ganga y donde nuevamente se repite la misma serie.

Otro caso presente es el de las tres blendas (1, 2 y 3) que se observan juntas, sin intercalación de ganga, desarrollando bordes netos y lisos, salvo en pequeños sectores en donde sufren una pequeña deformación.

## f) Diagrama paragenético

El cuadro 3 muestra el diagrama paragenético que surge del examen de la mena del distrito minero Pan de Azúcar. En su confección se han utilizado criterios texturales desarrollados por Lindgren (1933); Bastin (1957-1960) y Ramdohr (1969-1975).

Se señalan primeramente los minerales formados durante el proceso de alteración hidrotermal, cuya finalización en tiempo no es conocida.

A continuación se mencionan los minerales primarios. Se consideran depositados dentro de un solo estadio, quizá en más de una etapa separada sólo por movimientos interminerales en el sentido de Jankovic (1967). Estos brechamientos incipientes en la mena son difíciles de señalar, complicándose la situación al tratar de determinar los minerales participantes de los distintos pulsos y etapas de depositación debido a la distribución errática del fenómeno.

La presencia de calcita, siderita y alunita (?) no se mencionarán en el cuadro paragenético a causa de su exigua distribución, no pudiéndoselos relacionar en el tiempo.



CUADRO 3

Alteración hidrotermal	Alteración hidrotermal y Mineralización hipogénica	Mineralización Supergénica
Caolinización	→ ? →	
Silicificación		
Sericitización		
Piritización		
Fluoritización		
Feldespatización		
Alunitización		
Cuarzo		
Arsenopirita	_____	
Pirita	_____	
Marcasita	_____	
Blenda (1)	_____	
incl. pirrotina		
" estannita		
" hexaestannita		
" argirodita		
" calcopirita		
Oro	_____	
Wurtzita	_____	
Blenda (2)	_____	
Blenda (3)	_____	
Casiterita	_____	
Semseyita	_____	
Freibergita	_____	
Galena	_____	
incl. bourmonita		
" boulangerita		
Plata	_____	
Electrum	_____	
Pirargirita	_____	
Greenockita	_____	
Fluorita	_____	
Cerusita		→
Anglesita		→
Jarosita		→
Limonita		→

Por último se señalan los minerales supergénicos producidos por la oxidación y el pasaje de aguas meteóricas dentro de la mina.

g) Investigaciones geoquímicas

La investigación geoquímica consistió en la determinación de elementos mayores, menores y trazas en concentrados de galena, en concentrados de blenda, "cabeza" (mineral que entra en procesamiento en la planta) y "cola" (mineral que resta luego de haber obtenido los concentrados de galena y blenda), todos provenientes del nivel

-- 170 que en el año 1977 estaba en explotación. El estudio comprendió también muestras representativas del yacimiento recogidas en cancha mina.

De acuerdo a Haberlandt (1947) los elementos menores de un mineral pueden estar presentes por las siguientes causas: 1º) el elemento puede ser parte de la estructura; 2º) el elemento puede ser atrapado en microfisuras; 3º) puede ser absorbido en la superficie del mineral; 4º) puede estar presente como un componente mayor de una inclusión mineral extraña.

Antes de reseñar el contenido de estos

elementos en este yacimiento, se resumirá la geoquímica de los distintos minerales:

**Galena:** Según Fleischer (1955) los elementos que se pueden encontrar en galena se clasificarían en mayores (Zn, Ag), menores (Sb, Bi) y en trazas (Se, Cd, Ge, Sn, As, Mn, Ga). Según Tischendorf (1955) el antimonio disminuye a medida que decrece la temperatura de formación. Según Schroll (1955) el contenido de arsénico varía inversamente con el de Ag. La plata (Schroll, 1955) varía directamente con el contenido de Sb y Bi e inversamente con el de As. Schroll (1955) considera que la presencia de Bi en galena sería un indicador de alta temperatura de depósitos cercanos a la fuente magmática. El cadmio fue hallado mediante estudios espectrográficos cualitativos.

**Blenda:** Según Warren y Thompson (1945) los elementos presentes en blendas se los puede clasificar como: 1°) elementos químicamente combinados con blenda (Cd, Ga, Se, Ge, In, Mn, Fe); 2°) elementos mecánicamente combinados con blenda (Sn, Cu, Ag, Pb, As, Sb, Au, Bi) y 3°) elementos cuyo modo de ocurrencia es dudosa (Ti y V). El contenido de germanio es relativamente más alto en wurtzita que en

blendas. La cantidad de Sn es alta en blendas formadas a temperaturas altas a intermedias. A temperaturas por debajo de 880°C el selenio está fraccionado bajo condiciones de equilibrio de acuerdo a la siguiente secuencia de aumento en el contenido de dicho elemento: blenda-calcopirita-galena.

**Calcopirita:** Los elementos mayores y trazas a determinar comúnmente son: As, Bi, Mn, Sn, Co. También se determina en calcopirita presencia de Pb, Sn, Ni, Se, Ag y en escasos depósitos se investiga Sb, Ga, Ge, Mo, Re, Ti, Zn.

**Pirita y marcasita:** Los elementos menores y trazas determinadas en este mineral fueron: As, Bi, Co, Cu, Au, Pb, Mn, Se, Ag, Zn, Sn.

Fueron analizados los elementos más conspicuos para cada mineral y así para los concentrados de galena se determinaron: Se, Ge, Cd, Sb, Bi, As y Mn.

En los concentrados de zinc se investigaron: Ga, Se, Ge, Cd, Sb, Bi, As, Mn.

En las muestras de "cabeza" y "cola" se estudiaron: Se, Ge, Cd, As, Sb, Bi, Mn.

En los siguientes cuadros se graficaron los análisis efectuados en por ciento:

	Elementos: menores					Trazas				
	Sb	Bi	Cu	Se	Cd	Ge	Sn	As	Mn	Ga
Concetrado de plomo	0,18	0,11	—	0,01	0,007	0,003	no	vest.	0,004	no
Concetrado de zinc	0,21	0,12	0,15	0,007	0,18	0,008	no	0,07	vest.	0,05
Cabeza	0,16	0,12	—	0,050	0,091	0,001	no	vest.	0,07	no
Cola	0,05	0,14	—	0,002	0,06	0,002	no	vest.	vest.	no

Como se recordará la mineralogía del nivel — 170 consta de blenda y galena en notable proporción. Menor cantidad de greenockita, semseyita y bournonita. Escasa boulangerita, Ag nativa y pirargirita; por lo que las conclusiones a que se llegaron son:

- 1) Se interpreta el alto valor de Ag en el concentrado de Pb por la presencia de freibergita, Ag nativa, pirargirita, los minerales portadores de Ag en galena, y Ag molecular disuelta en galena.
- 2) El valor de Cd en el concentrado de zinc explicaría la existencia de blen-

da cadmífera, ya que la presencia de greenockita es escasa en secciones pulidas.

- 3) El valor más alto de Ge está expresado en el concentrado de Zn que da como resultado la presencia de argirodita asociada siempre a blenda, y posiblemente parte del Ge está también presente en las moléculas de calcopirita y blenda.

Se han efectuado algunos análisis de Sn determinando los valores más altos de: 1,10 % en — 60 E<sub>6</sub>; 0,61 % en — 130 W<sub>2</sub>. También se obtuvieron valores oscilantes entre 0,12 y 0,06 %.

La presencia de Sn se debe a la existencia de casiterita y estannita. La primera fue observada y confirmada roentgenográficamente en la muestra — 60 E<sub>6</sub>, mientras que la estannita fue localizada en las siguientes secciones pulidas: — 60 E<sub>6</sub>; — 60 W<sub>1</sub>; — 90 E<sub>24</sub> y — 130 W<sub>4</sub>. Por otra parte, el Sn es un elemento menor que suele integrar la composición de una calcopirita.

### Estudio sistemático de la mineralogía de los niveles

El estudio calcográfico comenzó a realizarse a partir del nivel — 60 debido a que en los niveles — 20 y — 40 está agotada la mineralización.

La ubicación de las muestras se encuentra en las figuras 3 a 6.

Las muestras del nivel — 60 señalan a simple vista una avanzada alteración arcillosa de la roca y moderada "limonización" producto de la fácil destrucción meteórica de marcasita y pirita, existiendo en partes zonas muy mineralizadas, con notables cantidades de blenda, galena, marcasita, pirita y semseyita. Es menor la proporción de calcopirita, plata nativa, greenockita y bournonita, siendo accesorios la estannita, casiterita, pirrotina, oro nativo, electrum y wurtzita.

El nivel — 90 muestra una fuerte caolinitización, en partes "limonización" resaltando en zonas abundante mineralización compuesta de masas de blenda, galena, presencia de semseyita, granos de marcasita relacionados o no a pirita. En orden de importancia se observó calcopirita, greenockita, plata nativa freibergita, estannita.

El nivel — 130 presenta una fuerte alteración arcillosa y notable existencia de mena, tomando como ejemplos las muestras — 130 E<sub>2</sub>; — 130 E<sub>3</sub>; — 130 E<sub>5</sub> y — 130 W<sub>2</sub> donde se observan los siguientes minerales: blenda, galena, marcasita, pirita, pirrotina, semseyita, plata nativa, pirargirita, casiterita, boulangerita, calcopirita, bournonita, argirodita, hexaestannita y freibergita.

Seguidamente se describe el nivel — 170 donde se observó disminución de la alteración hidrotermal con relictos de "limonitas" en escasas muestras. Existe algún brechamiento y buena mineralización. La última característica es notable en las muestras — 170 E<sub>1</sub>, — 170 W<sub>2</sub> y — 170 W<sub>3</sub> donde los minerales son blenda, galena, marcasita,

pirita, semseyita, greenockita, freibergita, bournonita, plata nativa, argirodita, pirargirita y boulangerita.

El nivel — 210 presenta poca alteración hidrotermal y las muestras son portadoras de blenda, galena, pirita y semseyita.

### Estudio calcográfico de concentrados

Se han confeccionado cortes pulidos de los concentrados de Zn y Pb, que se describirán a continuación:

*Concentrado de blenda:* Al microscopio los granos de sulfuro de Zn se encuentran bien liberados y sólo rara vez se presentan asociados a galena. Su tamaño oscila entre 100 micrones y 350 micrones. En sectores se determina pirita que posee un tamaño de grano de 50 a 100 micrones, y su proporción en la muestra es de un 2 % estimativamente. Los escasos granos de galena se presentan intercrecidos con pirita y/o blenda.

*Concentrado de galena:* La galena tiene muy buen clivaje, y por lo tanto, además de los granos de tamaño entre 100 y 300 micrones hay notable cantidad de granos menores, producto de molienda, que pueden llegar a poseer 20 micrones de diámetro. Al microscopio se observan muy bien liberados. Es muy escasa la presencia de blenda y se observaron pocos cristales de calcopirita. La cantidad de granos de pirita es menor que en el concentrado de blenda, siendo su tamaño de grano entre 100 y 200 micrones. La galena está mejor liberada que la blenda.

### Detalle de la distribución de los minerales de mena

En el cuadro 4 se grafican los minerales de mena encontrados para mostrar la distribución en el yacimiento. Para la identificación se usó la sigla propuesta por Romero *et al.* (1972) en su ensayo de sistematización de los minerales argentinos, y se los ubicó por orden alfabético.

Las figuras 3 a 6 ilustran el detalle de la distribución de los minerales agrupados según diferentes criterios, ya sea geoquímicos o de abundancia relativa, y representan la proyección idealizada del muestreo efectuado en los diferentes niveles.

En la figura 3 se muestran los minerales predominantes del yacimiento. En la figura 4 se distribuyen las sulfosales de Pb junto



CUADRO 4. — Distribución de los minerales de mena.

Muestra	Ubicación	Esenciales				Menores												Accesorios				
		B L N D	G A L N	M A C S	P I R T	A S P N	B R N P	C L C N	E T C N	F R B N	G R N O	O R R C	P R R G	P R R T	S L A S T	W M R A S T Y Z	A G R R	B L G R	C S T R	E L T R	H X S T T	
— 60	E <sub>1</sub>	X	X		X									X	X							
— 60	E <sub>1 bis</sub>	X	X		X			X														
— 60	E <sub>2</sub>	X			X						X	X			X							
— 60	E <sub>3</sub>	X			X															X		
— 60	E <sub>5</sub>	X	X	X	X			X						X	X							
— 60	E <sub>6</sub>	X	X						X	X				X	X					X		
— 60	E <sub>7</sub>	X	X	X	X								X									
— 60	W <sub>1</sub>	X	X	X	X									X								
— 60	W <sub>7</sub>	X	X	X										X	X							
— 60	W <sub>8</sub>				X	X																
— 60	W <sub>9</sub>	X	X		X																	
— 60	W <sub>15</sub>	X	X	X	X			X	X	X										X		
— 60	W <sub>23</sub>			X	X	X																
— 60	W <sub>24</sub>				X	X																
— 60	Isidora	X	X	X	X					X												
— 60	Isidora <sub>4,5</sub>	X	X						X	X				X	X	X						
— 90	E <sub>1</sub>	X	X	X	X									X	X					X		
— 90	E <sub>4</sub>	X	X	X	X																	
— 90	E <sub>5</sub>			X	X			X					X		X							
— 90	E <sub>6</sub>	X	X	X	X			X		X			X		X							
— 90	E <sub>25</sub>	X	X	X	X			X						X	X							
— 90	E <sub>22</sub>	X	X		X																	
— 90	E <sub>24</sub>	X	X		X			X	X	X												
— 90	W <sub>5</sub>	X	X	X	X																	
— 90	W <sub>9</sub>			X	X																	
— 90	W <sub>10</sub>			X	X																	
— 90	W <sub>11</sub>				X																	
— 130	E <sub>1</sub>				X																	
— 130	E <sub>1 bis</sub>	X	X		X			X														
— 130	E <sub>2</sub>	X	X	X	X									X		X	X					
— 130	E <sub>1</sub>	X	X	X	X									X		X	X					
— 130	E <sub>4</sub>	X	X	X	X										X	X						
— 130	E <sub>5</sub>	X	X	X	X															X	X	
— 130	E <sub>6</sub>	X			X			X														
— 130	E <sub>7 bis</sub>	X	X		X			X	X	X					X							
— 130	E <sub>7</sub>	X	X		X											X <sup>?</sup>			X	X		
— 130	E <sub>8</sub>				X																	
— 130	E <sub>9</sub>	X	X	X	X			X		X												
— 130	E <sub>9</sub>	X	X	X	X			X		X												
— 130	W <sub>1</sub>	X	X		X			X	X											X		
— 130	W <sub>2</sub>	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X				X			X	
— 130	W <sub>3</sub>	X		X	X									X								
— 130	W <sub>2 bis</sub>			X	X									X								
— 130	W <sub>4</sub>			X	X																	
— 130	W <sub>6</sub>				X																	
— 130	W <sub>7</sub>			X	X																	
— 130	W <sub>8</sub>			X	X																	
— 170	E <sub>2</sub>				X			X														
— 170	E <sub>1</sub>	X	X	X	X					X												
— 170	E <sub>4</sub>	X	X	X	X			X	X						X							
— 170	E <sub>1</sub>	X	X	X	X																	
— 170	E <sub>7</sub>	X	X		X			X														
— 170	E <sub>8</sub>	X	X	X	X																	
— 170	W <sub>1</sub>				X																	
— 170	W <sub>2</sub>	X	X	X	X			X		X	X	X	X	X	X							
— 170	W <sub>5</sub>	X	X	X	X				X		X		X	X	X				X			
— 170	W <sub>7</sub>			X	X																	
— 210	E <sub>1</sub>	X	X		X																	
— 210	W <sub>1</sub>	X	X		X										X							
— 210	W <sub>2</sub>	X	X		X																	

al sulfuro de Cd. La figura 5 reúne los minerales de Ag y elementos nativos. En la figura 6 se agrupan las especies de Fe, As y Cu y los minerales de Sn y Ge.

De acuerdo a lo dibujado en la figura 3 se advierte que los sulfuros de plomo y zinc predominan en el este del yacimiento, en cambio se deduce la abundancia de pirita hacia el oeste del depósito. La figura 4 que agrupa los minerales de antimonio muestra que la existencia de semseyita predomina hacia el este del pique principal.

### Comparaciones con yacimientos bolivianos

Se consideran algunos yacimientos bolivianos que por su mineralogía y/o génesis son de interés comparativo.

Ahlfeld y Schneider-Scherbina (1964) clasifican los yacimientos plumbo-ziníferos de Bolivia (considerando los argentíferos pertenecientes a esta agrupación) en dos grupos principales: a) yacimientos periplutónicos mesozoicos, y b) yacimientos subvolcánicos terciarios.

Ahlfeld, en 1967, clasifica algo diferentemente a estos yacimientos, abarcando a su vez más extensión longitudinal. Menciona una provincia de Sn, una provincia de Cu y la provincia polimetálica de Bolivia con Pb-Zn-Ag-Cu-Fe-Au, la cual coincide con la zona de la "Altiplanicie" ubicada por él y Schneider-Scherbina en 1964. Esta provincia se extiende desde el sur de Lipez, Bolivia.

En general todas las manifestaciones se relacionan a productos de diferenciación ácida de actividad volcánica terciaria superior cuya edad pliocena es aproximadamente la misma que los depósitos subvolcánicos de la provincia de Sn con los cuales se conectan transicionalmente. La mineralización tiene lugar a baja temperatura y el contenido mineralógico es muy parecido a los depósitos del sur de Perú.

Los minerales que predominan dentro de esta provincia son blenda, galena, tetraedrita, pirita, jamesonita, boulangerita, enargita, tennantita, greenockita, oro nativo, calcopirita, arsenopirita, plata nativa y "minerales portadores de Ag". Los minerales de ganga son cuarzo, baritina y rodocrosita.

Se consideran aquí los yacimientos bolivianos de Pb-Zn y/o Ag subvolcánicos, terciarios, y no así los correspondientes a la época metalogenética mesozoica relacionados a la actividad plutónica.

Los yacimientos terciarios bolivianos fueron subdivididos por los mencionados autores en: 1) yacimientos plumbo-ziníferos, y 2) yacimientos argentíferos.

1) *Los yacimientos plumbo-ziníferos terciarios:* Se distingue de los mesozoicos por sus estructuras, texturas, mineralización y distribución geográfica. Los mismos se relacionan genéticamente con stocks volcánicos miocénicos de la "Altiplanicie". Las vetas curvadas e irregulares, son subvolcánicas, formadas a escasa profundidad. El mineral principal de plomo es la galena que se presenta bien cristalizada en fisuras abiertas o en forma maciza o diseminada en ganga. La galena es el principal portador de Ag.

El mineral de zinc presente es la blenda. Las blendas formadas a temperaturas bajas contienen Cd, y por otra parte es común la presencia de greenockita como por ejemplo en el distrito de Berenguela. La ganga frecuentemente es cuarzo de grano fino.

Entre los yacimientos de Pb-Zn con Ag de la "Altiplanicie" se mencionan Quimsachata, Distrito de Berenguela.

2) Se describen los yacimientos en los cuales la plata constituye el principal metal de explotación.

Se localizan en la "Altiplanicie" y en la parte sur de la Cordillera Central. Se relacionan a stocks dacíticos postorogénicos formados a baja profundidad y baja temperatura, dando lugar a los típicos yacimientos subvolcánicos.

Se describe el yacimiento Pulacayo que fue uno de los más grandes productores de plata de América del Sur, y que a pesar de estar situado en la Cordillera Central no corresponde a la faja estannífera.

Pulacayo es un yacimiento ubicado al norte de Uyuni, departamento Potosí, Bolivia. Las vetas mineralizadas se asocian a un stock dacítico de 4 km de extensión y 3 km de ancho. La mineralización se aloja en el antecuerpo del subvolcán. Las vetas tienen raíces formadas por ganga solamente, hacia arriba se van enriqueciendo en sulfuros y finalmente vuelven a hacerse estériles. La secuencia paragenética comienza con alta temperatura para terminar con minerales formados a baja temperatura en corta distancia. Los minerales presentes son galena, blenda, pirita y marcasita en ganga de biritina. Con la profundidad la cantidad de galena y freibergita disminuye y predomina la blenda. Pulacayo

es un yacimiento subvolcánico epitermal y presenta "telescoping" que llega aproximadamente a 400 metros de diferencia de cota.

Los depósitos ubicados en la "Altiplanicie" comprenden los yacimientos Santa Isabel, distrito de Salinas de Garci, Mendoza y distrito Carangas.

### Consideraciones genéticas y conclusiones

Las clasificaciones de depósitos de minerales más conocidas y usadas son las de Lindgren y Schneiderhöhn, que en el ámbito de los yacimientos hidrotermales apoyan sus clasificaciones en temperaturas y presión asociados a profundidad de depositación, y asociación mineral respectivamente.

Mientras Lindgren clasifica los yacimientos hidrotermales en epi-meso e hipotermales con temperaturas entre 50 y 500°C y presiones medias a altas, Schneiderhöhn considera 8 grupos paragenéticos, es decir, una clasificación por caracteres químicos y mineralógicos subdivididos en los pertenecientes a grupos hipabisales y subvolcánicos. A su vez clasifica formalmente en vetiformes, de impregnación y de reemplazo. Según este último autor, la serie hidrotermal subvolcánica no puede considerarse separada de la plutónica, especialmente en ciertas paragénesis.

El rasgo más característico de los yacimientos subvolcánicos es la rápida variación mineralógica, presentando frecuentemente "telescoping" dentro de los 400 metros de diferencia de profundidad.

Cissarz (1965) describe minuciosamente las particularidades de los yacimientos subvolcánicos y por coincidencia con los caracteres específicos de Pan de Azúcar se mencionarán a continuación detalladamente.

Los yacimientos hidrotermales subvolcánicos se encuentran asociados a intrusiones magmáticas subvolcánicas de rocas intermedias a ácidas, especialmente dacitas y andesitas, encontrándose en cordilleras jóvenes donde la denudación no es avanzada. Se observa estrecha vinculación con rocas subvolcánicas las que generalmente también son su roca de caja. Dado el somero nivel de intrusión faltan los yacimientos pneumatolíticos, pegmatíticos e hipotermales y existen sólo los meso-, epi- y teletermales con predominio de los epitermales. Son yacimientos vetiformes o de impregnación, y generalmente no son rellenos de fallas importantes, sino más bien de diaclasas de

contracción o fracturas intervulcánicas. Estas comúnmente son menos definidas y más cortas que fallas tectónicas. La extensión horizontal de las vetas no sobrepasa unos cientos de metros y la vertical, los 500-700 metros. Son comunes las vetas paralelas, y en ellas las variaciones de rumbo y buzamiento. El límite con la roca de caja frecuentemente no es neto. Mientras Cissarz (1965) propone que son depósitos de reemplazo de la roca de caja, Jankovic (1967), opina que son vetas de relleno donde los minerales están formados en varias etapas separadas por movimientos interminerales. Participan en la formación mineral, bruscas caídas de temperaturas que en ocasiones son más pronunciadas en el contacto entre rocas de caja y cuerpo de mena que en la parte central del cuerpo de mena. Como consecuencia de la brusca caída de temperatura desaparece rápidamente la mineralización con la profundidad pasando a conformar raíces estériles. Es común la presencia de "telescoping" o sea zonación primaria en breve espacio vertical, pudiendo la disminución de temperatura manifestarse también como zonación lateral; esto es, vetas cercanas a la fuente mineralizadora con menas características de más alta temperatura y otras más alejadas con una mineralización que refleja su temperatura de formación más baja.

Con respecto a la alteración hidrotermal, está afectada fundamentalmente la misma roca intrusiva. Es común la propilitización que abarca zonas más amplias, mientras que relacionada a la formación de veta se encuentra sericitización y caolinización. Esta última es característica de yacimientos hidrotermales subvolcánicos faltando casi completamente en los yacimientos hidrotermales plutónicos. Son comunes la silicificación y carbonatización, mientras que la alunitización está restringida a pocos yacimientos.

La composición mineralógica es muy variada y a veces precipitan los minerales en forma coloidal. Los elementos Sn, W, Mo y Bi son poco frecuentes. El oro es un elemento importante en los subvolcánicos. A diferencia de los plutónicos, donde aparece como oro puro, en los subvolcánicos se presenta como electrum. La plata se encuentra nativa, como argentita y como sulfosales. En los yacimientos de oro y plata suele haber galena, blenda, calcopirita, pirita y algunas veces antimonita y tetraedrita.

Los yacimientos de Cu de este tipo están formados por enargita, calcosina, a veces



bornita, tetraedrita, calcopirita. La pirita es un importante acompañante. El plomo y zinc son frecuentes y suelen formar yacimientos de galena y blenda, ésta en partes precipitando en forma de coloide. El sulfuro de hierro se presenta a menudo como marcasita. En el ámbito de los yacimientos subvolcánicos también se encuentran los depósitos de cinabrio y antimonita, y por otra parte de rejalgar y oropimente.

Los minerales de ganga más importantes son cuarzo, calcita, dolomita, siderita baritina. El  $\text{SiO}_2$  puede presentarse también como calcodonia y ópalo. La fluorita es escasa y la formación de turmalina está sólo muy localizada.

Los depósitos subvolcánicos de Pb-Zn en Yugoslavia (Jankovic, 1967) son de mineralogía simple, con texturas coliformes y "telescoping" muy restringido o desconocido.

A continuación se ubicará el yacimiento Pan de Azúcar dentro del ciclo metalogénico correspondiente a la Argentina.

A este ciclo corresponden las mineralizaciones más difundidas del país. Se agrupan en él manifestaciones y yacimientos relacionados con procesos de diferenciación de rocas ígneas del Cretácico superior al Terciario superior. Estos yacimientos se los encuentra esparcidos en la extensa región andina que comprende nuestro sistema cordillerano en la Puna y en la Precordillera; es decir en unidades geográficas positivas que fueron afectadas y modeladas por la orogenia. Los depósitos relacionados con rocas ígneas muestran un carácter meso y epitermal. En su mayoría se vinculan con subvolcanes, o sea, con intrusiones de andesitas, dacitas y riolitas (Angelelli *et al.*, 1970).

A continuación se enumeran una serie de yacimientos relacionados a este período.

En San Juan se presenta dentro de este ciclo el yacimiento El Tontal con una serie de minas de tipo epitermal. Son vetas portadoras de galena argentífera, blenda, tetraedrita, pirita y calcopirita. El carácter estructural es el relleno de fracturas. Se vincularían con la intrusión dacítica de la zona, cuya edad se asigna al Terciario.

En La Rioja se ubican los distritos argentíferos Cerro Negro; Caldera y Tigre. La mineralización de los mismos comprende minerales de plata (argentita, argirodita, miargirita, pirargirita, plata nativa, proustita, stephanita, freibergita?); minerales de cobalto y níquel (Cloantita, niquelina, rammelsbergita, safflorita); otros minerales

metálicos (blenda, calcopirita, galena, marcasita, pirita, wurtzita); minerales de ganga (siderita, cuarzo, baritina, calcita). El carácter estructural es el relleno de fractura. La edad de la mineralización se considera terciaria y se relacionaría con las intrusiones de dacita.

En la provincia de Salta se encuentra el yacimiento "La Concordia" (epitermal). Presenta una veta mineralizada que se aloja en una brecha, y la mineralización se relaciona al Terciario superior.

Otro yacimiento de Salta es "La Esperanza, formado por depósitos minerales alojados en una falla subvertical rodeada por fracturas menores que afectan vulcanitas cenozoicas conocidas como "Dacitas Viejas". Se encuentran blenda, galena, calcopirita, tetraedrita, bornita, ullmanita, pirita, marcasita, cuarzo, calcita, siderita, y como minerales secundarios se determinaron covelina, hematita, malaquita, cerusita, anglesita y limonitas. La estructura del depósito es un relleno de brechas de falla, vinculado a génesis meso a epitermal en estrecha relación con las "Dacitas Viejas" de edad cenozoica.

El yacimiento "El Queva" (Salta) se compone de lavas dacíticas y andesitas. La mineralización se constituye de sulfuros de cobre, plomo, zinc y plata y está relacionada a rocas efusivas de edad miocena (Sillitoe, 1975).

Con los estudios efectuados en el presente trabajo y con las consideraciones genéticas que propusiera Cissarz (1965) para yacimientos subvolcánicos, se enumerarán a continuación diferentes argumentos que hacen a las conclusiones arribadas en esta investigación.

- El yacimiento Pan de Azúcar se halla ubicado en el Departamento Rinconada, provincia de Jujuy, República Argentina. Es un depósito de Pb-Zn-Ag. El distrito minero abarca también las manifestaciones España y Potosí.
- El yacimiento estudiado se emplaza en un cuerpo dacítico, cuya edad es de 12 m.a.  $\pm$  2 (Mioceno medio).
- Estructuralmente es un depósito de relleno de fracturas y en menor proporción reemplazo de la roca de caja.
- Se han formado clavos mineralizados de forma tabular con textura en "rosario" con continuidad en su desarrollo

- horizontal y suaves acuñamientos en su extensión vertical.
- Hubo pequeños movimientos tectónicos de reajuste durante el proceso de mineralización, esporádicos, difíciles de delimitar, cementando el mismo pulso mineralizador los pequeños brechamientos producidos.
  - La edad de la mineralización se considera un poco más joven que la del cuerpo dacítico, como parte del mismo proceso magmático.
  - La alteración hidrotermal de la roca de caja comprende caolinización, silicificación y sericitización, siendo menor la presencia de piritización, fluoritización, feldespaticización y alunitización.
  - La precipitación de los minerales se debió a cambios físico-químicos experimentados por el fluido que los transportaba. La depositación se produjo con descenso de presión y temperatura.
  - Los minerales hipogénicos del yacimiento, desde el nivel — 60 hasta el nivel — 210 son los siguientes. Esenciales: blenda, galena, marcasita y pirita. Menores: arsenopirita, bournonita, calcopirita, estannita, freibergita, greenockita, oro nativo, pirargirita, pirrotina, plata nativa, semseyita y wurtzita. Entre los accesorios figuran: argirodita, boulangerita, casiterita, electrum y hexaestannita. Los minerales de ganga identificados son: cuarzo, calcita, fluorita, siderita y alunita (?). Igarzábal y Chomnales (1969) mencionan a argentita y bornita en la muestra — 60 E<sub>2</sub> y en la veta Isidora respectivamente. Igarzábal (1969) señala la mineralización de antimonita en ganga de cuarzo en labores de destape.
  - Algunos minerales de mena precipitaron originariamente como gel, por ejemplo blenda 2 y 3, wurtzita, greenockita y posiblemente también casiterita.
  - En la actualidad se encuentran únicamente minerales de oxidación producidos por el pasaje de oxígeno y aguas meteóricas dentro de la mina. Ellos son: cerusita, anglesita, jarosita, limonitas y minerales de manganeso.
  - En el nivel — 60 y en los otros inferiores, motivo de estudio, no se observaron minerales de zona de cementación.
  - Los minerales de Ag presentes son: freibergita, plata nativa, “minerales portadores de Ag” en galena, y pirargirita determinadas mediante estudios ópticos. Cuantitativamente estos minerales junto con el hecho que puede haber en la molécula de galena hasta 0,1 % de Ag<sub>2</sub>S, no reflejan la cantidad de Ag determinada químicamente. Son necesarios estudios de microsonda para efectuar “barridos” de la superficie de los minerales y poder determinar y localizar el alto valor de Ag obtenido en los análisis químicos.
  - La blenda con sus inclusiones y minerales asociados como estannita, hexaestannita, pirrotina, calcopirita, argirodita, oro y arsenopirita se habrían formado a temperaturas cercanas a mesotermales. La galena, pirita, marcasita, semseyita, freibergita, bournonita, boulangerita, pirargirita, greenockita y fluorita se habrían formado a temperaturas predominantemente epitermales.
  - En el concentrado de plomo los elementos menores presentes son Sb, y Bi y las trazas Se, Cd, Ge, Mn y As. En el concentrado de zinc los elementos menores son Sb, Bi y Cu, y las trazas Se, Cd, Ge, As, Ga y Mn.
  - Las texturas de mena predominantes en el yacimiento son: 1) de formación primaria (granular, de exsolución); 2) de reemplazo (directo de carie, inversa de carie, reemplazo guiado, reemplazo selectivo y reemplazo supergénico); 3) textura de brecha y bandeamiento rítmico.
  - La sucesión paragenética del yacimiento señala un proceso inicial de alteración hidrotermal seguido por un pulso mineralizador que presenta en sectores alguna recurrencia local.
  - El yacimiento es de tipo subvolcánico, meso- a epitermal.
  - No se observó zonación primaria vertical ni “telescoping” en mina Pan de Azúcar entre los niveles — 60 y — 120. Resulta prematuro mencionar la ausencia de marcasita en sólo tres

muestras del nivel — 210. Se indica un predominio de minerales de Pb-Zn en el sector este del depósito y una zona más pirítica hacia el oeste. La existencia de semseyita predomina hacia el este del pique principal.

- En mina "España" se conoce una mineralización de antimonita con menor cantidad de galena, blenda, semseyita, pirita y arsenopirita. En drusas de la antimonita se observaron cristales de azufre nativo. Se puede plantear dos posibilidades en cuanto a génesis u origen de la antimonita. Por un lado sería factible que mediante un proceso de zonación vertical primaria los minerales de Sb se localicen en superficie y hacia profundidad los de Pb-Zn. Por otro lado se podría tratar de una zonación horizontal, teniendo en cuenta que a partir de un centro efusivo se depositarían dos sistemas de vetas. Una más cercana del centro magmático de mayor temperatura (Pb-Zn con roca antimonita? en Pan de Azúcar) y la otra más alejada con presencia de minerales de antimonio y azufre nativo en mina "España".
- La mina Pan de Azúcar es comparable a las vetas de galena argentífera emplazada en rocas dacíticas del sur de Bolivia, perteneciendo a la misma provincia metalogenética.
- En el año 1976 (según Pasquín) las reservas de mineral probable, conside-

rando dilución y pérdida por explotación, ascendieron al orden de las 35.240 t con una ley media de 4,92 % Pb; 5,91 % Zn y 377,5 g/t en una potencia promedio de 1,28 m. Con respecto a las cifras de mineral posible, los cálculos indican un tonelaje de 11.030 t. Considerando ambos valores, la estimación de reservas alcanzó las 46.270 t., por lo que se trataría de un yacimiento de medianos recursos.

- La mina Pan de Azúcar pertenece a la región geológica de la Puna, se ubica dentro del ciclo metalogenético del Cretácico superior-Cenozoico, habiendo sido corroborada esta ubicación con la determinación de la edad de la dacita.

### Agradecimientos

La autora desea expresar su reconocimiento a la Doctora Milka K. de Brodtkorb por el valioso asesoramiento prestado durante la ejecución del trabajo, haciéndolo extensivo a las Doctoras Beatriz Coira, Norma Pezzutti y Marta Godeas por la colaboración en geología regional y petrografía.

Se agradece a las autoridades del Servicio Minero Nacional el apoyo recibido para llevar a cabo la investigación, como así también a la empresa Río Cincel S.A. y a todos los que, de una forma u otra, hicieron posible la terminación del trabajo.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Ahlfeld, F., 1948. *Estudio geológico de yacimientos minerales de la provincia de Jujuy*. U.N.T. (Instituto de Geología y Minería, Jujuy). Inédito.
- 1967. *Metallogenic epochs and province of Bolivia*. Min. Dep., 2: 291-311.
- Ahlfeld, F. y A. Schneider-Scherbina, 1964. *Los yacimientos minerales y de hidrocarburos de Bolivia*. Depto. Nac. Geol., Bol. 5 (Especial), La Paz, Bolivia.
- Ahlfeld, F., 1967. *Metallogenic epochs and province of Bolivia*. Min. Dep., 2: 291-311.
- Angelelli, V., 1950. *Recursos minerales de la República Argentina. I: Yacimientos metalíferos*. Rev. Inst. Nac. Investig. Cienc. Museo Arg. de Cienc. Nat. "B. Rivadavia": 421-422.
- Angelelli, V., J. C. Fernández Lima, A. Herrera, y L. Aristarain, 1970. *Descripción del mapa metalogenético de la República Argentina*. Dir. Nac. Geol. Min.
- Bastin, E. S., 1957. *Interpretations of ore textures*. Editorial Waverly Press, Inc., Baltimore Maryland.
- Brodtkorb, M. K. de, 1969. *Sobre la denominada "geocronita" del yacimiento "Pan de Azúcar", provincia de Jujuy*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVI (2): 116-118.
- Cissarz, A., 1965. *Einführung in die allgemeine und systematische Lagerstättenlehre-E. Schweizerbart'sche*. Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- 1978. *Comunicación verbal*.
- Coira, B., 1979. *Descripción de la Hoja Geológica 3 c, Abra Pampa, provincia de Jujuy*. Serv. Min. Nac., inédito.
- 1978. *Comunicación verbal*.



- Chomnales, R., 1968. *Informe sobre descripción de muestras de la mina "Pan de Azúcar"*. Inst. Geol. Min., Jujuy, inédito.
- Daroca, J. R., 1970. *Informe preliminar Mosaico 4 c/4*. Dir. Gral. Fab. Mil. Salta, inédito.
- Dawson, L. A., 1974. *Grupo minero "Pan de Azúcar": minas "España", "Potosí", y "Pan de Azúcar", departamento Rinconada, provincia de Jujuy*. D.N.M. y G., inédito.
- De los Hoyos, L., 1969. *Programa de trabajos de búsqueda detallada de mineralización útil en las pertenencias mineras "España" y "Potosí", área de la mina "Pan de Azúcar" de plomo-plata*. Dir. Prov. Min. Jujuy, inédito.
- Fernández Lima, J. C., H. de la Iglesia y A. Jutoran, 1953. *Informe preliminar sobre la mina "Pan de Azúcar"*. D.N.M. y G., inédito.
- Fleischer, M., 1955. *Minor elements in some sulfide minerals*. Econ. Geol., 50th. Anniv: 970.
- Haberlandt, H., 1947. *Die Bedeutung der Spurenelemente in der geochemischen. Forschung* Monatsch. 77: 293.
- Igarzábal, A. P., 1969. *Estructura, mineralización y génesis del yacimiento plumbo-argento-zincífero "Pan de Azúcar"*. Anexo Chomnales, R.: *Descripción de cortes pulidos realizados sobre distintas muestras del yacimiento "Pan de Azúcar"*. IV Jorn. Geol. Arg. I: 371-395.
- Jankovic, S., 1967. *"On the vertical extent and the sources of metals of some hydrothermal ore deposits formed at Subvolcanic level"*. En: *Problems of hydrothermal ore deposition*. Edited for Z. Pouba and M. Stempok. IUGS A<sub>2</sub>.
- Jutoran, A., 1958. *Informe preliminar sobre la mina "Pan de Azúcar", departamento Rinconada, provincia de Jujuy*. D.N.M. y G., inédito.
- Lingrén, W., 1933. *Minerals deposits*. McGraw Hill Book Co., New York.
- Pasquin, C. L., 1976. *Informe distrito minero "Pan de Azúcar" y "España"*. B.N.B., inédito.
- Ramdohr, P. 1969. *The ore minerals and their intergrowths*. Pergamon Press, London.
- 1975. *Die Erzminerale und ihre Verwachsungen*. Akademie Verlag, Berlin.
- Ribbie, P. H., 1974. *Sulfide Mineralogy*. Min. Soc. Am. Vol. I. Short Course Notes.
- Romero, A., A. Herrera y L. T. Galeano, 1972. *Banco de datos geológicos y económicos de los yacimientos argentinos*. Fund. Bariloche, Pub. N° 8, San Carlos de Bariloche.
- Schneiderhohn, H., 1955. *Erzlagerstätten*. Gustav Fischer, Verlag, Stuttgart.
- Schroll, E., 1955. *Über das Vorkommen einiger Spurenmetalle in Blei-Zink-Erzen der ostalpinen Metall. provinz*. Min. Petr. Mitt. (Tschermak), V: 183.
- Sgrosso, P., 1943. *Minería y Geología del Noroeste Argentino*. D.M.G., Bol. 53.
- Sillitoe, R., 1975. *Lead, Silver, Manganese and Native Sulfur Mineralization within a Stratovolcano, El Queva, Northwest Argentina*. Econ. Geol., 70: 1190-1201.
- Warren, H. V. y R. M. Thopson, 1945. *Sphalerites from Western Canada*. Econ. Geology, XL, (5): 309-335.

Recibido: 29 de agosto de 1980

SUSANA SEGAL de SVETLIZA

Servicio Minero Nacional  
Santa Fe 1548 - 4º piso  
1060 Buenos Aires.

## UNA MICROFLORA ORDOVICICA DE LA FORMACION MOJOTORO, PROVINCIA DE SALTA

W. VOLKHEIMER, D. L. MELENDI y F. G. ACENOLAZA

### Resumen

Estudio palinoestratigráfico de la primera asociación de acritarcos ordovícicos para Sudamérica. El material se halló en la Formación Mojotoro (provincia de Salta). La asociación de palinomorfos está compuesta por los elementos siguientes: *Acanthodiacrodium* sp. A. cf. *simplex* Comñaz, *Baltisphaeridium* sp. cf. *B. redondensis* Paris & Deunff, cf. *Baltisphaeridium hirsutoides hamatum* Downie, *Cymatiosphaera* sp., *Leiosphaeridia* spp., *Leiovalia* sp., *Multiplicisphaeridium* sp. cf. *M. varians* Stockman & Williere, *Pirea* sp. cf. *P. dubia* Vavrdová, *Pirea* sp. A, *Pterospermella crameri* n. sp., *Pterospermella* sp.; *Leiotriletes* sp., *Virgatasporites* sp. y *Veryhachium* sp.

Los componentes de la microflora se comparan con los de otras asociaciones del Ordovícico mundial. Los elementos de valor estratigráfico presentes entre los palinomorfos de la Formación Mojotoro indican que la microflora se depositó durante el Ordovícico inferior hasta Llanvirniano.

### Abstract

An Ordovician microflora from the Mojotoro Formation, Salta Province, Argentina. Palynostratigraphic study of the first Ordovician association of acritarchs from South America. The microflora is composed of the following elements: *Acanthodiacrodium* sp., A. cf. *simplex* Comñaz, *Baltisphaeridium* sp. cf. *B. redondensis* Paris & Deunff cf. *Baltisphaeridium hirsutoides hamatum* Downie, *Cymatiosphaera* spp., *Leiosphaeridia* spp., *Leiovalia* sp., *Multiplicisphaeridium* sp. cf. *M. varians* Stockmans & Williere, *Pirea* sp. cf. *P. dubia* Vavrdová *Pirea* sp. 1, *Pterospermella crameri* n. sp., *Pterospermella* sp., *Leiotriletes* sp., *Virgatasporites* sp. and *Veryhachium* sp. The microflora is compared with Ordovician associations from other parts of the world. The palynomorphs of stratigraphic value indicate a Lower Ordovician to Llanvirnian age of the Mojotoro microflora.

### I. Introducción y ubicación geográfica

En el presente estudio palinoestratigráfico se dan datos de la primera asociación de acritarcos ordovícicos de América del Sur y fue realizada como contribución al Proyecto 44, Paleozoico inferior de América del Sur (UNESCO, Comité Argentino de Correlación Geológica).

El material estudiado proviene de los afloramientos ordovícicos que se aprecian en el flanco oriental de la Sierra de Mojotoro en la quebrada del Gallinato y en cercanías al punto llamado Corral de Barranca, a unos 20 km al noreste de la ciudad de Salta (fig. 1). Para acceder a esta zona es necesario circular por el camino que desde ruta nacional n° 9, en las inmediaciones de la Calderilla, lleva a Campo Santo por la cuesta del Gallinato y la quebrada homónima. Los mencionados afloramientos se observan a la vera del camino, aproximadamente unos 10 km al este del empalme con la ruta nacional n° 9. Los mismos constituyen uno de los pocos lugares donde el

relieve se presenta más destacado en razón a la composición cuarcítica de las rocas aflorantes.

### II. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Tucumán por las facilidades materiales para realizar los trabajos en campaña. Asimismo agradecen al CONICET, Buenos Aires (Proyecto 44, del Comité Argentino de Correlación Geológica: Paleozoico inferior de América del Sur. Estudios palinológicos) por haber concedido un subsidio para solventar gastos de viajes y laboratorio, y al Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales por la infraestructura brindada.

### III. Caracteres geológicos

Las principales características geológicas de la zona han sido oportunamente reseñadas por Ruiz Huidobro y González Bonori-

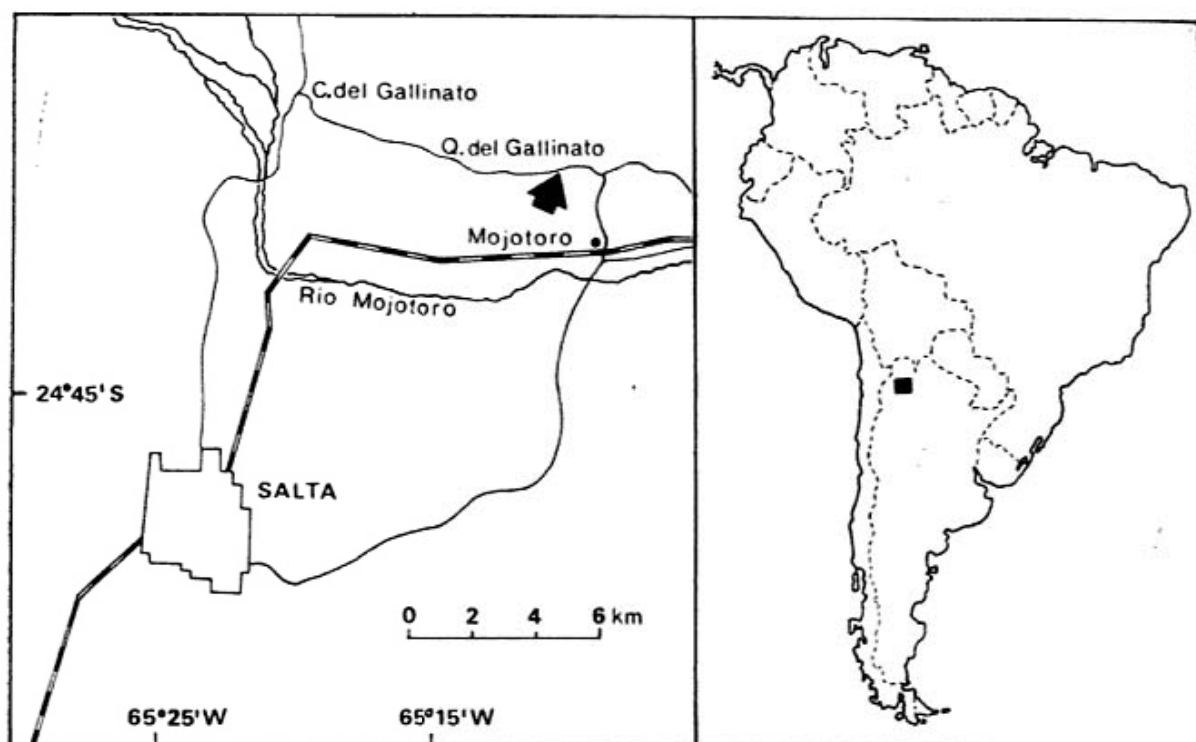


Fig. 1. — Mapa de ubicación.

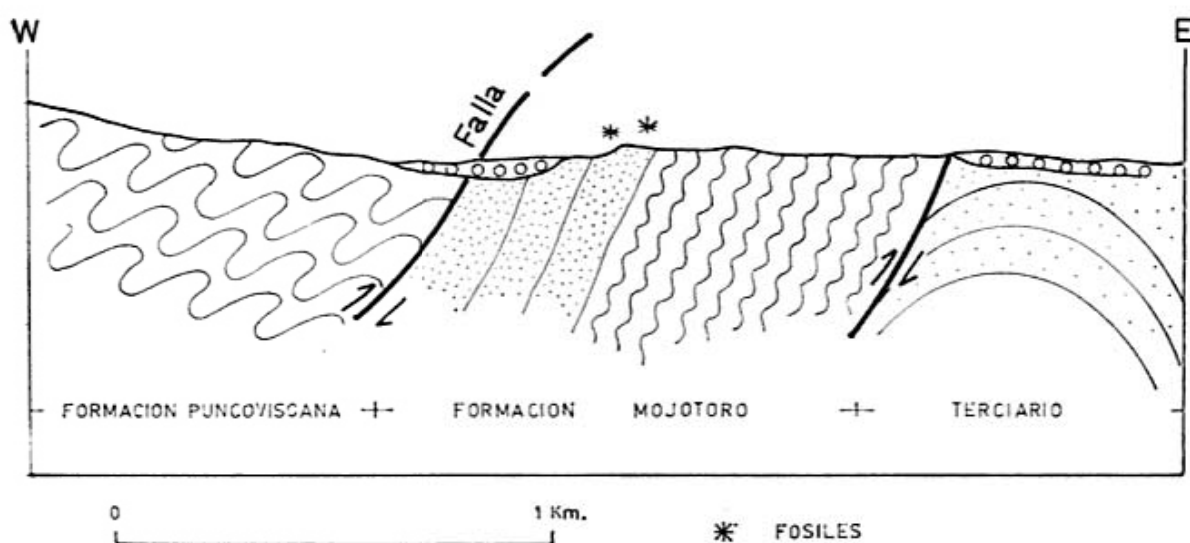


Fig. 2. — Perfil transversal del área estudiada. Los asteriscos indican la ubicación del material estudiado.

no (1953) y por Ruiz Huidobro (1968). En ambos casos dichos autores nominan los afloramientos ordovícicos designándolos como Formación Mojotoro y señalan, de manera esquemática, los detalles sedimentológicos y paleontológicos y estructurales que caracterizan a la sección. También Borrello (1966) hace mención de este afloramiento en razón a la significativa presencia de niveles con abundantes trazas fósiles asigna-

das a la icnoespecie *Cruziana furcifera* D'Orb.

Según Ruiz Huidobro y González Bonorino (1953) los afloramientos ordovícicos de la zona de Corral de Barranca (fig. 2) pertenecen a una estructura volcada cuyos planos de estratificación buzcan al oeste. La sección allí presente se inicia por el oeste, en una fractura que la separa de la Formación Puncoviscana cuyos caracteres



no se observan con claridad en razón a la cobertura moderna que la oculta. Los niveles más bajos son cuarcíticos, masivos, de tonalidad amarillenta a rosado claro que hacia arriba se vuelven grises y verdosos y contienen delgadas intercalaciones de pelitas de idéntica tonalidad. Normalmente en la base de cada estrato cuarcítico es notable la abundancia de trazas fósiles, siendo particularmente abundante la existencia de *Cruziana furcifera* y en menor cantidad *Skolithos* sp. y *Palaeophycus* sp.

De los niveles pelíticos grises y gris verdosos, ubicados en la parte media de la sección cuarcítica, se obtuvieron las muestras sobre las que se efectuó el análisis palinológico. Por sobre la sección cuarcítica descrita, Ruiz Huidobro y González Bonorino (1953) reconocen la existencia de una espesa columna pelítico-arenosa cuyos caracteres litológicos no han sido expresados con detalle.

#### IV. Antecedentes sobre la edad

Los afloramientos que se describen, clásicamente se los ha atribuido al Arenigiano en razón a la relación que ellos presentan con otros de similares características de la Sierra de Mojotoro que contienen abundante macrofauna de dicha edad. El techo de la sección, según Ruiz Huidobro y González Bonorino (1953), podría pertenecer al Llanvirniano por presentar similares caracteres a afloramientos de la zona de Santa Gertrudis en donde se localizaron trilobites de dicha antigüedad. A efectos de aclarar mejor los detalles cronológicos y estratigráficos de esta sección, estimamos conveniente iniciar un estudio detallado de los mencionados afloramientos.

#### V. Interpretación ambiental

Los caracteres sedimentológicos de la sección precedentemente descrita permiten suponer que el ambiente donde se depositó la fracción clástica de la sección inferior, era lo suficientemente activo como para producir estructuras diagonales y una buena selección del material detrítico fundamentalmente de tipo cuarzoso. Si bien esto se aprecia con mucha claridad en la parte más baja, hacia la parte media se hacen más frecuentes las intercalaciones de tipo pelítico y asimismo es observable una mayor actividad biológica. Si el análisis paleoambien-

tal lo hacemos basado en las trazas fósiles, podemos afirmar que la sección representa un ambiente marino litoral ubicado entre la línea de mareas y una zona relativamente poco profunda. Este criterio se basa, siguiendo a Seilacher (1967), en la relativa abundancia de *Skolithos* y la gran frecuencia de *Cruziana* que, como se sabe, son buenos indicadores paleobatimétricos.

#### VI. Métodos, técnicas y materiales

Como las muestras estudiadas podían ser portadoras de quitinozoos, para evitar su rotura, la molienda, que habitualmente se hace hasta partículas iguales o menores a 1 mm se realizó hasta que el tamaño de las mismas oscilara entre 3 y 5 mm. Luego se emplearon los procesos y operaciones convencionales, remoción de carbonatos y silicatos con ácido clorhídrico y ácido fluorhídrico respectivamente, eliminación del polvillo (partículas menores de 10  $\mu$ ) a través de centrifugados breves en un medio de hexametáfosfato de sodio; oxidación con ácido nítrico, e hidróxido de amonio para solubilizar compuestos húmicos. Finalmente se confeccionaron los preparados definitivos usando gelatina glicerina.

El estudio se realizó en un microscopio Leitz Orthoplan de la División Paleobotánica del Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia". Las microfotografías se obtuvieron con una cámara Leitz Orthomat superponible, empleando película ILFORD PAN F de 18° DIN.

#### VII. Significado estratigráfico de la microflora hallada

En la microflora ordovícica de la Formación Mojotoro, localidad Quebrada del Gallinato, se hallaron las especies que figuran en el cuadro 1.

Hasta el momento actual no se ha podido demostrar el valor estratigráfico de las Leiosphaeridias, elementos que predominan en la microflora estudiada. En cambio otros componentes de la microflora tienen, en el registro mundial, una distribución cronológica más restringida.

*Pireia dubia* Varvrdová se restringe al Arenigiano y Llanvirniano inferior (Diez & Cramer 1977).

*Multiplicisphaeridium varians* Stockmans & Willièrè ha sido citada para el Silúrico inferior y medio de Bélgica (Stockmans &

CUADRO 1.—Especies presentes en la microflora ordovícica de la Formación Mojotoro, localidad Quebrada del Gallinato, provincia de Salta.

<i>Acanthodiacrodium</i> sp., similar a <i>A. latizonale</i> Burmann 1968 (lám. II, figs. 3-4)
<i>Acanthodiacrodium</i> cf. <i>simplex</i> Combaz 1968, lám. II, fig. 7; fig. de texto: 3
<i>Baltisphaeridium</i> sp. cf. <i>B. redondensis</i> Paris & Deunff 1970, lám. II, figs. 9-11, fig. de texto: 4
cf. <i>Baltisphaeridium hirsutoides hamatum</i> (Downie 1958), lám. II, figs. 5-6, fig. de texto: 5
<i>Cymatiosphaera</i> sp. 1, lám. III, fig. 8
<i>Cymatiosphaera</i> sp. 2, fig. de texto: 6
<i>Leiosphaeridia</i> spp., lám. I, figs. 2-8, 11
<i>Leiovalia</i> sp., lám. I, fig. 8
<i>Multiplicisphaeridium</i> sp. cf. <i>M. varians</i> Stockmans & Willière 1963, lám. II, figs. 1-2; fig. de texto: 7
<i>Pirea</i> sp. cf. <i>P. dubia</i> Vavrdová 1972, lám. III, fig. 9; fig. de texto: 8
<i>Pirea</i> sp. 1, fig. de texto: 9
<i>Pterospermella crameri</i> n. sp., lám. III, figs. 1-6; fig. de texto: 10 y 11
<i>Pterospermella</i> sp., lám. III, fig. 7
<i>Veryhachium</i> sp., fig. de texto: 13
<i>Leiotriletes</i> sp., lám. I, fig. 10
<i>Virgatasporites</i> sp., similar a <i>V. rudi</i> Combaz 1968; lám. II, figs. 8, 15, 16; fig. de texto: 12

Willière 1963). Nuestro material amplía de este modo el rango de esta especie con la salvedad de tratarse de un cf. *varians*.

Nuestro *Acanthodiacrodium* sp. es muy

similar a *A. latizonale* Burmann 1968, especie que se distribuye en el Llanvirniano superior de Europa Central.

*Acanthodiacrodium simplex* Combaz es una especie cuyo biocrón, según publicaciones previas se extiende del Cámbrico medio al Tremadociano (Martín 1972, Rauscher 1971, 1974).

*Baltisphaeridium redondensis* Paris & Deunff se distribuye en el Llanvirniano de Francia (Paris & Deunff 1970).

*Baltisphaeridium hirsutoides hamatum* Downie 1958 se distribuye en el Tremadociano de Inglaterra (Downie 1959, Downie & Ford 1966).

*Pterospermella crameri* es una especie nueva y su valor estratigráfico se reduce, por el momento, al valor del género que es de distribución muy amplia.

El género *Cymatiosphaera* se presenta en todos los períodos del Fanerozoico.

Los restos de quitinozoos presentes por su conservación demasiado deficiente, no permiten una asignación segura a un género y especie determinado.

*Virgatasporites* sp. es una forma similar a *V. rudi* Combaz 1968 del Tremadociano del Sahara, que difiere de este último por el menor tamaño y ornamentación de mayor relieve.

Concluyendo puede afirmarse que los acritarcos de valor estratigráfico presentes indican que la microflora se depositó en el Ordovícico inferior hasta el Llanvirniano (cuadro 2).

CUADRO 2.—Distribución estratigráfica conocida de algunas especies de palinomorfos comparables con formas presentes en el material estudiado.

TAXON	CAMBRICO	ORDOVICICO						SILURICO
		Trem.	Aren.	Llanv.	Lland.	Carad.	Ashg.	
<i>Acanthodiacrodium simplex</i>	—	—						
<i>Virgatasporites rudi</i>		—						
<i>Baltisphaeridium hirsutoides hamatum</i>		—						
<i>Pirea dubia</i>			—	—				
<i>Baltisphaeridium redondensis</i>				—	—			
<i>Acanthodiacrodium latizonale</i>				—	—			
<i>Multiplicisphaeridium varians</i>							—	

## VIII. Aspectos estadísticos

Se analizan aspectos cuantitativos de las dos asociaciones microflorísticas halladas en la Formación Mojotoro. Usamos el término *asociación* para el espectro de palinomorfos extraídos de una muestra dada que proviene de un nivel estratigráfico dado. Cada muestra abarca un intervalo estratigráfico de 5 cm.

La *Asociación A* (Muestra C-171) se halla en lutitas grises, a 2 m estratigráficos por debajo de la *Asociación B* (Muestra C-172, la que también está compuesta por lutitas grises).

En recuentos de 300 ejemplares por asociación, se observaron los grupos supragenéricos representados en el cuadro 3.

CUADRO 3. — Cuadro comparativo de frecuencias de grupos supragenéricos en dos asociaciones microflorísticas de la Formación Mojotoro, localidad Quebrada de Gallinato, Provincia de Salta.

Para la subdivisión supragenérica de los acritarcos se emplea la clasificación morfológica de Domnie, Ecitt & Sarjeant (1963).

Grupos supragenéricos	Asociación	
	A	B
<i>Acanthomorphytae</i>	2,5 %	3,4 %
<i>Polygonomorphytae</i>	+	0,3 %
<i>Herkomorphytae</i>	0,7 %	—
<i>Sphaeromorphytae</i>	89 %	79 %
<i>Netromorphytae</i>	3,5 %	6 %
<i>Pteromorphytae</i>	2 %	9 %
<i>Diacromorphytae</i>	+	0,3 %
Esporas triletes	2 %	2 %
Esporas monoletes	0,3	—
Relación especie marinas especies terrestres	42,3	49

El + significa hallazgos fuera del recuento.

A nivel genérico y específico, la distribución de frecuencias es la indicada en el cuadro 4. Sólo aquellas formas que por su estado de conservación no permiten una determinación genérica, han sido presentadas en grupos supragenéricos.

En el cuadro 5 se presentan formas seleccionadas cuyas frecuencias se indican por líneas de grosor diferente, según el porcentaje en que se encuentran. Considerando la distribución peculiar de frecuencias en las asociaciones A y B, se han diferenciado seis intervalos de porcentajes que son: 1) hasta

CUADRO 4. — Distribución de frecuencias (porcentajes) de acritarcos y miosporas en dos asociaciones microflorísticas de la Formación Mojotoro, Quebrada de Gallinato, Provincia de Salta.

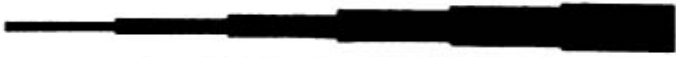








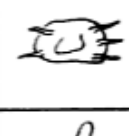






TAXON	Asociación	
	A (C-171)	B (C-172)
<i>Acanthodiacrodium</i> sp. similar a <i>A. latizonale</i>	+	—
<i>Ac. cf. simplex</i>	+	0,3
<i>Baltisphaeridium</i> sp. cf. <i>redondensis</i>	0,3	0,5
cf. <i>Baltisphaeridium hir-</i> <i>sutoides hamatum</i>	+	—
<i>Cymatiosphaera</i> sp. 1	0,4	—
<i>Cymatiosphaera</i> sp. 2	0,3	—
<i>Leiosphaeridia</i> spp.	86,7	77
<i>Leiovalia</i> sp.	2,3	2
<i>Multiplicisphaeridium</i> sp. cf. <i>varians</i>	—	0,5
<i>Pirea</i> sp. cf. <i>P. dubia</i>	0,6	1,3
<i>Pirea</i> sp. 1	—	0,3
<i>Pterospermella crameri</i>	1,7	7,7
<i>Pterospermella</i> sp.	0,3	1,3
<i>Veryhachium</i> sp.	—	0,3
<i>Netromorphytae</i> gen. et sp. indet.	2,9	4,3
<i>Acanthomorphytae</i> gen. et ep. indet.	2,2	2,3
<i>Leiotriletes</i> sp.	1	1,6
<i>Virgatasporites</i> sp. similar <i>V. rudi</i>	0,3	—
Esporas triletes levigadas	0,7	0,6
Espora monolete escabra- da, indet.	0,3	—
TOTALES:	100 %	100 %

1 %; 2) 1,1-3 %; 3) 3,1-5 %; 4) 5,1-10 %; 5) 10,1-50 %; 6) más de 50 %.

*Caracterización de las asociaciones microflorísticas:* En ambas asociaciones de la Formación Mojotoro (Quebrada de Gallinato) predominan las *Sphaeromorphytae*, representadas principalmente por *Leiosphaeridia* spp. y, en menor medida, por *Leiovalia* sp. Otro grupo importante son las *Pteromorphytae*, con el dominio neto de *Pterospermella crameri* n. sp. Le siguen las *Netromorphytae*, con dos especies de *Pirea* y otras formas de diseño polar, y las *Acanthomorphytae*, representadas por varias especies de los géneros *Baltisphaeridium*, *Multiplicisphaeridium* y otras. Las *Polygonomorphytae* están poco representadas (*Veryhachium* sp.) y asimismo las *Diacromorphytae*, con dos especies de *Acanthodiacrodium*. Las *Herkomorphytae* se observaron solamente



CUADRO 5. — Cuadro comparativo de la distribución de frecuencias a nivel genérico y/o específico de palinomorfos seleccionados de dos asociaciones microfóricas de la Formación Mojotoro, localidad de quebrada de Gallinato, provincia de Salta.

								Asoc.	
		< 1.0	1,1-3	3,1-5	5,1-10	10,1-50	> 50	A	B
E S P E C I E S								A	B
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									

No se presentan frecuencias correspondientes al intervalo de 10,1 a 50 %.

en la Asociación A, con dos especies de *Cymatiosphaera*.

La comparación de ambas asociaciones indica que ellas corresponden a una sola unidad microflorística que se distingue netamente de aquellas de edad silúrica que se conocen de áreas vecinas. Por el momento no se conocen otras asociaciones de acritarcos del Ordovícico sudamericano, con las cuales se podría comparar nuestro material.

## IX. Descripciones sistemáticas

Género *Acanthodiacrodium* Timofeev 1958

*Acanthodiacrodium* sp.

Lám. II, figs. 3-4.

**Descripción:** Vesícula bipolar. Porción central (ecuatorial) aproximadamente cilíndrica, con elevaciones (hasta pliegues) longitudinales muy distanciadas entre sí. Calotas polares subhemisféricas, cubiertas por escasos pelos y excepcionalmente procesos infundibuliformes.

**Dimensiones:** Largo de la vesícula 30  $\mu$ ; ancho máximo 17  $\mu$ . Pelos: largo 3-5  $\mu$ . Procesos infundibuliformes: largo hasta 6  $\mu$ ; base 2  $\mu$ . Elevaciones longitudinales: ancho alrededor de 0,3  $\mu$ ; separación entre elevaciones 2  $\mu$ . Largo de las elevaciones 8-15  $\mu$ .

**Material estudiado:** C-171g: 27,2/98,8 BA PB.

**Comparaciones:** La especie más afín es *Acanthodiacrodium latizonale* Burmann 1968. Esta es de tamaño algo mayor que nuestro ejemplar y tiene mayor uniformidad en la distribución y naturaleza de los procesos.

La especie de Burmann se distribuye en el Llanvirniano superior de Europa central.

*Acanthodiacrodium* cf. *simplex* Combaz 1968  
Lám. II, fig. 7; fig. texto 3.

**Descripción:** Vesícula subsférica, ligeramente elíptica, bipolar. Espesor de la pared 0,4  $\mu$ . Procesos distribuidos sobre los polos; largo de los procesos 3 a 4  $\mu$ , diámetro de los procesos 0,8 a 1  $\mu$ . Número de procesos en cada polo de 2 a 4.

**Dimensiones:** Diámetro polar de la vesícula (sin los procesos 15  $\mu$ . Diámetro ecuatorial: 11  $\mu$ .

**Material estudiado:** C-171b: 40,7/97,3; C-172b: 29,9/106,9.



Fig. 3. — *Acanthodiacrodium* cf. *simplex* Combaz 1968.

**Observaciones:** El cf. se refiere al tamaño algo menor de nuestro ejemplar (15  $\mu$  sin ornamentación, 20  $\mu$  con ornamentación) en comparación con el material de Combaz (20-30  $\mu$  sin ornamentación).

**Distribución:** Tremadociano inferior del Sahara (Combaz 1968); Cámbrico medio y Tremadociano de Montagne Noire, Hérault, Francia (Martin 1972); Tremadociano de Montagne Noire, Francia (Rauscher 1971, 1974).

Género *BALTISPHAERIDIUM* Eisenack 1958

emend. Eisenack 1969

*Baltisphaeridium* sp. cf. *B. redondensis*

Paris & Deunff 1970

Lám. II, figs. 9-11; fig. texto: 4.

**Descripción:** Vesículas subsféricas. Pared densamente cubierta de elementos espinosos (espinas, conos, procesos cilíndricos y capitados en orden de importancia decreciente). Largo de los elementos ornamentales 0,7-1,3  $\mu$ . Ancho de las bases de los elementos ornamentales generalmente menos de 1  $\mu$ . La distancia entre dos elementos ornamentales consecutivos es tal que no permite ubicar otro de ellos. Espesor de la pared 0,6-1  $\mu$ . Se puede presentar un piloma circular de 5 a 8,5  $\mu$  de diámetro.

**Dimensiones:** 26-45  $\mu$  (7 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado:** C-171b: 43,5/110,5, 32,0/103,7; C-171e: 30,0/94,4, 35,7/110,7; C-172g: 27,9/102,3, 40,6/106,2, 31,6/107,5 BA PB.

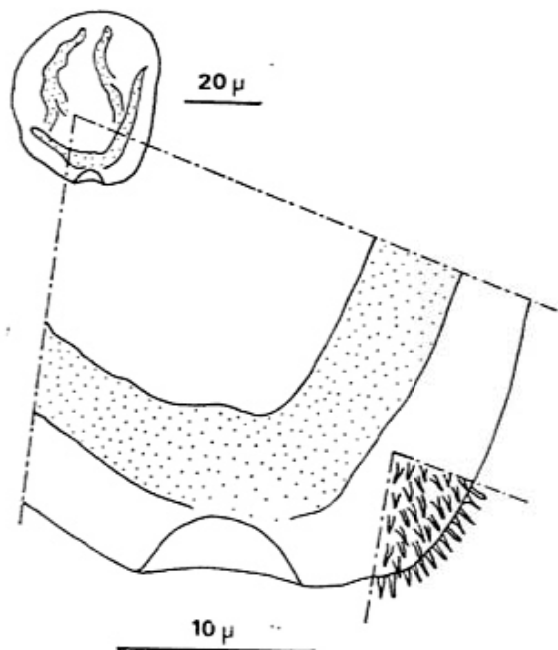


Fig. 4. — *Baltisphaeridium* sp. cf. *B. redondensis* Paris & Deunff 1970. Esquema panorámico del ejemplar y detalle de piloma y escultura.

**Observaciones:** El cf. se refiere a las espinas algo más largas ( $1-2 \mu$ ) del material original de Paris & Deunff (1970).

**Distribución:** Llanvirniano de Francia.

Género *Baltisphaeridium* Eisenack 1958 emend.  
Eisenack 1969

cf. *Baltisphaeridium hirsutoides hamatum*  
(Downie 1958)

Lám. II, figs. 5-6; fig. texto: 5.

**Descripción:** Vesícula subsférica. Pared ornamentada con procesos cónicos muy alargados, en algunos casos capitados; separados entre sí por el doble a triple diámetro de las bases de estos elementos ornamentales. Largo de los procesos alrededor de  $2,5 \mu$ ; ancho de sus bases aproximadamente  $1,2 \mu$ . Espesor de la pared  $0,4 \mu$ .

**Dimensiones:**  $30 \mu$ .

**Observaciones:** El cf. se refiere a que nuestro ejemplar presenta una abertura (? polar) que muestra cierta regularidad, además los procesos tienen un tamaño ligeramente menor que el material original de Downie (1958).

**Material estudiado:** C-171e: 26,1/107,7.

**Distribución:** Tremadociano de Inglaterra (Downie 1959; Downie & Ford 1966).

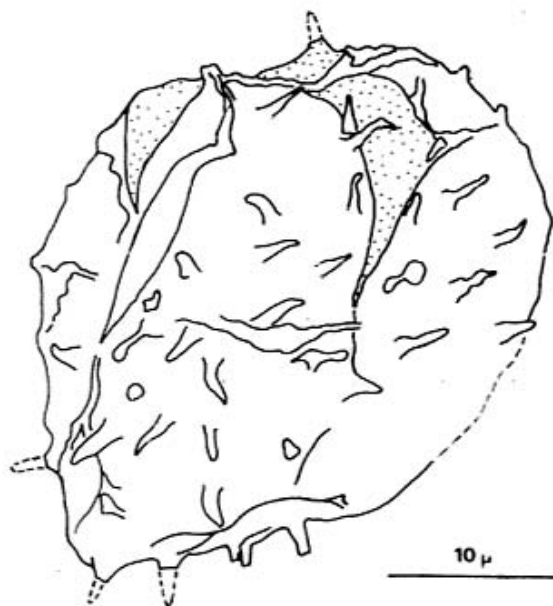


Fig. 5 — *Baltisphaeridium hirsutoides hamatum* (Downie 1958).

Género *Cymatiosphaera* O. Wetzel 1933 emend.  
Deflandre 1954

*Cymatiosphaera* sp. 1

Lám. III, fig. 8.

**Descripción:** Una especie de *Cymatiosphaera* caracterizada por escaso número de campos (alrededor de ocho), limitados por crestas angostas y lisas de aproximadamente tres micrones de alto. Pared de la vesícula microgranulada.

**Dimensiones:** Diámetro máximo  $24 \mu$  (1 ejemplar).

**Comparaciones:** *Cymatiosphaera ovillensis* Cramer & Diez 1972 del Cámbrico medio (Formación Ovilla) de España es similar pero tiene crestas ornamentadas.

**Material estudiado:** C-171e: 26/97,3 BA PB.

*Cymatiosphaera* sp. 2

Fig. de texto: 6.

**Ejemplar ilustrado:** C-171b: 34,1/103,9 BA PB.

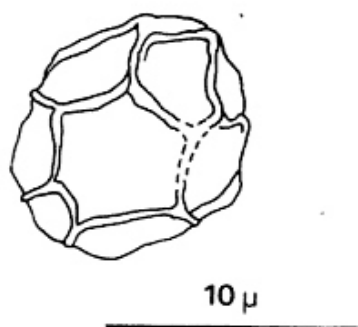
Género *Leiosphaeridia* Eisenack 1958

*Leiosphaeridia* spp.

Lám. I, figs. 2-8, 11.

Las *Leiosphaeridias* son el grupo de acritarcos numéricamente más representados en



Fig. 6 - *Cymatiosphaera* sp. 2.

la microflora estudiada. Se observan principalmente esferas delgadas ( $0,2-0,3 \mu$ ), lisas o finamente escabradas (lám. I, figs. 2-5, 7). Menos frecuentes son las especies finamente apiculadas (lám. I, fig. 6: ejemplar densamente cubierto con báculos de  $0,8-1 \mu$  de largo).

**Principal material estudiado:** C-171b: 41,6/98,2; 28,8/108,7; 38,7/98,0; C-171f: 26,0/96,0; 34,4/95,1; C-171g: 24,4/111,7; C-172a: 42,3/95,4; 45,4/95,7; 45,2/98,1; C-172h: 24,0/103,8; 25,0/100,0 BA PB.

Género *Multiplicisphaeridium* Staplin 1961, restringida Staplin, Jansonius & Pocock 1965 emend. Eisenack 1969

*Multiplicisphaeridium* sp. cf. *M. varians*

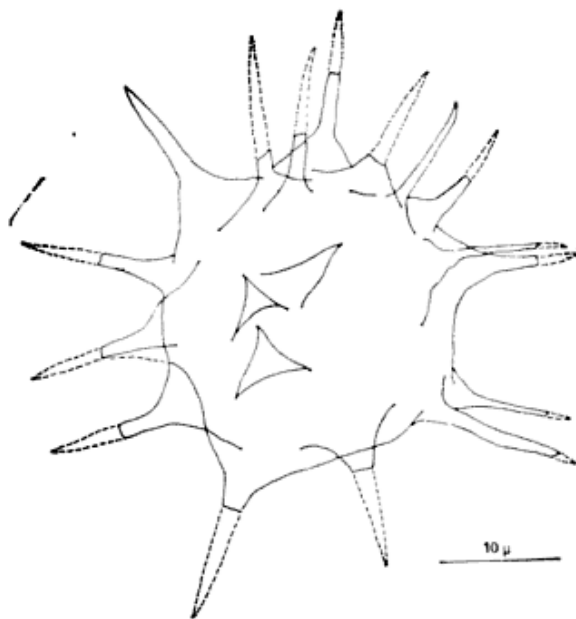
Stockmans & Williere 1963

Lám. II, figs. 1-2; fig. texto: 7.

**Descripción:** Vesícula subsférica,  $\pm$  transparente, levigada. Contorno aproximadamente pentagonal a hexagonal. Procesos de bases infundibuliformes en su mayoría, adelgazándose distalmente y terminando generalmente en una, a veces en dos puntas. Pared de la vesícula y los procesos finamente escabrada (microgranulada). Las cavidades de los procesos continúan a la cavidad de la vesícula.

**Dimensiones:** (2 ejemplares medidos): Diámetro de la vesícula:  $20-24 \mu$ . Largo de los procesos:  $4-9 \mu$ .

**Observaciones:** El material presente se quiere comparar más que identificar con *M. varians* del Silúrico inferior y medio de Bélgica, el cual difiere por su menor tamaño (cuerpo central  $12$  a  $14 \mu$ , largo de los procesos  $4,5 \mu$ ).

Fig. 7 - *Multiplicisphaeridium* sp. cf. *M. varians*.

**Principal material estudiado:** C-172a: 39,8/102,8; C-172h: 41,4/97,2 BA PB.

Género *Pirea* Vavrdová 1972

*Pirea* sp. cf. *P. dubia* Vavrdová 1972

Lám. III, fig. 9; fig. de texto: 8.

**Descripción:** Vesículas de contorno ovalado. Cuerno apical alrededor de un tercio del largo total de la vesícula. Base del cuerno ancha, transitando paulatinamente al cuerpo. Cuerpo cerrado distalmente. Pared de la vesícula lisa. Espesor de la pared alrededor de  $0,4 \mu$ , adelgazándose algo hacia el polo antapical.

**Dimensiones:** Largo total:  $22-39 \mu$ . Ancho:  $12-24 \mu$  (5 ejemplares medidos).

**Observaciones:** El cf. se refiere al menor tamaño de nuestro material. El material original de Vavrdová (1972) mide  $40-62 \mu$ .

**Material estudiado:** C-171g: 35,0/97,4; C-171b: 35,7/103,9; C-171f: 32,2/98,3; C-172a: 41,8/112,2; C-172f: 38,8/100,5 BA PB.

**Distribución de *P. dubia*:** Arenigiano de Bohemia (Vavrdová 1972); Arenigiano superior a Llanvirniano inferior de Marruecos (Cramer *et al.* 1974). Rango mundial (cuadro de distribución en Diez & Cramer 1977): Arenigiano hasta Llanvirniano inferior.

Fig. 8 — *Pirea* sp. cf. *P. dubia* Vavrdová 1972.***Pirea* sp. 1**

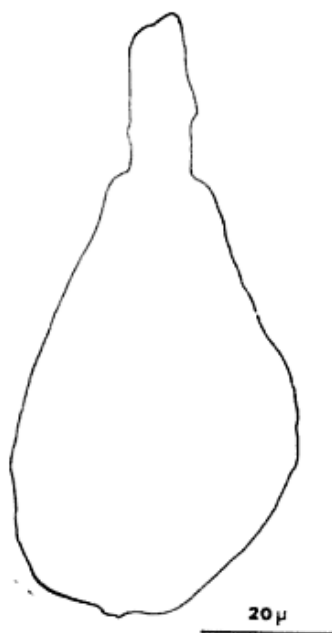
Fig. de texto: 9.

**Ejemplar ilustrado:** C-172f: 41,2/100,5.  
Largo total 91  $\mu$ ; ancho máximo 42  $\mu$ .

**Género *Pterospermella* Eisenack 1972**

**Especie tipo:** *Pterospermella aureolata* (Cookson & Eisenack 1958). = *Pterospermopsis aureolata* Cookson & Eisenack 1958.

Eisenack (1972) creó el género *Pterospermella* para agrupar formas "con un

Fig. 9 — *Pirea* sp. 1.

cuerpo central circular en vista polar, y ovalado alargado hasta circular, en vista axial, bordeado por un velo ecuatorial... de borde entero o dentado. Este (velo) puede ser liso o tener pliegues radiales".

***Pterospermella crameri* n. sp.**

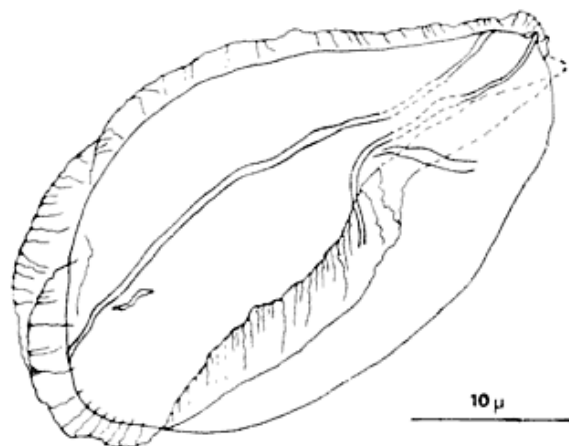
Lám. III, figs. 1-6; fig. de texto: 10-11.

**Diagnosis:** Una especie del género *Pterospermella* con cuerpo central ovalado alargado en vista ecuatorial y subcircular en vista polar. Pared del cuerpo central lisa y de una sola capa. Espesor de la pared alrededor de 0,3  $\mu$ . Velo ecuatorial hialino y liso, de borde entero y con pliegues aproximadamente radiales. Ancho del velo de 2,5 a 3  $\mu$ . Espesor del velo alrededor de 1  $\mu$ .

**Dimensiones:** Diámetro máximo del cuerpo central: 28-(32)-39  $\mu$  (24 ejemplares medidos).

**Derivatio nominis:** Dedicado al Dr. Fritz Cramer.

**Comparaciones:** *Pterospermella martinii* Cramer 1967 del Ludlowiano (Formación San Pedro) de España es similar pero tiene un velo más ancho, es circular y tiene un cuerpo central de mayor transparencia. *P. hermosa* Cramer 1964 tiene un cuerpo microverrucoso y velo más ancho, rasgos que la distinguen de nuestra especie. *P. brasiliensis* Brito 1967 del Devónico superior (?) de la Cuenca de Maranhao es similar a nuestras formas, pero tiene un cuerpo con finas estrias radiales. *P. castellaroi* Pöthe de Baldis 1966 del Terciario de Tierra del Fuego es de tamaño mucho mayor (143-163  $\mu$ ) que nuestro material y tiene un velo de ancho relativamente mayor.

Fig. 10 — *Pterospermella crameri* Volkheimer, Melendi & Aceñolaza.

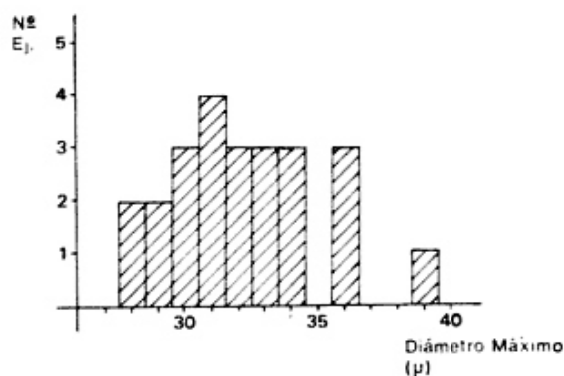


Fig. 11. — *Pterospermella crameri*. Histograma de los diámetros máximos en una población de 24 ejemplares.

**Holotipo:** C-172a: 38/111,3 BA PB.

**Principal material estudiado:** C-171a: 26,9/105,3; C-171b: 44,7/96,6; C-172a: 45,9/113,7; 46,8/102,0; 44,4/95,2; 34,5/95,4; C-172g: 25,1/109,1; 29,0/108,8; 172h: 43,1/102,3; 29,4/94,7; 44,7/97,4 BA PB.

Género **LEIOTRILETES** Naumova 1939  
ex Ishchenko 1952

*Leiotriletes* sp.

Lám. I, fig. 10.

**Descripción:** Una especie de *Leiotriletes* cuyo eje polar es algo mayor que el diámetro ecuatorial. Exina lisa. Espesor de la exina alrededor de 0,3  $\mu$ . Los rayos de la marca Y llegan casi al ecuador.

**Dimensiones:** Diámetro ecuatorial 22  $\mu$ ; eje polar 26  $\mu$ .

**Observaciones:** Se encontró un solo ejemplar en vista ecuatorial que se halla plegado y no permite una medición exacta del diámetro ecuatorial.

**Material estudiado:** C-172a: 43,2/96,1 BA PB.

Género **Virgatasporites** Combaz 1968

**Especie tipo:** *Virgatasporites rudi* Combaz 1968.

Combaz creó el género *Virgatasporites* para agrupar "objetos circulares con la apariencia general de una espora; marca trilete dudosa; cara proximal con un sistema de estrias radiales que no son pronunciadas y tienden a anastomosarse".

**Virgatasporites** sp.

Lám. II, figs. 8, 15 y 16; fig. de texto: 13.

**Descripción:** Espora trilete de contorno circular, ornamentada proximalmente por estrias (hasta muros) aproximadamente radiales que frecuentemente se anastomosan y cuyo ancho va disminuyendo hacia el centro de la espora. Marca Y simple y poco desarrollada, visible sólo en uno de los dos ejemplares disponibles. No se observa ningún tipo de ornamentación distal.

**Dimensiones:** Diámetro ecuatorial máximo 20  $\mu$ , espesor de la exina 0,3 a 0,4  $\mu$ .

**Comparaciones:** Los dos ejemplares presentes tienen una leve semejanza con *Em-*



Fig. 12. — *Veryhachium* sp.

*phanisporites* McGregor 1961, en el cual, sin embargo, las estrias no se anastomosan.

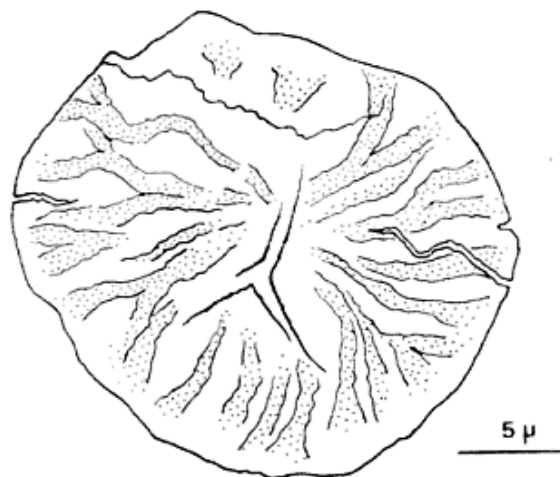
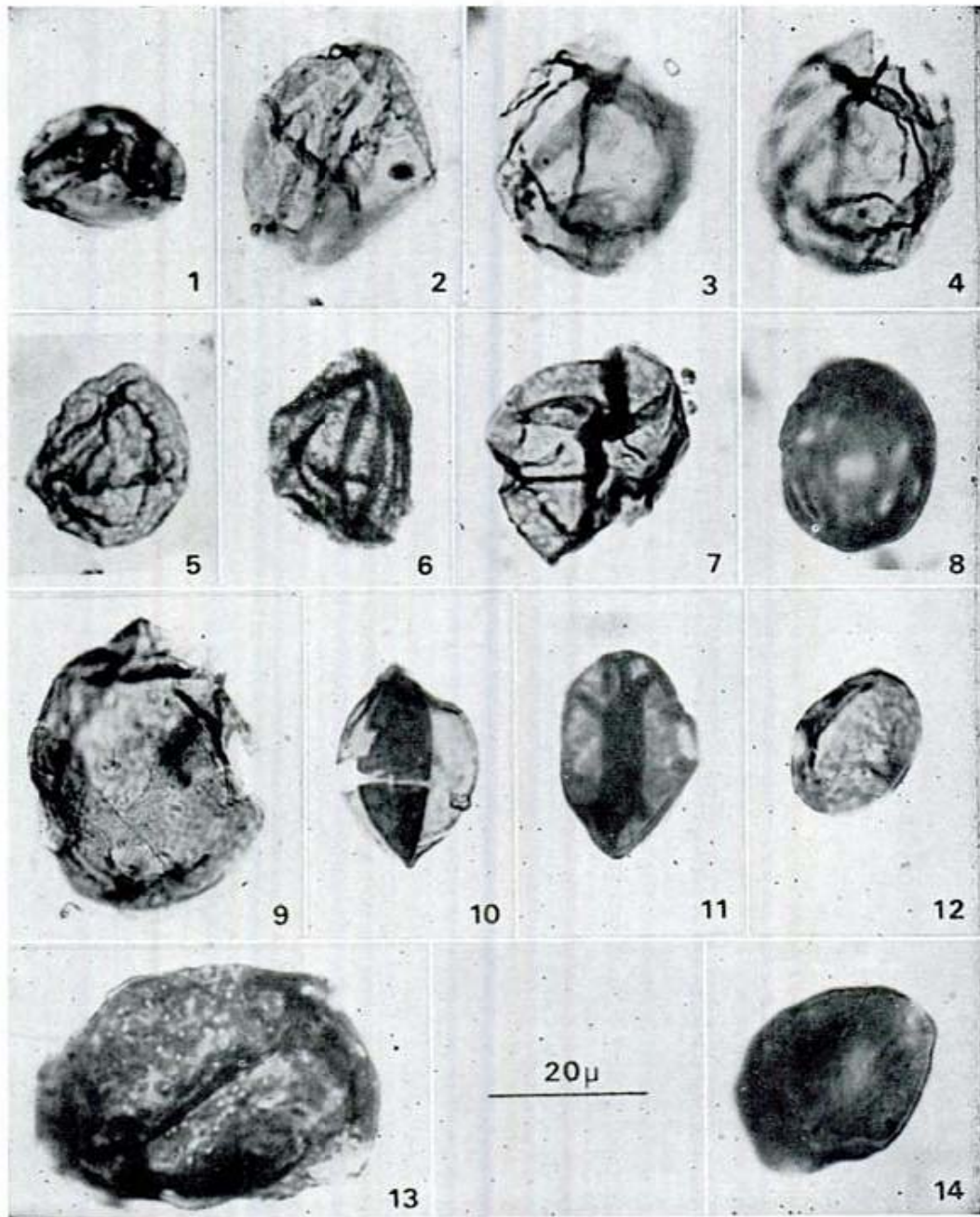
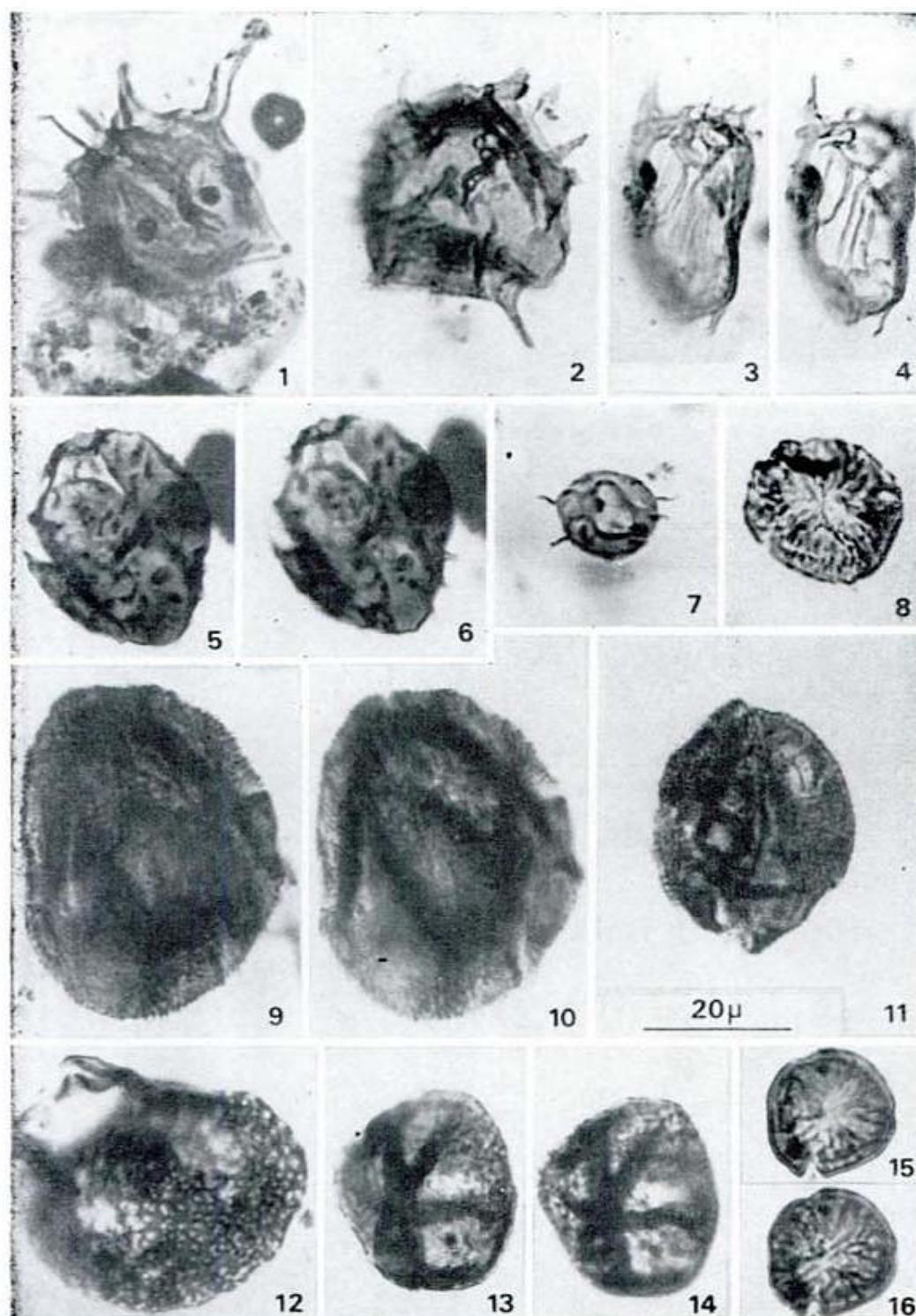


Fig. 13 — *Virgatasporites* sp., similar a *V. rudi* Combaz 1968.



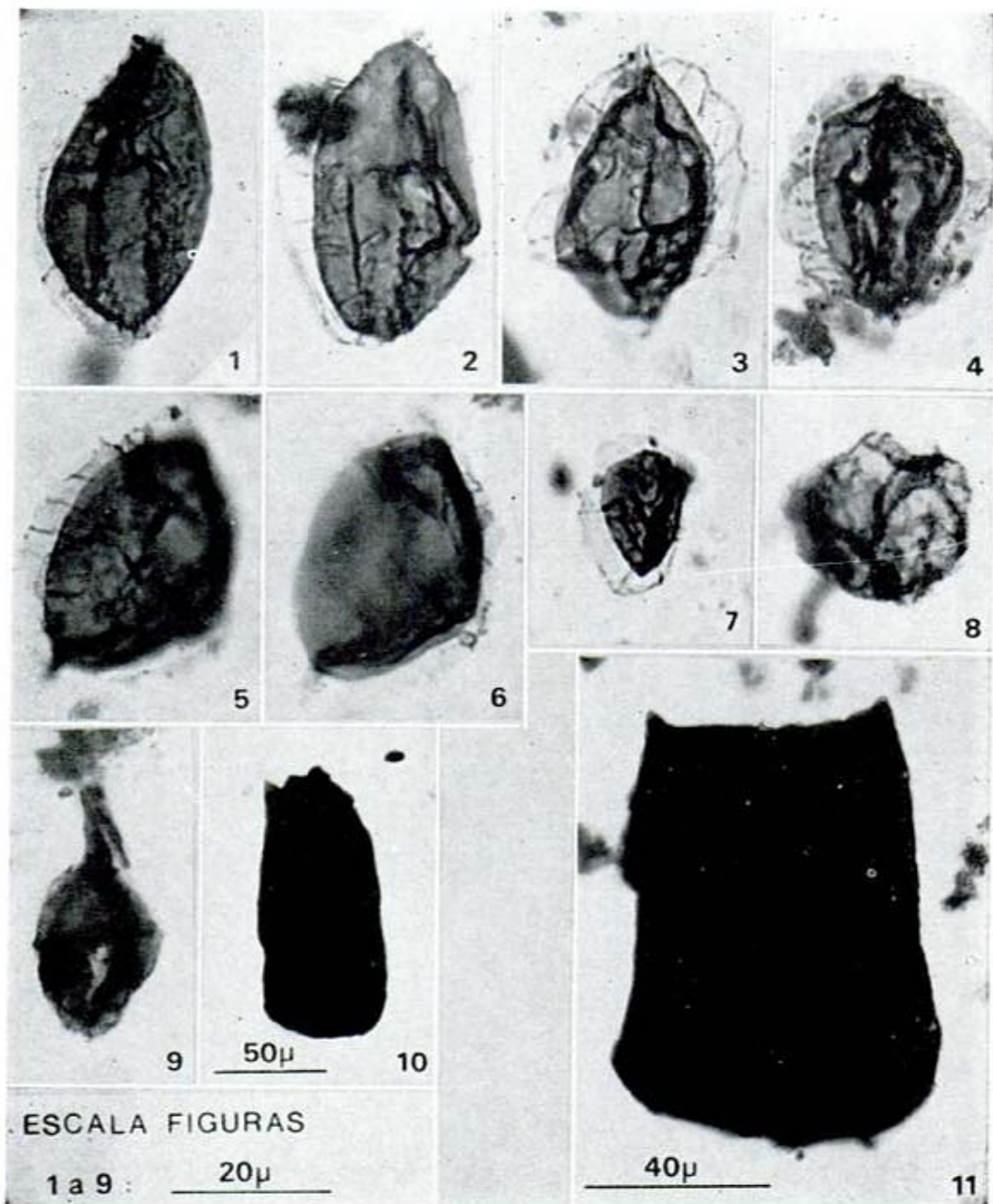


Lám. I. — Fig. 1: Espora trilete indet.: C-171b: 41,6/98,2. Figs. 2-7: *Leiosphaeridia* spp. Fig. 2: C-171f: 26/96. Figs. 3-4: C-171b: 28,8/ 108,7. Fig. 5: C-171a: 31,2/100,4. Fig. 6: C-171g: 24,4/111,7. Fig. 7: C-171f: 34,4/95,1. Fig. 8: *Leiovalia* sp.: C-171a: 30,5/99,8. Fig. 9: Quiste marino indet.: C-171g: 40,4/107,9. Fig. 10: *Leiotriletes* sp., vista ecuatorial. C-172a: 43,2/96. Fig. 11: *Leiosphaeridia* sp.: C-171b: 39,8/97,1. Fig. 12: Espora monolete indet.: C-171f: 28,3/100,8. Fig. 13: Quiste marino levigado, con forámenes, gen. et. sp. indet.: C-172h: 36,2/110,6. Fig. 14: Quiste marino, gen. et. sp. indet.: C-171a: 37,8/107,0.



Lám. II. — Figs. 1-2: *Multiplicisphaeridium* sp. cf. *M. varians*. Fig. 1: C-172a: 39,8/102,8. Fig. 2: C-172b: 41,4/97,2. Figs. 3-4: *Acanthodiacrodium* sp., afín a *A. latizonale* Burmann 1968. C-171g: 27,2/98,8. Figs. 5-6: cf. *Baltisphaeridium hirsutoides hamatum* (Downie 1958). C-171e: 26,1/107,7. Fig. 7: *Acanthodiacrodium* cf. *simplex* Combaz 1968. C-171b: 40,7/97,3. Fig. 8: *Virgatasporites* sp.: C-171g: 43,5/98,2. Figs. 9-11: *Baltisphaeridium* sp. cf. *B. redondensis* Paris & Deunff 1970. Figs. 9-10: C-171b: 43,5/110,5. Fig. 11: C-172g: 27,9/102,3. Fig. 12: Acritarcho foveolado gen. et. sp. indet.: C-171a: 28,4/108,8. Figs. 13-14: cf. *Leiosphaeridia* sp.: C-171b: 34,7/101,6. Figs. 15-16: *Virgatasporites* sp.: C-171b: 2,61/98,4.





Lám. III. — Figs. 1-6: *Pterospermella crameri* Volkheimer, Melendi & Aceñolaza. Fig. 1: C-172h: 38/111,3. Fig. 2: C-172h: 43,1/102,3. Fig. 3: C-172a: 45,9/113,7. Fig. 4: C-171b: 27,5/105,3. Figs. 5-6: C-172a: 46,8/102,0. Fig. 7: *Pterospermella* sp.: C-171f: 40,0/106,2. Fig. 8: *Cymatiosphaera* sp. 1: C-171e: 26,0/97,3. Fig. 9: *Pirea* sp. cf. *P. dubia* Vavrdová 1972. C-171g: 35,0/97,4. Figs. 10-11: Quitinozoos gen. et sp. indet. Fig. 10: C-172g: 35,3/95,4. Fig. 11: C-172f: 31,0/94,9.



Fig. 14— Espora Y levigada, con labios elevados.

*Virgatasporites rudi* Combaz 1968 del Tremadociano del Sahara es la especie más afín a la nuestra, de la cual se distingue solamente por su mayor tamaño (30  $\mu$ ) y la ornamentación de menor relieve.

**Material estudiado:** C-171g: 43,5/98,2; C-171b: 26,1/98,4 BA PB.

## X. Conclusiones

1. En la provincia de Salta, localidad Quebrada del Gallinato, intercalaciones lutíticas en los estratos ordovícicos de la parte superior de la Formación Mojotoro son portadores de asociaciones microfiorísticas de conservación aceptable.

2. Las dos asociaciones halladas se componen, cada una, de: 97,7-98 % de especies marinas y 2-2,3 % de especies terrestres (esporas triletes y monoletes).

El espectro de palinomorfos se subdivide en:

### a. Acritarcos:

2,5-3,4 % Acanthomorphae  
hasta 0,3 % Polygonomorphae

hasta 0,7 % Herkomorphitae  
79-89 % Sphaeromorphae  
3,5-6 % Netromorphitae  
2-9 % Pteromorphae  
hasta 0,3 % Diacromorphitae

### b. Esporas:

2 % Esporas triletes  
hasta 0,3 % Esporas monoletes

3. La relación entre especies marinas y terrestres indica, sin lugar a dudas, que la microflore se ha depositado en ambiente marino.

4. La diversidad de acritarcos varía en las asociaciones mencionadas entre 13 (Asociación B y 14 (Asociación A). El número total de especies de acritarcos identificadas en la Formación Mojotoro de Quebrada del Gallinato es de 18; el de esporas triletes de 4 y de esporas monoletes de 1.

5. Las asociaciones A y B de la Formación Mojotoro corresponden a una sola unidad microfiorística que se distingue netamente de aquéllas de edad silúrica que se conocen de áreas vecinas.

6. La comparación con otras asociaciones del Ordovícico mundial indica que la microflore de Quebrada del Gallinato se depositó durante el Ordovícico inferior hasta Llanvirniano.

7. Algunas de las especies presentes en Quebrada del Gallinato son las mismas o similares a las observadas por Combaz (1968) en el Ordovícico inferior del Sahara. Este hecho puede significar la existencia de relaciones paleogeográficas estrechas y caminos de migración adecuados entre ambas áreas durante el Ordovícico.

## Lista de trabajos citados en el texto

- Borrello, A., 1966. *Las facies de Cruziana en el Ordovícico del Norte Argentino*. Ameghiniana, 4 (6): 185-188.
- Brito, M. I., 1967. *Silurian and Devonian Acritarcha from Maranhao, Brasil*. Micropaleontology, 13, 473-482, New York.
- Burmam, G., 1968. *Diacrodien aus dem unteren Ordovizium*. Paläont. Abh. B, 2 (4): 639-652, Berlin.



- Combaz, A. (1967) 1968. *Un microbios du Tremadocien dans un sondage d'Hassi-Messaoud*. Ades Soc. Lennéenne de Bordeaux 104, Ser. B. n° 29: 1-26, Bordeaux.
- Cramer, F., 1964. *Microplankton from three Paleozoic formations in the province of Leon (NW-Spain)*. Leidse Geol. Meded., 30: 254-361, Leiden.
- 1967. *Palynology of Silurian and Devonian Rocks in Northwest Spain*. Bol. Inst. Geol. Min., España n° 77, 225-286, Madrid.
- Cramer, F. H., B. Allam, W. H. Kanés y M. C. Diez, 1974. *Upper Arenigian to Lower Llanvirnian acritarchs from the subsurface of the Tadla Basin in Morocco*. Palaeontographica. B, 145: 182-190.
- Cramer, F. H. y M. d C. Diez, 1972. *Acritarchs from the Upper Middle Cambrian Oville Formation of León, Northwestern Spain*. Rev. Española Micropaleont. N° Extraord., 39-50, Madrid.
- Diez, M. d C. y F. H. Cramer, 1977. *Range chart of selected lower Paleozoic acritarch taxa II Index to parts I and II*. Review of Paleobotany and Palynology, 24 (1977): 1-48.
- Downie, C., 1958. *An assemblage of microplankton from the Shineton Shales (Tremadocian)*. Proc. Yorks. Geol. Soc., 31: 331-350.
- 1959. *Hystriospheres from the Silurian Wentock Shale of England*. Palaeontology, 2: 56-71.
- Downie, C. y T. D. Ford, 1966. *Microfossils from the Manx Slate Series*. Proc. Yorks. Geol. Soc., 35: 307-322.
- Eisenack, A., 1972. *Kritische Bemerkung zur Gattung Pterospermopsis (Chlorophyta, Prasinophyceae)*. N. Jb. Geol. Paläont., Mh. 1972: 596-601, Stuttgart.
- (Edit.) 1973, 1976. *Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystriosphären und verwandten Mikrofossilien. Band III Acritarcha, 1. Teil, 1973; Band IV Acritarcha, 2. Teil, 1976*, Stuttgart.
- Martin, F., 1968. *Les Acritarches de L'Ordovicien et du Silurien belges*. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., 1969, Mem. 160: 1-175.
- 1972. *Les acritarches de L'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire (Hérault, France)*. Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., 48: 1-72.
- McGregor, D. C., 1961. *Spores with proximal radial pattern from the Devonian of Canada*. Geol. Survey, Canada Bull. 76, 1-11.
- Faris, F. y J. Deunff, 1970. *Le paléoplancton llanvirnien de la Rocheau-Merle*. Bull. Soc. Géol. Min. Bretagne, 1970 (C), 2, Rennes.
- Pöthe de Baldis, E. D., 1966. *Microplankton del Terciario de Tierra del Fuego*. Ameghiniana, 4 (7): 219-228, Buenos Aires.
- Rauscher, R., 1971. *Acritarches du Paléozoïque inférieur de la Montagne Noire*. Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., 24: 291-296.
- 1974. *Recherches micropaléontologiques et stratigraphiques dans L'Ordovicien et le Silurien en France*. Sci. Géol. Mém., 38, 1973: 1-224.
- Ruiz Huidobro, O., 1968. *Descripción Geológica de la Hoja 7 e Salta*. Bol. 109, Inst. Nac. Geol. Min., 46 pp., Buenos Aires.
- Ruiz Huidobro, O. y F. González Bonorino, 1953. *La estructura de la Sierra de Mojotoro y la utilidad de Cruziana como indicador estructural*. Asoc. Geol. Arg., Rev. 8 (4): 214-219.
- Seilacher, A., 1967. *Bathymetry of trace fossils*. Marine Geol. 5, 413-428.
- Stockmans, F. y J. Williere, 1963. *Les Hystriospheres ou mieux les Acritarches du Silurien belge. Sondage de la Brasserie Lust a Courtrai (Kortrijk)*. Bull. Soc. belge Géol. 71: 450-481, Bruxelles.
- Timofeev, B. V., 1958. *Über das Alter Sächsischer Grauwacken. Mikropalaeophytologische Untersuchungen von Proben aus der Weisensteiner und Lausitzer Grauwacke*. Geologie 7: 826-845, Berlin.
- Vavrdová, M., 1972. *Acritarchs from Klabava Shales (Arenig)*. Vestník U.U.G. 47: 79-86, Prague.

Recibido: 4 setiembre, 1980.

W. VOLKHEIMER  
D. L. MELENDI  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.  
Mus. Arg. de Ciencias Naturales "B. Rivadavia",  
Buenos Aires.

F. G. ACEÑOLAZA  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,  
Univ. Nac. de Tucumán,  
Instituto Miguel Lillo,  
San Miguel de Tucumán.

## SOBRE LA PRESENCIA DE "GLENDONITA" EN EL PALEOZOICO SUPERIOR DE PATAGONIA

CARLOS ROBERTO GONZALEZ

### Resumen

La glendonita es un mineral pseudomorfo que probablemente se originó a partir de thenardita. Ocurre en moldes huecos en la parte superior en bancos de la Formación La Salina, en la Patagonia. El origen de este mineral, puede considerarse como verosímil en sedimentos de aguas frías.

### Introducción

El término glendonita fue introducido por David *et al.* (1905) para designar agregados de siderita formados como pseudomorfos, en ese entonces supuestamente de glauberita ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ ), que ocurren en ciertos niveles del Carbónico y Pérmico del este de Australia. Además de siderita también se registró la ocurrencia de calcita como pseudomorfo (Brown, 1925). La existencia de glendonita en la Formación Las Salinas fue advertida hace algún tiempo (González, 1972), pero por falta de referencia fue citada simplemente como "problemáticos". Se replantean algunas ideas sobre su génesis y significado paleoambiental.

Moldes huecos de glendonita han sido registrados en las Lutitas Dwyka Superiores de Sudáfrica (McLachlan y Anderson, 1973), pero en cambio no se conocen en otras cuencas neopaleozoicas de América del Sur.

### Modo de ocurrencia

La glendonita ocurre en areniscas muy finas de colores oscuros y en concreciones ovales en rocas pelíticas. En ambos casos se presenta en dos formas: ya sea como individuos aislados de forma groseramente prismática bipiramidal, generalmente de 10 a 15 cm, pero que pueden alcanzar algunos decímetros de longitud, o bien como agregados cristalinos en forma de roseta. Esta última parece ser la forma más difundida y ha sido bien ejemplificada por Conybeare y Crook (1968). Debido al intemperismo y disolución del mineral, en

### Abstract

Glendonites are calcitic pseudomorphs probably after thenardite. They occur as hollow moulds in the upper beds of Las Salinas Formation in Patagonia. The origin of glendonite in cold marine environment seems to be verosimil.

algunos casos sólo se encuentran sus moldes, que forman huecos de sección rómbica irregular ya sea en la roca o constituyendo el núcleo de concreciones, como ocurre en Las Salinas.

En el caso de los individuos simples, en ningún caso se ha observado que sus ejes guarden una orientación preferencial con respecto a la estratificación.

### Origen y ambiente

David *et al.* (1905) fueron los primeros en efectuar un amplio análisis de la ocurrencia y mineralogía de la glendonita, señalando a la glauberita como el más probable mineral original de los pseudomorfos. Desde entonces, la presencia de glendonita en algunos niveles del Paleozoico superior de Australia ha sido considerada como indicadora de ambientes marinos de baja temperatura. Esta idea se apoya sobre todo en el hecho de que el pseudomorfo se presenta asociado con faunas marinas de aguas frías, erráticos y rodados caídos, supuestamente transportados por hielo flotante.

Más adelante, Carey y Ahmad (1961, págs. 887-888) tratan de explicar el mecanismo de formación de glauberita en ambientes marinos de bajas temperaturas, sugiriendo su formación por cristalización lenta ante la acumulación de sulfatos por corrientes de salinidad, o salmueras frías, derivadas del congelamiento parcial que tiene lugar en la base de un glaciar a temperatura sub-cero. Esta condición, aclaran más adelante, es probable que se produzca



únicamente durante el retiro relativamente rápido del manto de hielo.

Posteriormente, Kemper y Schmitz (1975) sugieren que el mineral original de la glendonita habría sido thenardita ( $\text{SO}_4\text{Na}_2$ ) y no glauberita, por comparación con ciertos agregados cristalinos de calcita que ocurren en la Formación Upper Deer del Valanginiano de Canadá, a los que consideran pseudomorfos de calcita según thenardita. Los mismos autores denominan a esos pseudomorfos "euhedral aggregates", comúnmente conocidos con el nombre de "hedgehog". Aunque Kemper y Schmitz reconocen que la glendonita difiere de los hedgehogs en composición y tamaño de los agregados, señalan que es dable suponer una alta probabilidad de identidad entre ambos. Asimismo, reconocen que la thenardita puede formarse dentro de un amplio rango de temperaturas, pero aclaran que los hedgehogs sólo fueron hallados en regiones que ocuparon una posición ártica en el momento de su formación, por lo que creen que indican ambientes marinos de aguas frías y, al igual que la glendonita, ocurren en rocas de textura fina. En resumen, Kemper y Schmitz explican la génesis de estos cristales de Sulfato de Sodio como sólo concebible en aguas sobreenfriadas, en cuencas marginales o engolfamientos que tienen un limitado intercambio con las principales cuencas árticas. El proceso de reemplazo metasomático del material primario por minerales secundarios de calcita o siderita, se produciría en la etapa diagenética temprana.

Por otra parte, se ha observado que la glendonita se presenta únicamente en determinados horizontes: cerca de la parte superior de depósitos marinos, donde éstos dan lugar a sedimentos de agua dulce, probablemente con formación de cuencas marinas aisladas de poca profundidad (David *et al.*, 1905), aunque más tarde, Brown (1925) observó que también ocurren en la parte inferior de la Serie Marina. Asimismo, Carey y Ahmad (1961, pág. 887) coinciden en señalar que un ambiente de cuencas cerradas es favorable para la concentración de corrientes salinas.

Cualquiera haya sido el mineral original de la glendonita, no cabe duda de su asociación genética con ambientes marinos cercanos a la costa, probablemente vinculados con la presencia cercana de glaciares.

## Ocurrencia en la Formación las Salinas

Moldes de glendonita se presentan diseminados en varios niveles, desde la base al techo, del Miembro superior (LS-9) de la Formación Las Salinas (González, 1972). El nivel superior es un banco de arenisca muy fina de color verde oliva, de aproximadamente 2 m de espesor, que contiene nódulos ferruginosos pequeños y moldes huecos de glendonita de diversos tamaños. Los moldes corresponden principalmente a cristales de individuos aislados, ya que los casos de agregados de minerales parecen ser aquí poco frecuentes (figura 1). Los individuos aislados son de tamaño moderado, aunque algunos alcanzan más de 20 cm de longitud. Los moldes se hallan en toda la masa de la roca, dispuestos al azar y en general son abundantes. Por arriba y por debajo de la arenisca con glendonita, se encuentran sendos paquetes de wackes; el suprayacente se halla afectado por fenómenos de deformación por deslizamiento subácueo y el infrayacente contiene nódulos ferruginosos pequeños.

En los restantes niveles con glendonita del Miembro LS-9, ésta se presenta como el núcleo hueco de concreciones calcáreas pequeñas (alrededor de los 5 cm de longitud), a veces de color ocráceo por intemperismo (figura 2). Los extremos de los moldes huecos, comúnmente se proyectan fuera de los límites de las concreciones, caso similar al que se conoce al este de Maitland (Australia), según lo señalaron David *et al.* (1905). El Miembro LS-9 contiene varios niveles fosilíferos, asociados o no con glendonita, donde se ha registrado la siguiente

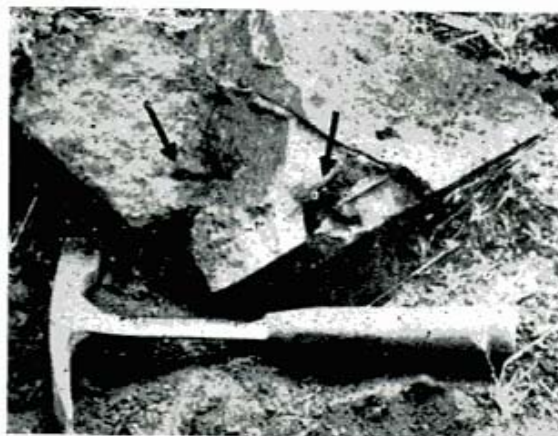


Fig. 1. — Moldes huecos de glendonita en arenisca muy fina, mostrando un individuo aislado (flecha izquierda) y un agregado cristalino (flecha derecha).



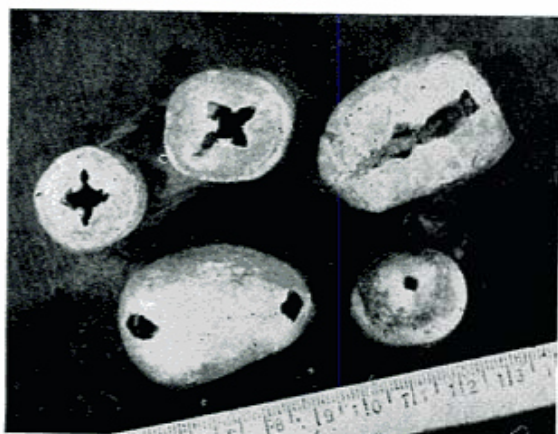


Fig. 2. — Moldes huecos de glendonita en concordancia. Las tres muestras superiores son fragmentos de nódulos mostrando formas de los moldes en sección transversal y longitudinal. Las dos muestras inferiores son nódulos completos, donde los huecos corresponden a los extremos del mineral no incluidos dentro del nódulo; el del extremo inferior izquierdo corresponde a un agregado cristalino.

fauna: *Cosmomya* (*Palaeocosmomya*) *chubutensis*, *Nuculopsis* (*Nuculopsis*) *patagoniensis*, *Phestia tepuelensis*, *Merismopteria salinensis*, *Pyramus* spp., *Mourlonia* (*Pseudobailea*) *poperimensis*, *Glabrocingulum argentinus*, *Hyolithes amosi*, *Levipustula* aff. *levis*, *Beecheria* sp., *Calloconularia* sp., *Levifenestella* sp. y otros briozoarios, restos de crinoideos, peces y cefalópodos ortocónicos y fragmentos de tallos indiferenciables (González, 1969, 1972, 1975).

En todos los casos, la glendonita se presenta como moldes huecos del mineral y en ningún caso se pudo comprobar la existencia de relleno por mineral alguno. En el espacio estratigráfico comprendido entre los dos niveles más altos con glendonita, se puede señalar la ocurrencia de las siguientes características: 1) evidencias de retiro momentáneo del mar (calcos de gotas de lluvia y otras estructuras, González, 1972) y 2) dos niveles paleontológicos conteniendo restos de *Pyramus*, *Merismopteria*, *Megadesmus*, *Levipustula*, gastrópodos y otros phyla, donde algunos de estos elementos son considerados indicadores de ambientes de baja temperatura (Dickins, 1963; González, 1972). Por otra parte, el nivel fosilífero superior corresponde a una diamictita de tipo arenisca fango-guijarrosa, que interpreto como restos de una corriente de densidad proveniente de un ambiente más proximal, producida en momentos de fluctuación de la línea de costa, y suprayase a bancos pelíticos con calcos de carga.

Los niveles con glendonita de la Formación Las Salinas pueden ser comparados estratigráficamente con una ocurrencia similar en Australia, en una localidad distante unos 6 km al oeste de Booral (50 km al norte de Newcastle), donde he tenido oportunidad de observar en un banco de arenisca muy fina, moldes huecos de glendonita junto a abundantes restos de *Levipustula levis*.

#### Observaciones sobre la presencia de glendonita en al Formación las Salinas

La presencia de glaciares durante la acumulación de la Sección inferior del Grupo Tepuel, a la que corresponde la Formación Las Salinas, ha sido postulada por Suero (1948); esta idea fue posteriormente sustentada, con algunas modificaciones, por otros autores (Frakes *et al.*, 1967; González, 1972). La existencia de diamictitas con pocos rodados estriados, que no necesariamente deben ser producidos por abrasión glacial, y la presencia de bloques y guijarros caídos evidentemente transportados por balsas ("rafting") supuestamente de hielo, ya que en ningún caso ha sido posible demostrar que esas balsas hayan sido orgánicas, son factores concurrentes pero no suficientes para sostener la existencia contemporánea de glaciares.

Se ha demostrado (Frakes *et al.*, 1967; González, 1972) que las diamictitas de la Formación Las Salinas no fueron depositadas por el hielo, sino que se trata de depósitos de corrientes de escombros subácueas. El escombros, previamente acumulado en las zonas marginales, habría contenido material de origen glacial y fue precipitado a zonas más profundas a causa de movimientos producidos por inestabilidad de la cuenca (González, *op. cit.*) o bien por otros factores. Los rodados estriados son escasos en las morenas terminales, como puede apreciarse en los depósitos de till cuaternario de la Cordillera Patagónica, especialmente al sur de El Bolsón, en la provincia de Chubut. Es dable pensar que el origen de las acumulaciones de escombros en la faja costanera de la cuenca y/o su derrame en el mar, hayan sido producto de la acción de avance y retroceso periódicos de una lengua glacial.

Por otro lado, las características de la fauna de bivalvos asociada con estos depósitos, además de contener elementos de aguas



frías denota un ambiente con conexiones pacíficas, pero parcialmente aislado del mar abierto por un elemento positivo ubicado al oeste (González, 1972), lo que está de acuerdo con lo sostenido por Roller (1973), en cuanto a que la cuenca habría tenido forma de "cul de sac". En mi opinión, este engolfamiento estuvo sometido a condiciones de temperaturas frías debido a la existencia de glaciares, posiblemente de tipo alpino e importancia local, pero capaces de llegar a la costa e incluso proyectarse fuera de ella, quizá durante cortos períodos. Esto viene a apoyar lo expresado por David *et al.* (1905) y Carey y Ahmad (1961) en lo que respecta al ambiente favorable para concentración de salmueras, y dar mayor importancia a la presencia de glendonita como indicador paleoambiental.

La ausencia de elementos de juicio tales como pavimento estriado, varves y otras

estructuras propias de ambientes continentales, no puede ser tenida en cuenta en casos como éste, en que sólo contamos con depósitos marinos.

### Agradecimientos

Deseo expresar mi reconocimiento a los colegas australianos J. C. M. Dickins, del Bureau of Mineral Resources, quien facilitó mi estadía en ese Organismo; B. Engel, de la Universidad de Newcastle y M. J. Clarke del Servicio Geológico de Tasmania, quienes gentilmente me acompañaron en algunas de mis campañas en el este de ese país, como becario de la John S. Guggenheim Memorial Foundation. Los viajes de campo en Patagonia fueron financiados por el CONICET a través del Proyecto 42 de la IUGS y la Fundación Miguel Lillo de Tucumán.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Brown, I. A., 1925. *Notes on the occurrence of glendonites and glacial erratics in Upper Marine beds at Ulladulla, N.S.W.* Proc. Linn. Soc. N.S.W., 50: 25-31, láms. 14-15, 2 figs., Sydney.
- Carey, S. W. y N. Ahmad, 1961. *Glacial marine sedimentation*. Proc. 1st. Int. Symp. on Arctic Geology, 2: 865-894.
- Conybeare, C. E. B. y K. A. W. Crook, 1968. *Manual of sedimentary structures*. Bull. B. M. R., Geol. and Geophys. 102: 1-327, Canberra.
- David, T. W. E., T. G. Taylor, W. G. Woolnough y H. G. Foxall, 1905. *Occurrence of the pseudomorph Glendonite in New South Wales*. Rec. Geol. Surv. N. S. W., 3 (2): 161-179.
- Dickins, J. M., 1963. *Permian pelecypods and gastropods from Western Australia*. Bull. B. M. R., Geol. and Geophys., 63, 203 págs., Canberra.
- Frakes, L. A., A. J. Amos y J. C. Crowell, 1967. *Origin and Stratigraphy of Late Paleozoic diamictites in Argentina and Bolivia*. IUGS Symp. Gondwana Stratigraphy, Earth Sci. 2, págs. 821-843, Buenos Aires.
- González, C. R., 1969. *Nuevas especies de Bivalvia del Paleozoico superior del Sistema de Tepuel, provincia de Chubut, Argentina*. Ameghiniana, 6 (3): 236-250, Buenos Aires.
- 1972. *La Formación Las Salinas, Paleozoico superior de Chubut (República Argentina). Parte I: Estratigrafía, facies y ambientes de sedimentación; Parte II. Bivalvia: Taxinomia y Paleoecología*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVII (1-2): 95-115, 188-213, Buenos Aires.
- 1975. *Nuevas Bivalvia de la Formación Las Salinas, Paleozoico superior de Chubut, Argentina*. Actas Ier. Congr. Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, T. 1: 341-355, Tucumán.
- Kemper, E. y H. H. Schmitz, 1975. *Stellate nodules from the Upper Deer Bay Formation (Valanginian) of Arctic Canada*. Pap. Geol. Surv. Canadá, 75-1C.
- McLachlan, I. R. y A. Anderson, 1973. *A review of the evidence for marine conditions in Southern Africa during Dwyka times*. Palaeont. afr., 15: 37-64.
- Roller, E. O., 1973. *Acerca de la Dorsal del Mar Argentino y su posible significado geológico*. Acta 5º Congreso Geológico Argentino, T. IV: 203-220, Córdoba.
- Suero, T., 1948. *Descubrimiento del Paleozoico superior en la zona extraandina de Chubut*. Bol. Inf. Petrol., 287: 31-48, 8 figs., Buenos Aires.

Recibido: Junio 30, 1980.

CARLOS ROBERTO GONZALEZ

Con. Nac. de Invest. Científicas y Técnicas,  
Facultad de Ciencias Naturales,  
Univ. Nac. de Tucumán,  
Fundación Miguel Lillo.

# PALEOMAGNETISMO Y EDADES RADIMÉTRICAS DE ALGUNAS FORMACIONES NEOPRECAMBRICAS Y EOPALEOZOICAS DE LA ARGENTINA

D. A. VALENCIO, J. F. VILAS y A. M. SINITO

## Resumen

Se presentan los resultados del estudio paleomagnético de secuencias de las Formaciones La Tinta (Precámbrico tardío) y Suri (Ordovícico temprano) y de algunas unidades magmáticas de las Formaciones Ñuñorco (Silúrico tardío-Devónico temprano) y La Ojota (Silúrico medio).

Se reportan las edades K/Ar obtenidas en tobas de la Formación Suri y algunas magmatitas de las Formaciones Ñuñorco y La Ojota.

Se analiza el significado de los datos obtenidos en relación con la correlación de rocas precámbricas y ordovícicas, las teorías enunciadas para explicar los procesos geodinámicos que afectaron al Gondwana a fines del Precámbrico y comienzos del Paleozoico, y las manifestaciones glaciarias aflorantes en los distintos continentes gondwánicos asignadas al Precámbrico y a Ordovícico.

La interpretación de dichos datos sugiere:

i) Correlación entre algunas litosomas de la Formación La Tinta de la zona de Olavarría-Sierras Bayas y entre una de éstas y otra de la localidad de Barker.

ii) La posible correlación de tobas y lutitas de la Formación Suri con rocas de edad Llanvirniana temprana de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.

iii) La existencia en el Precámbrico tardío y Paleozoico temprano del Gondwana con una morfología similar a la que presentaba a fines del Paleozoico. Ello indica que los cordones orogénicos eopaleozoicos intracratónicos, debieron formarse en procesos de origen ensiálico o son el efecto de destrucción de mares internos de tamaño menor, y es coherente con la interpretación que las sedimentitas precámbricas de origen marino presentes en las partes australes de América del Sur y África se formaron en una cuenca común.

iv) La posible correlación entre cambios rápidos en la dirección del movimiento respecto al polo del Gondwana con los ciclos orogénicos Panamericano y Brasileño, y

v) La cronología relativa de las glaciaciones que afectaron al Gondwana en el Precámbrico tardío y Ordovícico.

## 1. Introducción

En los últimos años se ha manifestado un creciente interés acerca de los procesos

## Abstract

Palaeomagnetic data for sequences of rocks of La Tinta (upper Precambrian) and Suri Formations (lower Ordovician) and igneous units of the Ñuñorco (upper Silurian-lower Devonian) and La Ojota Formations (middle Silurian) are given.

K/Ar ages for tuffs of the Suri Formation and igneous rocks of the Ñuñorco and La Ojota Formations are reported.

The significance of these data on the correlation of precambrian and ordovician rocks, the geodynamic processes which affected Gondwana in late Precambrian and early Palaeozoic times, and the relative ages of the exposures of glacial deposits of late Precambrian and Ordovician age in the gondwanic continents are analyzed.

The data suggest:

i) the correlation of some lithosomes of La Tinta Formation exposed at different sites at Olavarría-Sierras Bayas and of one of these lithosomes and another from Barker.

ii) the possible correlation of tuffs and shales of the Suri Formation and rocks of early Llanvirnian age from USSR.

iii) Gondwana was a unit as far back as 1,000 Myr ago. This suggests that the gondwanic early Palaeozoic orogenic belts were formed either by ensialic processes or by the closing of minor seas through plate tectonic processes (plate convergence), and is consistent with the interpretation that the upper Precambrian non fossiliferous sediments exposed in southern South America and Africa were deposited in a common shallow sea basin.

iv) the possible correlation of two sharp turning points or hairpins of the late Precambrian-late Ordovician section of the apparent polar wandering path for the Gondwana with the Panamerican and Brazilian orogenic cycles.

v) the timing and location of late Precambrian and Ordovician glacial deposits in Gondwana are related to rapid polar shift.

geodinámicos que pudieron haber obrado sobre la distribución de continentes y océa-

nos en el Precámbrico y el Paleozoico temprano. *Sensus lato*, son dos las líneas de pensamiento más aceptadas al respecto; una de ellas admite que en esas tempranas eras geológicas los procesos geodinámicos fueron similares a aquellos postulados por la Tectónica Global. La otra sostiene que la naturaleza de los procesos telúricos ha sido diferente y ha ido evolucionando, a través del tiempo, hacia el modelo de tectónica global válido para fines del Mesozoico y el Cenozoico. Los resultados de estudios paleomagnéticos realizados con rocas asignadas al Precámbrico superior y al Paleozoico inferior son de principal importancia al respecto y decisivos para dilucidar cual de dichas líneas de pensamiento es la más valedera.

Por otra parte los resultados de estudios combinados paleomagnético-radimétricos pueden ser utilizados para valorar o establecer la posible correlación de rocas asignadas al Precámbrico y al Neopaleozoico. Es por estas razones que el Laboratorio de Paleomagnetismo del Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires ha encarado el estudio paleomagnético-radimétrico de formaciones de esas edades de la Argentina. Particularmente, los estudios de rocas del Paleozoico inferior están incluidos en el Proyecto N° 44 (Paleozoico Inferior de América del Sur) del Programa Internacional de Correlación Geológica.

Recientemente han sido presentados los detalles de estudios paleomagnético-radimétricos realizados con rocas de las Formaciones Suri (Ordovícico temprano, Llanvirniano), Ñuñorco (Silúrico tardío-Devónico temprano) y La Ojota (Silúrico medio) (Valencio *et al.*, 1980a) y de estudios paleomagnéticos efectuados con muestras de la Formación La Tinta (Precámbrico tardío) (Valencio *et al.*, 1980 b). En este trabajo se presenta una síntesis de los resultados obtenidos en dichos estudios y se discute el aporte de los mismos al conocimiento de los procesos geodinámicos que modelaron el Gondwana y la correlación, en escala local y global, de las rocas incluidas en los mismos. Asimismo, se analiza la relación existente entre los datos paleomagnéticos y las manifestaciones glaciarias de edad precámbrica tardía y ordovícica conocidas en los continentes gondwanicos.

## 2. Geología y muestreo

### Formación La Tinta

En el centro de la Provincia de Buenos Aires afloran sedimentos marinos, subhorizontales, los que han sido incluidos en el Grupo La Tinta (Amos *et al.*, 1972). Estas sedimentitas se apoyan sobre rocas del basamento (a las cuales les ha sido asignada una edad entre 1000 y 2000 m.a.) y son cortadas por intrusivos básicos dados como Ordovícicos (Rapella *et al.*, 1974).

Distintos autores han asignado a las sedimentitas del Grupo La Tinta una edad que varía desde Precámbrico tardío al Paleozoico temprano. Amos *et al.*, (1972) han asignado una edad Precámbrica a sedimentitas aflorantes en las cercanías de Olavarría (Formación La Tinta) y una probable edad Precámbrica o Paleozoica temprana a afloramientos situados al SE de Tandil (Cuarcitas de Balcarce). Zalba (1977) sugirió una edad Precámbrica a sedimentitas aflorantes en los alrededores de Barker (Formación La Tinta).

En este trabajo se presentan los resultados del estudio paleomagnético realizado con muestras de la Formación La Tinta recogidas en las proximidades de Olavarría-Sierras Bayas (37°S 60,2°W) y Barker (37,6°S 59,3°W). En la primera de las localidades el muestreo se hizo sobre la base del estudio geológico realizado por Marchese y Di Paola (1975) (uno de estos autores, H.G.M., nos asesoró en las labores de recolección). En dicho estudio las sedimentitas de la Formación La Tinta han sido agrupadas en litosomas (mencionadas en orden cronológico de mayor a menor edad: cuarcitas, dolomitas, cuarcitas, pelitas y calizas) y les fue asignada una edad Precámbrica tardía (Rifeano tardío a Vendiano), a partir de la asociación litológica y la presencia de estromatolitos. Bonhomme y Cingolani (1978) han realizado determinaciones radimétricas (método rubidio-estroncio) en muestras recogidas de diferentes canteras próximas a Olavarría. Muestras obtenidas en las canteras Cerro Negro y L.O.S.A. (sitios E y C, respectivamente, del estudio paleomagnético) definieron una línea isotópica con una edad de  $709 \pm 24$  m.a.; muestras extraídas de la cantera AUST dieron edades de  $797 \pm 18$  y  $756 \pm 22$  m.a. Según los autores estas edades radimétricas son coherentes con las relaciones estratigráficas

existentes entre las sedimentitas de dichas canteras; ellas son, por otra parte, coherentes con la edad sugerida para dichas rocas por Amos *et al.* (1972) y Marchese y Di Paola (1975).

En cuanto a las sedimentitas de la Formación La Tinta asignadas al Precámbrico tardío, expuestas en los alrededores de Barker fueron estudiadas por Zalba (1977) quien sugirió la posible relación estratigráfica existente entre éstas y las aflorantes en Olavarría.

Du Toit (1927) sugirió que las sedimentitas de origen marino, no fosilíferas, aflorantes en zonas australes de América del Sur y Africa pertenecen al mismo sistema precámbrico. Más recientemente, Dalla Salda (1979) indicó que las sedimentitas de la Formación La Tinta y las de la parte más baja del Grupo Nama (Precámbrico tardío a Cámbrico), aflorantes en el sur de Africa, se formaron en una misma cuenca marina de aguas poco profundas.

Para el estudio paleomagnético fueron recogidas cuarenta y siete muestras orientadas en cinco sitios cercanos a Olavarría-Sierras Bayas [canteras Tofolletti (sitio A), L.O.S.A. (C), La Alcancía (D) y Cerro Negro (E), y en el camino que vincula las canteras L.O.S.A. y La Alcancía (B)] y veinticinco muestras de tres sitios cercanos a Barker [Cerro El Sombrerito (F), Cerrito La Cruz (G) y cantera El Infierno (H)]. En cada sitio las muestras fueron extraídas en orden estratigráfico dentro de la secuencia local.

#### Formación Suri

En el oeste de la Provincia de Catamarca en los alrededores de Puesto Chaschuil ( $27^{\circ} 47' S$   $68^{\circ} 06' W$ ), afloran tobas y lutitas (éstas se apoyan sobre las primeras) a las que Turner (1967) incluyó dentro de la Formación Suri. El conjunto presenta evidencias de un metamorfismo incipiente. Restos fósiles de trilobites hallados en rocas de esta Formación condujeron a Harrington y Leanza (1957) a sugerir una edad Llanvirniana (Ordovícica temprana) para la misma.

Las muestras para el estudio paleomagnético se extrajeron, en orden estratigráfico, de una secuencia de unos 29 m de desarrollo (13 m de tobas y 16 m de lutitas); en total se extrajeron 55 muestras orientadas (23 de nueve niveles estratigrá-

ficos diferentes de las tobas y 32 de veintiseis niveles distintos de las lutitas). Material de dos de las muestras extraídas de las tobas fue destinado a análisis para definir su edad radimétrica por el método K-Ar.

#### Formaciones Ñuñorco y La Ojota

Según Turner (1967) con posterioridad a la depositación de origen marino de la

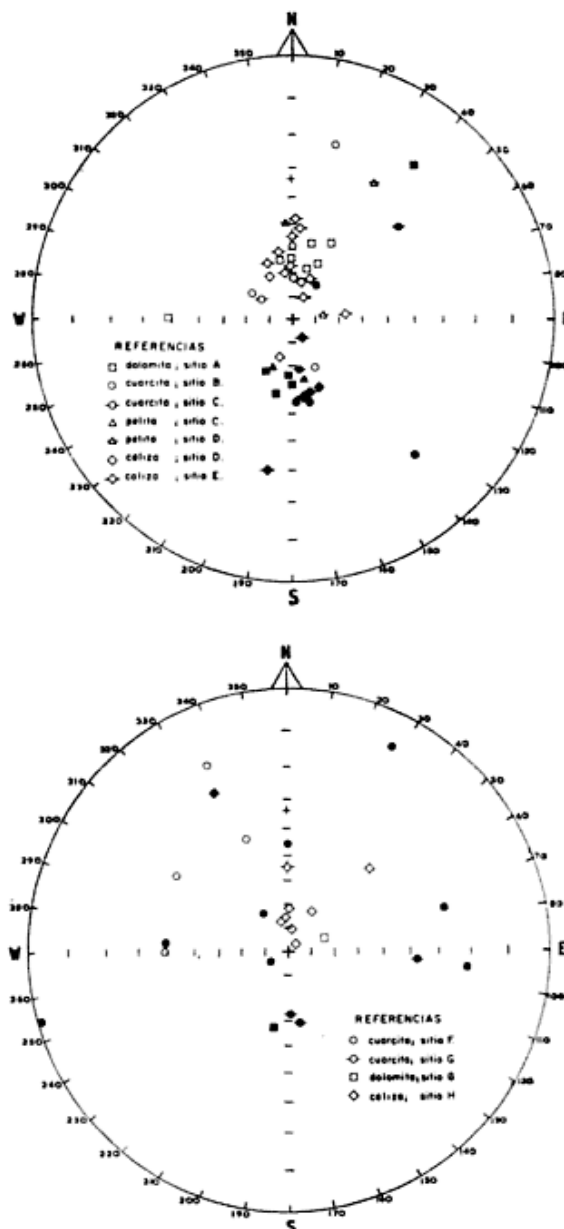


Fig. 1. — Dirección del magnetismo remanente estable de las muestras de la Formación La Tinta recogidas en los alrededores de Olavarría-Sierras Bayas (a) y Barker (b). Símbolo blanco representa inclinación magnética negativa (semiesfera superior de la proyección); símbolo negro, inclinación magnética positiva (semiesfera inferior). +, dirección del campo magnético terrestre actual;  $\odot$  dirección del campo dipolar.



Formación Suri, ocurrieron, como mínimo, tres episodios magmáticos. En los alrededores de Puesto Chaschuil, también se encuentran afloramientos de rocas ígneas formadas durante estos episodios. Turner asignó a estas magmatitas una edad más joven que Llanvirniano pero más antigua que Carbónica; Maisonave (1973) incluyó a estas magmatitas en la Formación Ñuñorco y les asignó una edad comprendida en el intervalo Silúrico tardío-Devónico temprano.

Un total de 24 muestras orientadas fueron extraídas, para su estudio paleomagnético, de nueve unidades ígneas de la Formación Ñuñorco (A, B, C, D, F, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, H e I aflorantes en ocho sitios diferentes. Estas unidades fueron formadas durante los diferentes episodios ígneos (facies granular y granofírica, y diques y filones capas asociados) que dieron origen a las rocas de la Formación Ñuñorco.

Asimismo se recogieron 4 muestras orientadas del contacto cocinado (E) por la intrusión de un dique de la Formación Ñuñorco (unidad D, ya citada) y 5 de un dique basáltico que atraviesa a las tobas de la Formación Suri, y al cual Maisonave incluye en la Formación La Ojota (Silúrico medio).

Material de las muestras recogidas en las unidades B y D de la Formación Ñuñorco y J de la Formación La Ojota, fue destinado a análisis para determinar su edad K-Ar.

### 3. Edades radimétricas

Material de algunas de las muestras de las Formaciones Suri, Ñuñorco y La Ojota, utilizadas en el estudio paleomagnético, fue empleado en ensayos para determinar su edad radimétrica. Los mismos se realizaron usando el método potasio-argón, sobre roca total, en los laboratorios del Instituto

de Geocronología y Geología Isotópica. Se emplearon para tal fin las técnicas descritas por Linares y Valencio (1975). Los resultados obtenidos (Valencio *et al.*, 1980a) están resumidos en el cuadro 1.

Las edades radimétricas obtenidas para las magmatitas de la Formación Ñuñorco son coherentes con las asignadas a la misma en los estudios geológicos previos (la diferencia en las edades radimétricas de las unidades B y D puede indicar que las rocas de esta formación se formaron en diferentes episodios magmáticos, aunque no descarta la posibilidad de pérdida de argón radigénico en la unidad D). Ello no se cumple para las edades K-Ar de las tobas de la Formación Suri; en este trabajo se acepta para esta Formación una edad Ordovícica temprana (Llanvirniana) (ver ítem 2) y se considera que las edades radimétricas obtenidas están afectadas por una pérdida de argón radigénico en las muestras empleadas. La edad K-Ar ( $416 \pm 25$  m.a.) obtenida para la riocacita (B) de la Formación Ñuñorco avala esta interpretación.

El estudio radimétrico sugiere para el dique de la Formación La Ojota una edad carbónica tardía.

Es de mencionar aquí que Linares (1977) ha indicado una edad K-Ar de  $310 \pm 10$  m.a. para la unidad ígnea A (pórfiro rojo), asignada a la Formación Ñuñorco. Asimismo es de recordar, que Bonhomme y Cingolani (1978) realizaron dataciones radimétricas por el método rubidio-estroncio, en sedimentitas de la Formación La Tinta (ítem 2); las mismas son coherentes con las edades asignadas a dichas sedimentitas en los estudios geológicos previos.

### 4. Resultados paleomagnéticos

Los estudios paleomagnéticos se efectuaron empleando las técnicas clásicas (Va-

CUADRO 1. — Edades K-Ar para muestras de las Formaciones Suri, Ñuñorco y La Ojota, extraídas de afloramientos próximos a Puesto Chaschuil, Provincia de Catamarca.

Formación	Litología	Unidad	K (%)	$Ar_{rad}^{40}$ $10^{-10}$ mol/g <sup>-1</sup>	$Ar_{atm}^{40}$ (%)	Edad (m.a.)
La Ojota	Dique basáltico	J	1,85	10,600	11,8	$297 \pm 10$
Ñuñorco	Dique riolítico	D	6,52	44,903	5,3	$360 \pm 10$
Ñuñorco	Riocacita	B	0,045	0,373	67,0	$416 \pm 25$
Suri	Toba	29	1,69	9,707	13,5	$304 \pm 10$
Suri	Toba	27	0,86	5,773	13,0	$350 \pm 10$

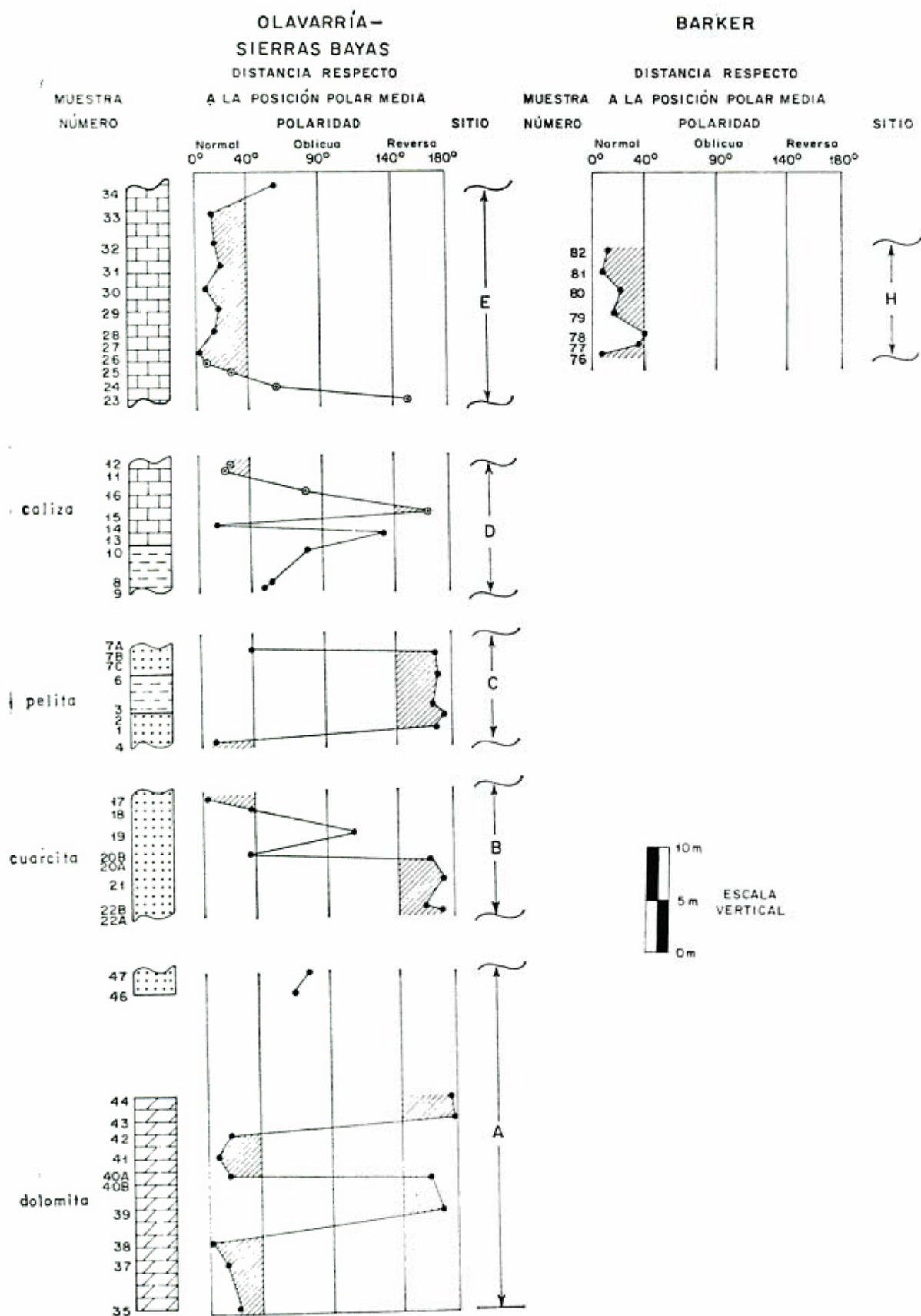


Fig. 2. — Estratigrafía magnética compuesta para las secuencias de rocas de la Formación La Tinta (Precámbrico tardío) muestreadas en Olavarría-Sierras Bayas y Barker (Prov. de Buenos Aires).

lencio, 1965). Particularmente, para definir el magnetismo remanente estable (m.r.e.) de las cuarcitas de la Formación La Tinta, se sometieron a las mismas a un lavado químico con ácido clorhídrico. Para ello, especímenes cortados de dichas muestras fueron colocados dentro de un recipiente, de modo tal que el ácido clorhídrico los cubriera totalmente, por lapsos de 17, 40, 80, 175, 350, 600, 1000 y 1500 horas (la concentración utilizada fue 8N para lavados menores a las 1000 horas, y de 10N para tiempos mayores); luego de cada una de estas etapas los especímenes fueron lavados con agua y se procedió a medir su magnetismo remanente residual. Por lo general se logró aislar el m.r.e. de dichos especímenes después del tratamiento a 600 ó 1000 horas. En la mayoría de los casos la dirección de este magnetismo es coherente con la del m.r.e. definido para otro espécimen de la misma muestra, en el proceso de desmagnetización por altas temperaturas.

Tal como ya fue indicado (ítem 2) los muestreos de las Formaciones La Tinta y Suri fueron realizados a lo largo de secuencias de rocas de dichas Formaciones, cuidando el orden estratigráfico. En estos casos, a partir de la dirección promedio del m.r.e. de las muestras extraídas de un mismo nivel fue calculada la posición del polo geomagnético virtual (PGV) correspondiente (Valencio, 1965). Luego, se calculó una posición polar media promediando las posiciones de todos los PGV de una misma formación. A continuación, todos los PGV cuyas posiciones estuvieran a distancias mayores de 40° de la posición polar media fueron desechados, y una nueva posición polar media fue calculada con los restantes. El proceso se repitió hasta que las posiciones de todos los PGV restantes estuviesen situados a distancias iguales o menores de 40° del polo medio. Esta posición polar promedio (polo paleomagnético, PP) fue considerada como representativa de la formación. La polaridad del m.r.e. de cada nivel estratigráfico fue considerada como normal, oblicua o reversa según su PGV distara entre 0° y 40°, 40° y 140° ó 140° y 180° de la posición del PP correspondiente.

#### Formación La Tinta

Las direcciones del m.r.e. de cada una de las muestras de la Formación La Tinta

recogidas en Olavarría-Sierras Bayas y Barker están representadas en las figuras 1a y b, respectivamente.

El PP para esta Formación, obtenido sobre la base de las direcciones del m.r.e. de las muestras recogidas en las dos áreas de muestreo, está situado a 299,6°E 80,0°S (ASPr  $\in_2$ ; N = 48,  $\alpha_{95} = 5,1^\circ$ , k = 16,7).

En la figura 2 está representada la estratigrafía magnética compuesta para las secuencias de rocas de la Formación La Tinta, expuestas en Olavarría-Sierras Bayas y Barker, estudiadas en este trabajo. Para cada sitio de muestreo se han representado: i) el perfil de la distancia angular existente entre la posición del PGV correspondiente a un nivel estratigráfico dado y el PP (ASPr  $\in_2$ ), e ii) la columna litológica respectiva. Un análisis de la figura muestra que en las secuencias de todos los sitios de Olavarría-Sierras Bayas se registraron cambios de polaridad del campo magnético terrestre. Los perfiles para los sitios de muestreo de Olavarría-Sierras Bayas están dibujados en orden estratigráfico; sin embargo los datos de campo no permiten conocer si hay alguna sobreposición o algún vacío entre las distintas secuencias.

#### Formación Suri

Las coordenadas del PP para esta Formación son: 5,9°E 8,5°S (ASO1<sub>1</sub>; N = 30;  $\alpha_{95} = 5,9^\circ$ ; k = 20,7).

En la figura 3 está representada la estratigrafía magnética para las secuencias de tobas y lutitas de esta Formación incluidas en este trabajo. En las tobas y en los niveles medios e inferiores de las lutitas sólo se registró m.r.e. de polaridad reversa. En los niveles más altos de las lutitas se registraron direcciones de m.r.e. oblicuas, las que pueden ser representativas de registros incompletos de reversiones de polaridad o bien excursiones del campo magnético terrestre (cambios rápidos en su dirección que no llegan a un cambio de polaridad).

#### Formaciones Ñuñorco y La Ojota

La figura 4 muestra las direcciones medias del m.r.e. de las unidades magmáticas de estas Formaciones incluidas en este estudio. Como puede observarse dichas direcciones (y por lo tanto las posiciones de los PGV correspondientes) son dispersas. Sin embargo, las direcciones del m.r.e. de las

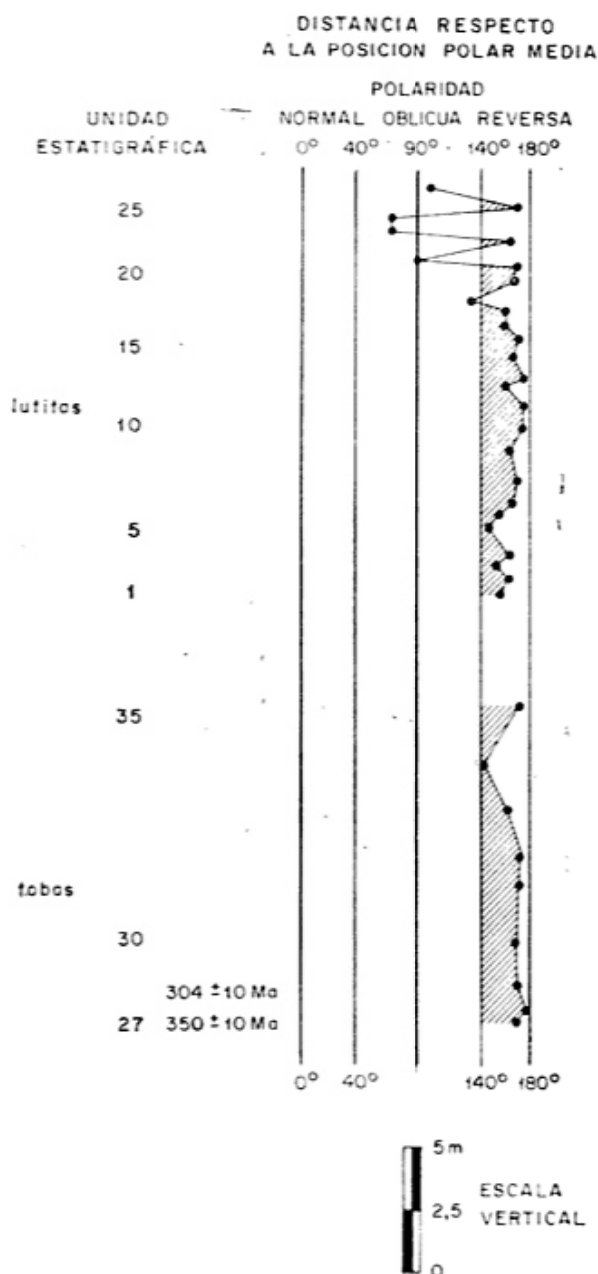


Fig. 3. — Estratigrafía magnética compuesta para las secuencias de tobas y lutitas de la Formación Suri (Ordovícico temprano) muestreadas en Puesto Chaschuil (Prov. de Catamarca).

unidades de la Formación Ñuñorco individualizadas por las letras C (andesita), D (dique riolítico,  $360 \pm 10$  m.a.), E (roca cocinada por la intrusión del dique D), F y G<sub>2</sub>, tienden a formar un grupo. La posición polar media para estas unidades es  $329^\circ\text{E } 36^\circ\text{S}$  ( $N = 5$ ,  $\alpha_{95} = 23^\circ$ ,  $k = 12$ ).

**5. Interpretación de los resultados**  
**Magnetoestratigrafía y correlación**

La correlación de rocas precámbricas, aún dentro de una misma cuenca de deposición,

es uno de los problemas más difíciles de resolver de las Ciencias de la Tierra. Dado el carácter global del campo magnético terrestre la dirección y la polaridad del m.r.e. pueden ser utilizados como medio idóneo para sugerir la posible correlación existente entre rocas precámbricas. Esta aplicación es mucho más confiable si se parte de una correlación básica, más gruesa, sugerida por estudios geológicos, como es el caso de la Formación La Tinta (litosomas). Además, en el caso que nos ocupa, dado que en el muestreo, cuando ello fue posible se tuvo el particular cuidado de recoger las muestras en orden estratigráfico, se puede utilizar también la similitud del cambio en la dirección del m.r.e. entre niveles estratigráficos adyacentes en la secuencia para sugerir una correlación. Un ejemplo de ello es el registrado en los niveles más altos (15, 16, 11 y 12) de la secuencia muestreada en la cantera La Alcancia (sitio D) y en los más bajos (23, 24, 25 y 26) de la cantera Cerro Negro (sitio E) (fig. 2). La figura muestra que en ambas canteras (calizas) se pasa de un m.r.e. de polaridad reversa a otro normal según caminos similares (iguales direcciones de m.r.e.) a lo largo de las dos secuencias. Luego, la dirección, la polaridad y la similitud del cambio en la dirección del m.r.e., coinciden en sugerir una correlación entre las secciones

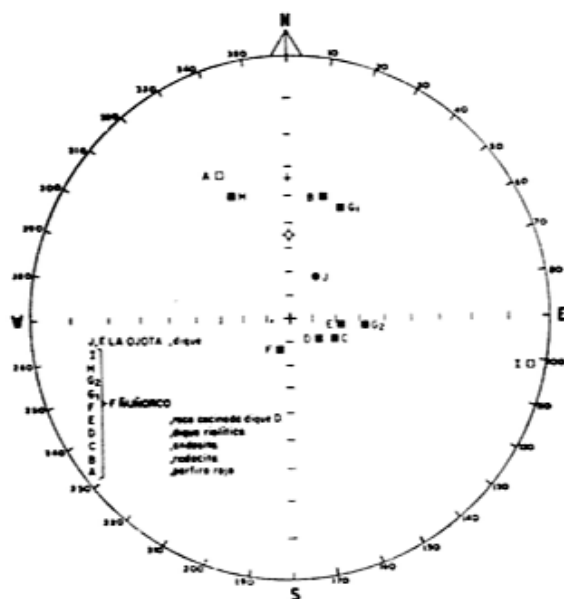


Fig. 4. — Dirección media del magnetismo remanente estable de las unidades ígneas de la Formación Ñuñorco (A-G, Silúrico tardio-Devónico temprano) y La Ojota (J, Carbónico tardío) aflorantes en las proximidades de Puesto Chaschuil (Prov. de Catamarca).



de dichas secuencias de las cuales se extrajeron las muestras mencionadas.

Tomadas en conjunto, la dirección del m.r.e. de las muestras de la Formación La Tinta recogidas en Olavarría-Sierras Bayas es similar a las de Barker (figuras 1 a y b). Es decir, los datos paleomagnéticos indican que dichas muestras adquirieron su m.r.e. bajo la acción del mismo campo magnético terrestre (igual edad magnética). Particularmente, la dirección y la polaridad del m.r.e. de las calizas recogidas de la cantera El Infierno (sitio H, Baker, polaridad normal) y de la Cantera Cerro Negro (sitio E, Olavarría-Sierras Bayas, polaridad normal) sugieren una correlación entre las mismas.

Sólo m.r.e. de polaridad reversa fue encontrado en las tobas de la Formación Suri; los niveles medios e inferiores de las lutitas de dicha Formación también presentan m.r.e. de polaridad reversa (fig. 3). Entre ambas secuencias se intercalan otras sedimentitas no estudiadas en este trabajo. Khramov *et al.* (1978) han indicado que rocas de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas de edad Llanvirniana temprana se caracterizan por poseer m.r.e. de polaridad reversa; rocas asignadas al Llanvirniano tardío de dicho país presentan m.r.e. de polaridad normal. Luego, los datos paleomagnéticos sugieren una correlación entre las tobas y las lutitas inferiores y medias de la Formación Suri, objeto del presente estudio, con las rocas del Llanvirniano temprano de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.

#### Procesos ensiálicos o tectónica global?

Vilas *et al.* (1978) han discutido el significado geodinámico de los datos paleomagnéticos de América del Sur, África, Australia, Antártida e India asignados al Precámbrico y al Paleozoico temprano. Según estos autores, si bien los datos disponibles no son suficientes para lograr una interpretación única y definitiva, los mismos son coherentes con la existencia, en ese entonces, del Gondwana. Ello restringe a dos las teorías que tratan de explicar el posible origen de los cordones orogénicos eopaleozoicos intracratónicos gondwánicos: i) los mismos se formaron durante procesos telúricos de origen ensiálico, e ii) son el efecto de la destrucción de mares intracratónicos de tamaño menor. Cabe, pues, preguntar si las posiciones de los polos paleomagnéticos

correspondientes a las Formaciones La Tinta, Suri y Ñuñorco (y las de otros polos precámbricos de Australia publicados desde entonces, Kirschvink, 1978), son coherentes o no con esta interpretación.

Particularmente, las posiciones polares correspondientes a las Formaciones La Tinta (Precámbrico tardío, ASPr  $\in_2$ ) y Suri (Ordovícico temprano, ASO1) son básicas para esta verificación, pues han merecido el máximo puntaje (polo clave) en la escala de clasificación sugerida por Vilas y Valencio (1978). Estas posiciones, convenientemente rotadas según la posición que ocupaba América del Sur en el Gondwana, caen sobre la curva de desplazamiento polar neoprecámbrica-eopaleozoica común para este Supercontinente en posiciones coherentes con sus edades (fig. 5). Tal es esto así, que para su representación bien puede utilizarse sin modificación alguna, la reconstrucción del Gondwana y de su camino polar aparente presentados por Vilas *et al.* (1978, fig. 4 de dicho trabajo). La posición del polo paleomagnético (PP) para la Formación Suri (ASO1) es próxima a las



Fig. 5.—Polos paleomagnéticos para los continentes gondwánicos cuyas edades están comprendidas en el intervalo Precámbrico tardío-Ordovícico tardío, y curva de desplazamiento polar aparente, dibujadas sobre la reconstrucción del Gondwana de Vilas y Valencio (1978).  $\Delta$ , América del Sur;  $\square$ , África;  $\circ$ , Australia;  $\diamond$ , India y  $\odot$ , Antártida. Los símbolos han sido dibujados según la clasificación sugerida por estos autores:  $\star$ , polo clave;  $\Delta$ , polo principal;  $\triangle$ , polo subsidiario. Referencias en ítem 4 y el trabajo ya citado. Proyección Lambert de igual área.  $\blacksquare$  glaciaciones del Ordovícico,  $\square$ , glaciaciones del Precámbrico tardío.

de los PP para la Arenisca Tumblagooda ( $\text{AuO}_3$ , Ordovícico) de Australia y los Intrusivos S $\phi$ r Rondane (AnOl—m<sub>1</sub>, Ordovícico temprano a medio) de Antártida. La posición del PP para la Formación La Tinta (ASPr  $\in_2$  709  $\pm$  24 m.a.) es coherente con las posiciones de los polos para el Complejo Mbozi (AfPr  $\in_6$ , 743  $\pm$  30 m.a.) y los diques Pre Nama (AfPr  $\in_7$ , 653  $\pm$  70 m.a.) del Africa. Además, es consistente con el área (M) donde se define la posición polar para los estratos de origen glacial Marinoan, de edad precámbrica tardía (~ 700 m.a.), de Australia (McElhinny y Embleton, 1976). La figura muestra que ASPr  $\in_2$  está situado entre AfPr  $\in_6$  (743  $\pm$  30 m.a.) y la zona afectada por la glaciación Marinoan. En síntesis las posiciones de los PP para las Formaciones La Tinta y Suri son coherentes con las interpretaciones relativas a la geodinámica del Gondwana enunciadas más arriba. Lo mismo puede decirse para las posiciones polares correspondientes a la Formación Pertatataka y las Areniscas Arumbrera inferior (AuPr  $\in_3$ ; Precámbrico tardío), las Areniscas Arumbrera superior (AuPr  $\in_4$ ; Precámbrico tardío) y las Areniscas Eninto, las Dolomitas Todd River y la Formación Allua (Au  $\in_1$ ; Cámbrico temprano) de Australia (Kirschvink, 1978, fig. 5). En síntesis, los datos paleomagnéticos sugieren que el Gondwana existió en el Precámbrico tardío y el Paleozoico temprano. Luego, dichos datos, particularmente, sugieren que América del Sur y el Africa estuvieron unidos en el Precámbrico tardío, lo que explicaría la similitud de las características de los sedimentos marinos de esa edad aflorantes en las partes australes de dichos continentes (Du Toit, 1927, y Dalla Salda, 1979; *item* 2).

La posición polar media para las unidades C, D, E, F y G<sub>2</sub> de la Formación Ñuñorco (Silúrico tardío-Devónico temprano) es consistente con la sección Ordovícico tardío-Carbónico tardío de la curva de desplazamiento polar aparente común al Gondwana, sugerida por Vilas y Valencio (1978, ver figura 4 de dicho trabajo). Sin embargo, debe notarse que dicha posición polar fue calculada a partir de los datos paleomagnéticos de sólo cinco de las diez unidades de la Formación Ñuñorco objeto del presente estudio. La información disponible no permite conocer el porqué las otras unidades magmáticas dieron direcciones de m.r.e. tan dispares con respecto de éstas. Una de las causas posibles es las complicaciones tectó-

nicas por lo general asociadas a Formaciones integradas sólo por rocas de origen ígneo, como lo es la Formación Ñuñorco. Ante esta posibilidad, preferimos no hacer ninguna especulación respecto al significado geodinámico de los datos paleomagnéticos de la Formación Ñuñorco.

### Horquillas y procesos orogénicos

La curva de desplazamiento polar aparente describe los movimientos horizontales de un bloque litosférico relativos al polo. Los cambios rápidos en la dirección de este movimiento están definidos por horquillas, ganchos o rulos (loops) en estas curvas de desplazamiento polar aparente. Irving y Park (1972), observaron que los cambios netos y rápidos en la dirección de movimientos de los bloques corticales están correlacionados con períodos de reorganización tectónica mayor (orogenia). Si bien los datos paleomagnéticos no son lo suficientemente numerosos para registrar todos los procesos geodinámicos que pudieron afectar al Gondwana en el Precámbrico tardío y el Paleozoico temprano, bastan para definir dos cambios netos en la dirección de su movimiento polar aparente. El mejor definido de estos es la horquilla cuyo codo está localizado en las proximidades del polo Af  $\in_1$  (tobas Amouslek; Africa; Cámbrico temprano) (fig. 5). Las edades de los PP próximos al codo de esta horquilla indican que el cambio en la dirección de movimiento ocurrió en tiempos próximos a la transición Precámbrico-Cámbrico.

El segundo de los cambios netos es la horquilla localizada en las proximidades de los polos ASPr  $\in_2$  (Formación La Tinta, 709  $\pm$  24 m.a.) y AfPr  $\in_6$  (Complejo Mbozi; Africa, 743  $\pm$  30 m.a.). Si bien los PP no permiten definir con precisión la edad de esta horquilla, son suficientes para registrar el neto cambio en la dirección de movimiento del Gondwana asociado a la misma.

Estas horquillas según la línea de pensamiento más arriba expuesta, deben correlacionarse con procesos telúricos que afectaron al Gondwana en el Precámbrico tardío. Los ciclos orogénicos que afectaron América del Sur en el Precámbrico fueron analizados por diferentes autores. Harrington (1975) sugiere la presencia de cuatro ciclos en el Precámbrico superior: Espinhaçiano (1800-1400 m.a.), Uruaçano (1300-900

m.a.), Brasiliano (900-700 m.a.) y Panamericano (700-570 m.a.). Autores brasileños, si bien en un comienzo distinguieron siete ciclos en el Precámbrico superior (Almeida, 1971, cuatro de los cuales coinciden con los aceptados por Harrington), en trabajos recientes sólo definen dos: Uruaçano (1400-900 m.a., Almeida *et al.*, 1973; 1400-1100 m.a., Cordani *et al.*, 1973) y Brasiliano (700-450 m.a., Almeida *et al.*, 1973; 620-540 m.a., Cordani *et al.*, 1973).

La primera de las ya mencionadas horquillas definida por los polos paleomagnéticos gondwánicos debió estar relacionada a los procesos telúricos asociados a la transición Precámbrica-Cámbrica, y correspondería a las fases póstumas del ciclo Panamericano de Harrington o del ciclo Brasiliano de los autores brasileños. La segunda de las horquillas ( $\sim 743-709$  m.a.) estaría correlacionada con la finalización del ciclo Brasiliano de Harrington o bien con el inicio del ciclo Brasiliano según su definición por Almeida *et al.* (1973).

#### El paleomagnetismo y las glaciaciones

El análisis de la figura 5 muestra que el Gondwana tuvo un movimiento sistemático, relativamente rápido, respecto al polo ( $\sim 1,2^\circ/\text{m.a.}$ ) en el lapso Precámbrico tardío-Ordovícico tardío. En este movimiento el Supercontinente pasó dos veces, con sentidos opuestos, por el polo (tramo  $\text{ASPr} \in_2 \rightarrow \text{Af} \in_1$  e  $\text{In} \in_2 \rightarrow \text{ASOu}_1$ ). Es decir, los datos paleomagnéticos muestra que el Gondwana ocupó posiciones muy diferentes con respecto a los polos de rotación terrestre, en el lapso Precámbrico tardío-Ordovícico tardío. Ello está, quizá, mejor objetivado en las figuras 6 a-e; en ellas se han representado las posiciones relativas a los polos que el Gondwana habría ocupado en el Precámbrico tardío (a,  $\sim 900$  m.a., polo de la red coincidente con el PP  $\text{ASPr} \in_1$ , Formación Bambui, y b,  $\sim 710$  m.a., polo red coincidente con  $\text{ASPr} \in_2$ , Formación La Tinta), Cámbrico (c, polo proyección coincidente con  $\text{AS} \in_1$  y  $\text{AS} \in_2$ , Formación Campanario), Ordovícico temprano (d, Llanvirniano, polo sur coincidente con  $\text{ASOl}_1$ , Formación Suri) y Ordovícico tardío (e,  $\sim 416$  m.a., polo red coincidente con  $\text{ASOu}_1$ , Formación Alcaparrosa). Ello sugiere que los datos paleomagnéticos pueden ser utilizados para valorar las manifestaciones glaciarias de edad precámbrica tar-

día y ordovícica (*sensu lato*) encontradas en el Gondwana; aún más, dichos datos pueden sugerir la cronología relativa de dichas glaciaciones.

La comparación de las figuras 6 a y b muestra las posiciones extremas que el Gondwana ocupó en su camino relativo al polo en el lapso que va desde, aproximadamente, los 900 m.a. ( $\text{ASPr} \in_1$ ) a los 700 m.a. ( $\text{ASPr} \in_2$ ) (fig. 5). Como se ve, en el inicio de dicho lapso buena parte del Gondwana estaba en el hemisferio norte (fig. 6 a), mientras que al fin del mismo el supercontinente estaba situado casi en su totalidad en el hemisferio sur (fig. 6 b). El análisis de esta última figura muestra que las manifestaciones de la glaciación Marinoan (M,  $\sim 700$  m.a.) son coherentes con la latitud de Australia en ese entonces (esta glaciación fue, aparentemente, algo posterior a la depositación de las sedimentitas de la Formación La Tinta); asimismo muestra la proximidad de las zonas de afloramiento de las sedimentitas precámbricas de la Formación La Tinta (América del Sur) y el Grupo Nama (Africa) las que, según ya fue comentado, varios autores consideran que se formaron en una cuenca marina común, de aguas poco profundas (*item 2*). En las figuras 5 y 6 b están indicadas las manifestaciones glaciarias asignadas al Precámbrico tardío halladas en el Africa y en la India; estas glaciaciones serían más jóvenes que la Marinoan y corresponderían al tiempo en que el Gondwana se desplazó hacia el sur en forma tal que su camino polar aparente cruzó el Africa desde el sureste al noroeste (sección  $\text{ASPr} \in_2$  a  $\text{AfPr} \in_8$  de la curva de desplazamiento polar aparente, fig. 5).

La posición del Gondwana en el Ordovícico temprano (Llanvirniano) es coherente con las manifestaciones glaciarias asignadas al Ordovícico presentes en el noreste del Africa y la península Arábiga (fig. 6 d). Los restos de glaciación ordovícica presentes en el noroeste del Africa se habrían formado más temprano, posiblemente al comienzo del Ordovícico, durante el lapso en que el Gondwana se desplazó hacia el norte, en forma tal que su camino polar aparente cruzó al Africa desde el noroeste al sudeste (tramo de camino polar aparente que atraviesa desde el noroeste al sudeste el Africa, inmediatamente antes de  $\text{ASOl}_1$ ). Es decir, si se tiene en cuenta que ha sido sugerida una edad ordovícica tardía para algunas de las manifestaciones glaciarias



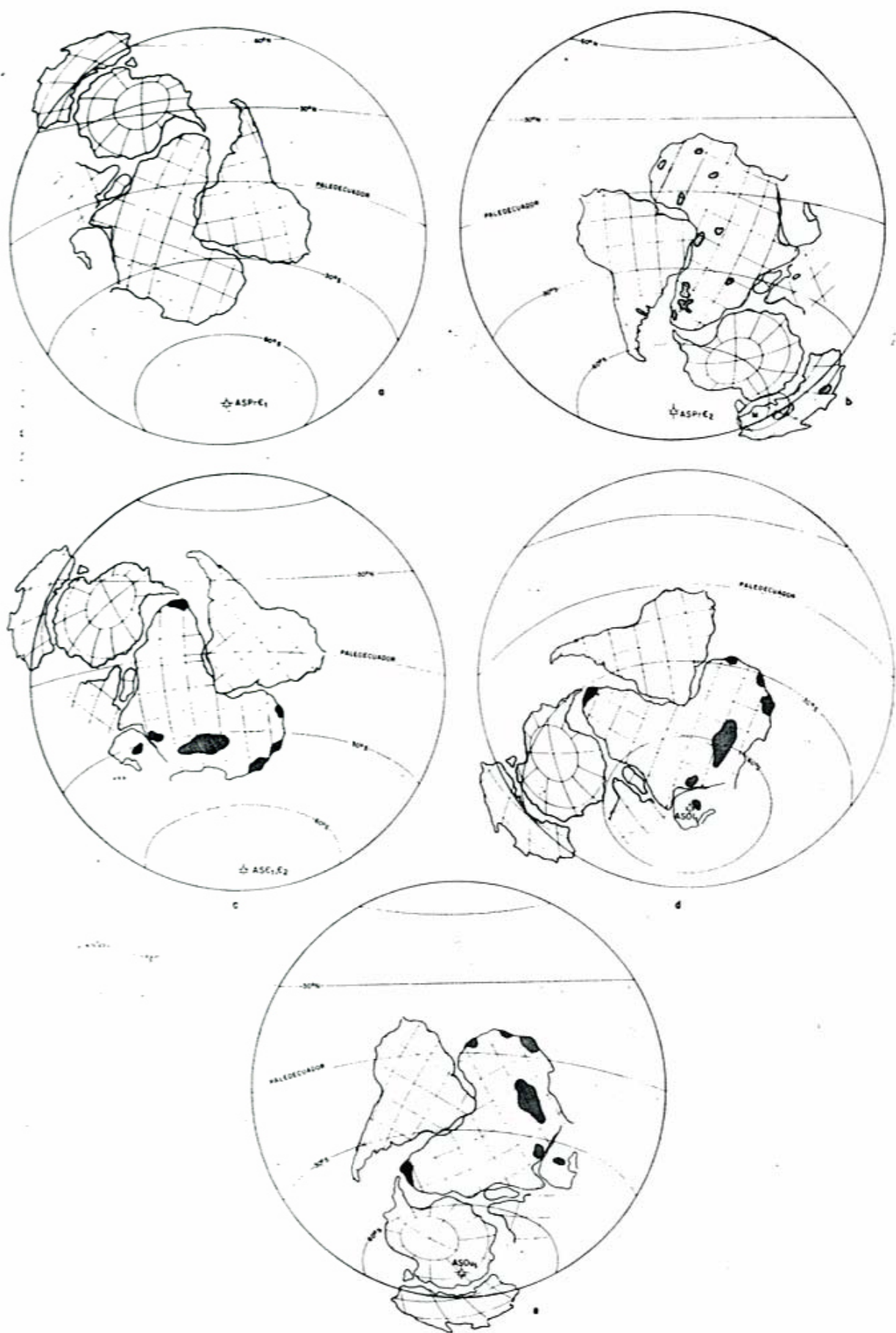


Fig. 6 — Posiciones del Gondwana relativas a los polos en el Precámbrico tardío (a, ~ 900 m.a., y b, ~ 710 m.a.), Cámbrico (c), Ordovícico temprano (d) y Ordovícico tardío (e). Latitudes centradas en las coordenadas de los polos paleomagnéticos de la Formación Bambuí (a), Formación La Tinta (b); Formación Campanario (c), Formación Suri (d) y Formación Alcaparrosa (e). En b han sido indicadas las áreas de afloramiento (■) de las sedimentitas asignadas al Precámbrico tardío de la Formación La Tinta (AS) y el Grupo Nama (Af). Otras referencias en el texto de la figura 5.

citadas, se concluye que los datos paleomagnéticos son consistentes, *sensus lato*, con la mayoría de las manifestaciones glaciarias halladas en África y la península Arábiga, pero sugieren para las mismas una edad ordovícica algo mayor.

Todo lo que antecede surge del análisis de los datos paleomagnéticos de rocas asignadas al Precámbrico tardío y el Ordovícico de los continentes gondwánicos. Nuevos datos (tanto paleomagnéticos, como nuevas apreciaciones respecto a la edad de las rocas ya estudiadas) pueden hacer variar estas interpretaciones, aunque se estima que estas variaciones no pueden ser muy significativas. En síntesis, las manifestaciones de episodios de glaciación precámbrica y ordovícica en distintas regiones del Gondwana son coherentes con las posiciones latitudinales

sugeridas para este supercontinente por los datos paleomagnéticos; ello indica que la ubicación en el tiempo y el espacio de estas manifestaciones está asociada a un rápido movimiento del Gondwana respecto del polo.

### Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo recibido del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y la Universidad de Buenos Aires, el que hizo posible la realización del presente trabajo. Asimismo agradecen las útiles discusiones sostenidas con los doctores J. C. M. Turner, A. Amos y H. G. Marchese, relativas a la geología de las distintas áreas. Desean expresar también su agradecimiento a Mercedes Benz Argentina por el apoyo logístico dado.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Almeida, F. F. M. de, 1971. *Geochronological division of the Precambrian of South America*. Rev. Bras. de Geociencias, I (1): 13-21.
- Almeida, F. M. M. de, G. Amaral, U. G. Cordani y K. Kawashita, 1973. *The Precambrian evolution of the South American cratonic margin south of the Amazona River*. The Ocean basin and margins. Ed. A. E. M. Nairn, 1: 411-446.
- Amos, A. J., B. J. Quartino y R. Zardini, 1972. *El "Grupo La Tinta" (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Paleozoico o Precámbrico?* Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, San Pablo: 211-221.
- Bonhomme, M. G. y C. A. Cingolani, 1978. *First isotopic dating of Upper Precambrian sediments in the Province of Buenos Aires, Argentina*. Short Papers on the Fourth International Conference; Geochronology, Cosmochronology, Isotope Geology, Colorado, USA, Geological Survey Open-File Report 78-101, :45.
- Cordani, U., J. Delhal, y D. Ledent, 1973. *Orogenèses superposées dans le Précambrien du Brésil Sud-Oriental*. Rev. Bras. de Geociencias, 3: 1-22.
- Dalla Salda, L., 1979. *Nama and La Tinta Groups- a common Southern Africa-Argentine basin?* 16th Annual Report Chamber of Mines, Precambrian Research Unit, Univ. of Cape Town, en prensa.
- Du Toit, A., 1927. *A geological comparison of South America with South Africa with paleontological contribution*. F. R. Cowper Reed, Wash. Pub. Carneg. Inst., 381.
- Harrington, H. J., 1975. *South America*. Enciclopedia of Earth Sciences, VIII. The Encyclopedia of regional geology. Editor R. W. Fairbridge. Reinhold Book Corpor., New York: 456-465.
- Harrington, H. J. y A. F. Leanza, 1957. *Ordovician Trilobites of Argentina*. University of Kansas, Department of Geology, Sp. Pub. 1.
- Irving, E. y J. K. Park, 1972. *Hairpins and Superintervals*. Canadian Journal of Earth Sciences, 9 (10): 1318-1324.
- Kirschvink, J. L., 1978. *The Precambrian-Cambrian boundary problem: palaeomagnetic directions from the Amadeus Basin, Central Australia*. Earth Planet. Sci. Lett., 40: 91-100.
- Khramov, A. N., D. M. Pechersky, E. A. Molostovsky y V. P. Rodionov, 1978. *Palaeomagnetic scale for the Mesozoic and Palaeozoic of the USSR*. Inter-Union Commission on Geodynamics; Workshop on Magnetostratigraphy and geodynamics, Leningrado, octubre de 1978. Scientific Report 56, en prensa.
- Linares, E., 1977. *Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Pub. Esp. Serie B, 4: 38.
- Linares, E. y D. A. Valencio, 1975. *Palaeomagnetism and K-Ar ages of some trachybasaltic dykes from Río Los Molinos, Province of Córdoba, República Argentina*. J. Geophys. Res., 80: 3315-3321.
- Maisonave, H. M., 1973. *Estratigrafía de los alrededores de Chaschuil, Depto. Tinogasta, Prov. de Catamarca*. V Congr. Geol. Arg., IV: 75-89.

- Marchese, H. G. y E. C. Di Paola, 1975. *Miogeosinclinal Tandil*. Asoc. Geol. Arg., XXX (2): 161-179.
- McElhinny, M. W. y B. J. J. Embleton, 1976. *Precambrian and Early Palaeozoic palaeomagnetism in Australia*. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A, 280: 417-431.
- Rapella, C. W., L. H. Dalla Salda y C. A. Cingolani, 1974. *Un intrusivo básico ordovícico en la Formación La Tinta (Sierra de los Barrientos, Provincia de Buenos Aires, Argentina)*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXIX (3): 319-331.
- Turner, J. C. M., 1967. *Descripción geológica de la Hoja 13 b, Chaschuil (Provincias de Catamarca y La Rioja)*. Inst. Nac. Geol. Min., Bol. 106: 78.
- Valencio, D. A., 1965. *Resultados preliminares del estudio paleomagnético del basalto de la Barda Negra (Provincia de Neuquén)*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XX (1): 7-28.
- Valencio, D. A., J. F. Vilas y J. E. Mendía, 1980 a. *Palaeomagnetism and K-Ar ages of Lower Ordovician and Upper Silurian-Lower Devonian rocks from north-west Argentina*. Geophys. J. R. astr. Soc., 62: 27-39.
- Valencio, D. A., A. M. Sinito y J. F. Vilas, 1980 b. *Palaeomagnetism of Upper Precambrian rocks of La Tinta Formation, Argentina*. Geophys. J. R. astr. Soc., 62: 563-575.
- Vilas, J. F. y D. A. Valencio, 1978. *Palaeomagnetism and K-Ar age of the Upper Ordovician Alcaparrosa Formation, Argentina*. Geophys. J. R. astr. Soc., 55: 143-154.
- Vilas, J. F., D. A. Valencio y D. M. Tetzlaff, 1978. *El Gondwana: su evolución desde el Precámbrico tardío*. VIII Congr. Geol. Arg., Neuquén, I: 749-761.
- Zalba, P. E., 1977. *Estudio geológico-mineralógico de los yacimientos de arcilla de la zona de Barker, Partido de Suárez, Provincia de Buenos Aires y su importancia económica*. Tesis, Universidad de La Plata, inédita.

Recibido: 9 setiembre, 1980.

D. A. VALENCIO

Depto. Ciencias Geológicas  
Ciudad Universitaria, Pabellón 2  
1428 Buenos Aires  
Con. Nac. de Investigaciones  
Científicas y Técnicas

J. F. VILAS

Depto. Ciencias Geológicas  
Ciudad Universitaria, Pabellón 2  
1428 Buenos Aires

A. M. SINITO

Con. Nac. de Investigaciones  
Científicas y Técnicas



## NOTAS BREVES

## EDADES K-AR DE ROCAS DEL AREA DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS QUINTO Y CONLARA, PROVINCIA DE SAN LUIS.

JORGE NESTOR SANTA CRUZ

Con motivo de trabajos geológicos realizados en el área de las cuencas de los ríos Quinto y Conlara se remitieron al INGEIS, para su datación absoluta, 6 muestras correspondientes al denominado "Basamento Cristalino", a basaltos y a Traquiandesitas-An-desitas.

**Muestra N° 1 (INGEIS N° 1417)**

*Edad sobre biotita:*  $500 \pm 15$  m.a.

*Datos analíticos:* K: 5,85 %,  $Ar_{RAD}^{40}$ :  $60,925 \times 10^{-10}$  mol/g  $Ar_{ATM}^{40}$ : 10,7 %.

Corresponde a un granito, aflorante en La Tora, al S-SW de La Toma constituyendo los últimos afloramientos orientales de la Sierra de San Luis.

**Muestra N° 2 (INGEIS N° 1418)**

*Edad sobre biotita:*  $490 \pm 15$  m.a.

*Datos analíticos:* K: 623 %,  $Ar_{RAD}^{40}$ :  $61,907 \times 10^{-10}$  mol/g,  $Ar_{ATM}^{40}$ : 9,6 %.

Corresponde a un esquistos micáceo que aflora en un bloque de basamento a la altura de Juan Jorba (ruta nacional N° 8) que está limitado por una falla occidental de dirección general NNE-SSW y que se extiende al Sur pasando en subsuelo por las cercanías de Pedernera, ruta Nacional N° 7 (Santa Cruz, 1977).

**Muestra N° 3**

*Edad sobre roca total:*  $80 \pm 5$  m.a.

*Datos analíticos:* K: 1,72 %,  $Ar_{RAD}^{40}$ :

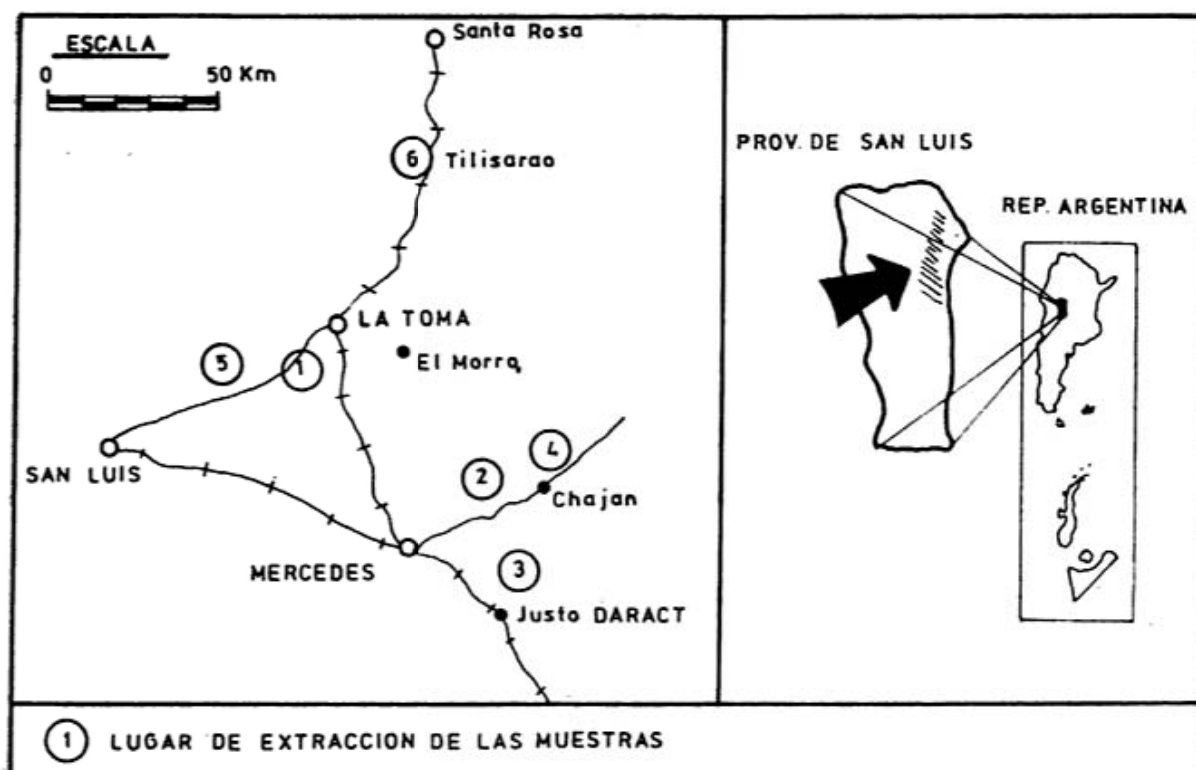


Figura 1

$2,762 \times 10^{-10}$  mol/g  $Ar_{ATM}^{40}$ : 8,6 %.

Corresponde a un basalto con olivina y piroxenos, que aflora en el Cerro Garrapata, al Norte de Justo Daract. Integra la faja de basaltos: Cerro La Leoncita (Chaján), Cerro La Pícara y Cerro Garrapata, que se extiende hacia el Sur en subsuelo, habiéndose ubicado en la localidad de Río Quinto a 120 metros bajo el nivel del terreno. Se puede considerar que se alinean a lo largo de una fractura de dirección general NE-SW (Santa Cruz, 1977).

Hasta ahora estos basaltos eran considerados de edad cuartaria (Pastore y González, 1954).

#### Muestra N° 4 (INGEIS N° 1413)

Edad sobre roca total:  $76 \pm 5$  m.a.

Datos analíticos: K: 1,25 %,  $Ar_{RAD}^{40}$ :  
 $1,710 \times 10^{-10}$  mol/g  $Ar_{ATM}^{40}$ : 24,4 %.

Se trata de un basalto del Cerro La Leoncita (Chaján), y perteneciente a la faja anteriormente descripta.

#### Muestra N° 5 (INGEIS N° 1431)

Edad sobre roca total:  $10 \pm 1$  m.a.

Datos analíticos: K: 2,04 %,  $Ar_{RAD}^{40}$ :  
 $0,359 \times 10^{-10}$  mol/g  $Ar_{ATM}^{40}$ : 52,5 %.

Corresponde a un rodado de andesita de la Formación Estancia La Petra (Santa

Cruz, 1978 b) en las cercanías del valle actual del río Quinto, a 12 km al NW de Paso de las Carretas. Evidentemente estos rodados provienen en última instancia de las áreas de afloramientos ubicados en la región de La Carolina, pertenecientes a la faja volcánica andesítica La Carolina-El Rosario-El Morro (Pastore y González, *op. cit.*). Si bien la datación de rodados presenta limitaciones dada la posibilidad de alteraciones del resultado final por meteorización del material, creemos conveniente dar a conocer este resultado ya que carecen de dataciones absolutas de estas vulcanitas, concordando la edad calculada con la generalmente asignada para las mismas. En efecto, Pastore y Ruiz Huidobro (1952) las ubican entre el Mioceno y Plioceno, y Sosic (1964) en el Plioceno.

#### Muestra N° 6 (INGEIS N° 1415)

Edad sobre roca total:  $3 \pm 0,5$  m.a.

Datos analíticos: K: 2,38,  $Ar_{RAD}^{40}$ :  
 $0,146 \times 10^{-10}$  mol/g,  $Ar_{ATM}^{40}$ : 44,0 %.

Se trata de un rodado de andesita de la Formación Río Conlara (Santa Cruz, 1978 b), entre San Pablo y Tilisarao. El mismo, al igual que la muestra anterior, tiene como áreas de origen a la faja andesítica La Carolina-El Rosario.

Las limitaciones ya mencionadas también rigen en este caso, y si bien la edad absoluta calculada es más moderna que en el caso anterior, creemos de interés su consideración provisoria.

#### Lista de trabajos citados en el texto

- Pastore, F., y O. Ruiz Huidobro, 1952. *Descripción geológica de la Hoja 24 g. Saladillo, Prov. de San Luis*. Dir. Nac. Min., Bol. 78, Buenos Aires.
- Pastore, F. y R. González, 1954. *Descripción geológica de la Hoja 23 g. San Francisco, Prov. de San Luis*. Dir. Nac. Min., Bol. 80, Buenos Aires.
- Santa Cruz, J., 1977. *Geología de la cuenca del río Quinto, Prov. de San Luis*. I.N.C.Y.T.H., Centro de Hidrología Aplicada. Informe inédito, Buenos Aires.
- 1978 (b). *Geología de las unidades Sedimentarias aflorantes en el área de las cuencas de los ríos Quinto y Conlara, Prov. de San Luis*. VII Cong. Geol. Arg., Actas I: 335-349.
- Sosic, M., 1964. *Descripción geológica de la Hoja 24 h, Sierra del Morro (San Luis-Córdoba)*. Dir. Nac. Geol. y Min., Bol. 95, Buenos Aires.

Recibido: 10 diciembre, 1979.

JORGE N. SANTA CRUZ

Inst. Nac. de Ciencia y Técnica Hídricas  
Centro de Hidrología Aplicada,  
C. C. N° 9,  
1802 Aeropuerto Ezeiza, Buenos Aires

## NUEVO COMPLEJO VOLCANICO VICUÑA PAMPA, DEPARTAMENTO BELEN, PROVINCIA DE CATAMARCA

EDUARDO A. ROSSELLO

### Introducción

Durante la realización de las tareas de campo, en los meses de enero y febrero de 1980, para la confección del trabajo de Tesis doctoral se reconocieron diversos afloramientos volcánicos, subvolcánicos y plutónicos. Estos en conjunto constituyen un nuevo Complejo Volcánico denominado Vicuña Pampa, del cual se exponen aquí algunos datos preliminares.

La comarca se ubica a aproximadamente 100 km al norte de la localidad de Belén, en el departamento homónimo de la provincia de Catamarca, entre los 3.500 y 4.500 m s.n.m. y cubre más de 400 kilómetros cuadrados.

Se considera de importancia comunicar su hallazgo por cuanto en el mismo se reconocen tanto los elementos extrusivos (lavas y piroclastitas) como intrusivos, además de los

numerosos cuerpos subvolcánicos (diques y filones capa) que llegan a constituir, en una misma unidad morfoestructural, un perfecto modelo geológico volcánico.

### Geología

El complejo considerado se ubica en torno a las nacientes del río Vicuña Pampa, del cual toma su nombre, en el mismo borde sobrelevado de la Puna, a tal punto que el flanco oriental del aparato volcánico se encuentra degradado por el frente de erosión que asciende el escalón puneño. Se determina de este modo, casi puntualmente, un límite otrora bastante elástico entre las provincias geológicas de Puna, por el noroeste y Sierras Pampeanas por el sudeste.

Se adelanta a continuación una breve reseña de las unidades presentes descriptas en tres grandes grupos:

#### 1. Basamento (Precámbrico-Eopaleozoico):

Aflora en el sector austral y comprende los siguientes tipos de rocas agrupados según la edad relativa entre ellos:

##### *Antiguo:*

- a) Magmatitas y Gneisses.
- b) Ectinitas: esquistos, pizarras, filitas y calizas; en bancos de actitud regional norte-sur y con fuertes plegamientos locales.

##### *Moderno:*

Granitos varios: de carácter intrusivo, ricos en minerales potásicos y venas cuarzosas.

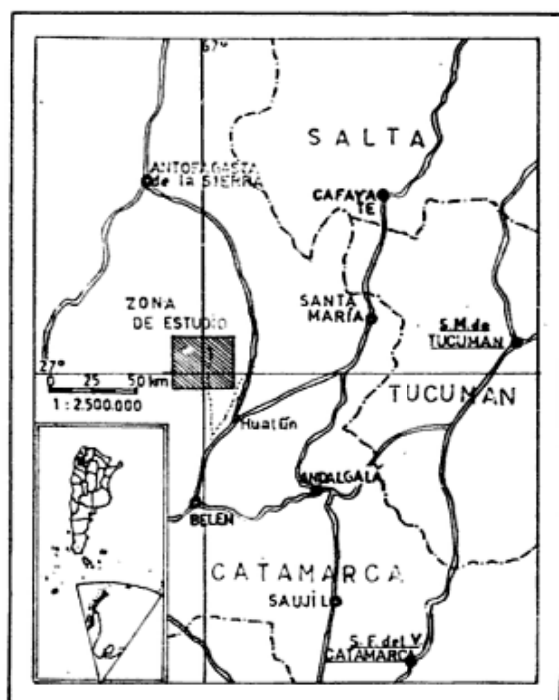


Figura 1

## 2. Complejo Volcánico Vicuña Pampa (Cenozoico):

Se diferencian las siguientes unidades:

**Núcleo:** Constituido por rocas de texturas granosas y porfíricas, y composición meso silícica, ubicadas en el centro de la caldera.

**Vulcanosedimentitas:** Tobas, aglomerados, brechas y algunos elementos lávicos.

**Diques:** Representados por cuerpos de variada actitud, geometría y composición que se localizan en la unidad anterior.

**Coladas:** Comprenden grandes cuerpos andesítico-basálticos que cubren en discordancia a los elementos anteriores.

## 3. Sedimentos Modernos (Cuartario):

Representados fundamentalmente por:

**Conglomerados consolidados:** De tipo polimíctico y cemento carbonático.

**Niveles aterrizados, Cenizas, Médanos, Aluvio y Coluvio:** Localizados preferentemente en la gran llanura central de la caldera.

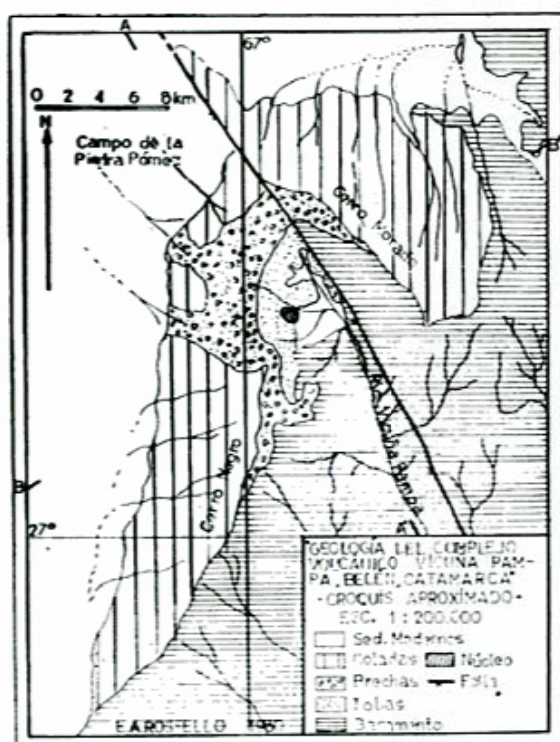


Figura 2

## El aparato volcánico

El Complejo Volcánico Vicuña Pampa comprende un aparato volcánico del tipo estratovolcán con una gran caldera de colapso central de 10 km de diámetro y de forma semicircular dada por su borde nord-oriental casi recto. La caldera se originó posiblemente por una rápida evacuación de la cámara magmática que le dio origen, como lo manifiestan los grandes espesores observados (del orden de cientos de metros) de tobas, aglomerados y brechas.

Actualmente, el aparato volcánico presenta su flanco sudoriental erosionado, gracias a lo cual asoman las rocas que le hacen de basamento.

Turner (1973) y Ruiz Huidobro (1975) al confeccionar sus Hojas Geológicas consideraron a algunos afloramientos nord-orientales, el primero y sud-occidental, el segundo, independientes entre sí en virtud de que los límites de sus trabajos se localizan próximos al centro del aparato volcánico. Luego del presente reconocimiento de esos afloramientos de rocas efusivas, en varias localidades, se concluyó que corresponden a una misma unidad morfoestructural. Esto último se confirma con el hallazgo de rocas intrusivas en el centro geográfico del complejo y por la marcada correspondencia topográfica que evidencia la base de las coladas.

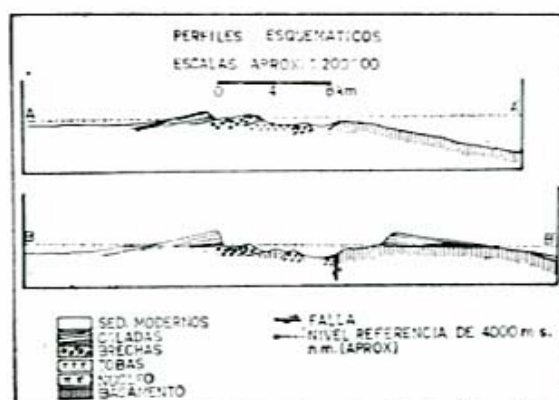


Figura 3

## Estructura

El Complejo Volcánico se apoya sobre una sucesión de bloques tectónicos limitados por fallas de tipo inverso y rumbo aproximado nor-noroeste. Estos bloques escalonados, con mayor altitud hacia el poniente, constituyen un resalto topográfico de



más de 2.000 m entre los valles adyacentes y la superficie puneña (visible con dirección norte desde la ruta nacional n° 40, a la altura de la localidad de El Eje).

Una fractura de rumbo noroeste afecta al aparato volcánico y es la responsable del límite nordeste recto de la caldera. Esta falla facilitó el colapso del mismo y provocó su basculamiento hacia el naciente.

Fracturas menores dislocan con pequeños rechazos a la mayor parte de los afloramientos.

### Agradecimientos

Se desea dejar constancia del agradecimiento al doctor H. H. García, director del trabajo de Tesis, por su constante ayuda a lo largo de todo el estudio y al Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires por facilitar el desarrollo de las tareas de gabinete.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Ruiz Huidobro, O. J., 1975. *Descripción geológica de la Hoja 12 c, Laguna Helada, Prov. de Catamarca*. Ser. Geol. Nac., Bol. 146, Buenos Aires.
- Turner, J. C. M., 1973. *Descripción geológica de la Hoja 11 d, Laguna Blanca, Prov. de Catamarca*. Serv. Geol. Nac., Bol. 142, Buenos Aires.

Recibido: 25 abril, 1980.

EDUARDO A. ROSSELLO

Fac. de Ciencias Exactas y Naturales,  
Dpto. de Ciencias Geológicas,  
Ciudad Universitaria, Pabellón 2,  
1428 Buenos Aires.

Asociación Geológica Argentina, Revista, XXXV (3): 438-439, 1980

ISSN 0004-4822

## SENONIANO MARINO EN EL FLANCO ORIENTAL DEL MACIZO NORDPATAGONICO

JOSE MARIA CORTES

El levantamiento geológico de la Hoja 42 h, Puerto Lobos, encomendado al autor por el Departamento Cartas Geológicas del Servicio Geológico Nacional, condujo al hallazgo de un nuevo afloramiento de sedimentitas marinas senonianas en la región patagónica septentrional.

La localidad se encuentra en el Departamento Biedma, extremo noreste de la provincia del Chubut, 28 km al oeste del empalme a Puerto Lobos (ruta nacional N° 3).

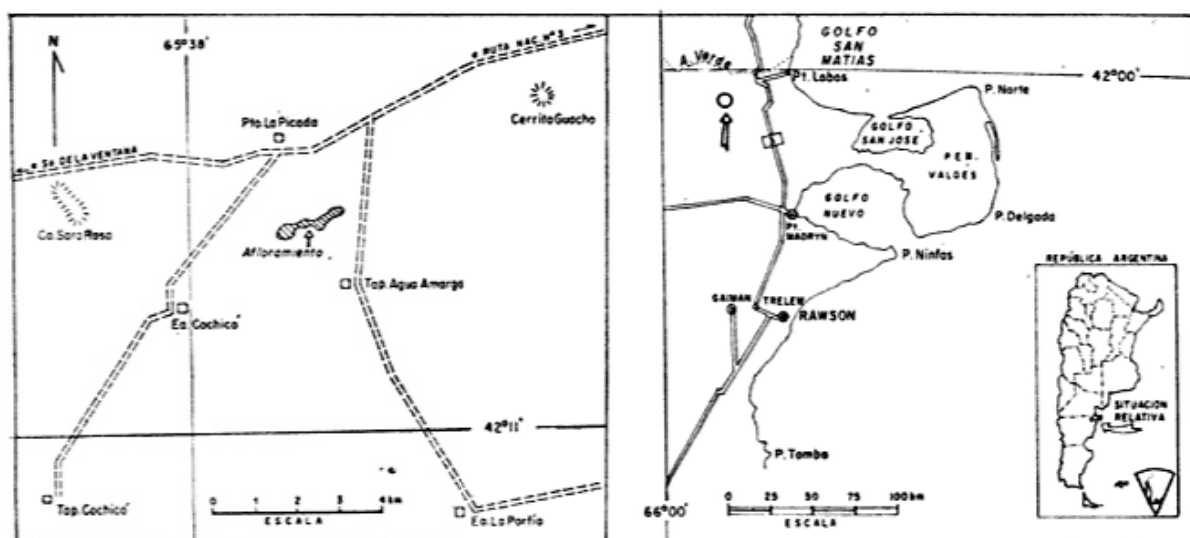
Las sedimentitas marinas afloran en las barrancas sur y este de una elevación mesetiforme que se encuentra 2 km al sureste del puesto La Picada (fig. 1).

La secuencia marina fue denominada por Cortés (1979) como Formación Puesto La Picada, compartiendo el criterio susten-

tado por Bertels (1969) de conservar el nombre de Formación Roca exclusivamente para las sedimentitas marinas danianas.

Esta unidad se asienta en concordancia sobre areniscas limosas rojo parduscas, continentales, de la Formación Puntudo Chico (Pesce, 1979), de edad senoniana y soportan sedimentos aluviales psefíticos y psamíticos de edad plio-pleistocena, que constituyen el primer nivel de agradación de la comarca.

El perfil de la misma se compone, desde la base, de un conglomerado pardo rosado de 0,15 m de espesor, formado por guija muy fina a gruesa (2 a 32 mm), subangulosa, de cuarzo, vulcanitas ácidas y tobas en una matriz areno-limosa pardo rojiza. Contiene fragmentos de conchillas calcáreas.



Por disminución de la fracción guijosa se pasa a una arenisca limosa fina, rojiza, algo conglomerádica, de 0,50 m de espesor. La secuencia culmina con 2 m de una coquina rosada, estratificada, con material arenoso y guijoso diseminado (menos del 5 %). Contiene fragmentos y conchas enteras bien conservadas, de un pelecípodo que fue determinado por Rossi y Levy (1977) como *Pterotrignia (Rinetrignia) windhausenii* (Wilckens).

Cabe agregar que el conglomerado de la base de la secuencia no se asienta sobre las areniscas limosas de la Formación Puntudo Chico mediante un contacto neto o superficie de discontinuidad; el pasaje de las

areniscas al conglomerado está dado por la aparición de la fracción gravosa en las areniscas, formando un nivel litológico definido.

El contenido de *Pterotrignia (Rinetrignia) windhausenii*, según Rossi y Levy (1977), confiere a las capas portadoras una edad cretácica superior. La Formación Puesto La Picada podría correlacionarse en edad, con aquellos depósitos marinos del piso Maestrichtiano aflorantes en las provincias del Río Negro y Chubut.

Esta nueva localidad, permitiría ampliar la reconstrucción paleogeográfica del mar maestrichtiano hacia el sureste, hasta abarcar parte del sector nororiental de la provincia del Chubut.

#### Lista de trabajos citados en el texto

- Bertels, A., 1969. *Estratigrafía del límite Cretácico-Terciario en Patagonia Septentrional*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXIV (1): 41-54, Buenos Aires.
- Cortés, J. M., 1979. *Descripción geológica de la Hoja 42 h, Puerto Lobos, prov. del Chubut*. Serv. Geol. Nac., inf. inéd., Buenos Aires.
- Pesce, A. H., 1979. *Estratigrafía del arroyo Perdido en su tramo medio e inferior, prov. del Chubut*. VII Congr. Geol. Arg., Actas, I: 315-333, Buenos Aires.
- Rossi de García, E. y R. Levy, 1977. *Informe paleontológico de la Hoja 42 h, Puerto Lobos*. Serv. Geol. Nac., inf. inéd., Buenos Aires.

Recibido: 20 abril, 1980.

JOSE MARIA CORTES

Servicio Geológico Nacional,  
Av. Santa Fe 1548 - 2º,  
1060 Buenos Aires.

## EVOLUCION COSTANERA EN EL AREA DEL DELTA DEL RIO COLORADO

NILDA E. WEILER

### Introducción

Esta nota es parte de un trabajo que abarca el estudio del delta del río Colorado y, tiene por objeto adelantar algunas conclusiones evolutivas del área considerada.



Figura 1

Se han realizado estudios de los procesos evolutivos que rigen el tramo costanero comprendido entre los meridianos de  $62^{\circ}00'$  y  $62^{\circ}15'$  y, los paralelos de  $39^{\circ}20'$  y  $39^{\circ}40'$ . El área abarcada tiene una superficie aproximada de  $500 \text{ km}^2$  (véase fig. 1).

Vinculado al área considerada han realizado trabajos de investigación los siguientes autores: Groeber (1947, 1949); Teruggi *et al.* (1959); Ewing *et al.* (1963); Kaaschieter (1965); Cappannini, Lores (1966); Weiler (1978, 1979).

### Geomorfología

En la comarca estudiada se han reconocido tres asociaciones morfogénicas principales (véase fig. 2).

a) *Morfogénesis fluvial*: Sobre el área en cuestión se observan numerosos cursos fluviales afuncionales, que aparentemente han tenido un régimen distributivo. Sólo algunos de estos cursos son esporádicamente funcionales en la actualidad, ya que drenan el agua de las precipitaciones. Por consiguiente esta área tiene gran cantidad de formas asociadas a procesos fluviales, como albardones y lagunas secas en forma de media luna, correspondientes a antiguos meandros abandonados.

La morfología fluvial se ve parcialmente enmascarada por los fenómenos que dan origen a formas eólicas, como es la presencia de médanos sobre algunos albardones. Asimismo por la acción de algunos fenómenos de remoción en masa que contribuyen a la colmatación de los paleocauces.

Tanto los paleocauces como el curso abandonado recientemente, denominado río Colorado Chico o Nuevo, presentan sus desembocaduras orientadas hacia el noreste. Esto indicaría que la dirección de la corriente de deriva costanera ha sido en los últimos tiempos hacia el norte, igual que en la actualidad. Como se señalara anteriormente, esto se aprecia en la desembocadura



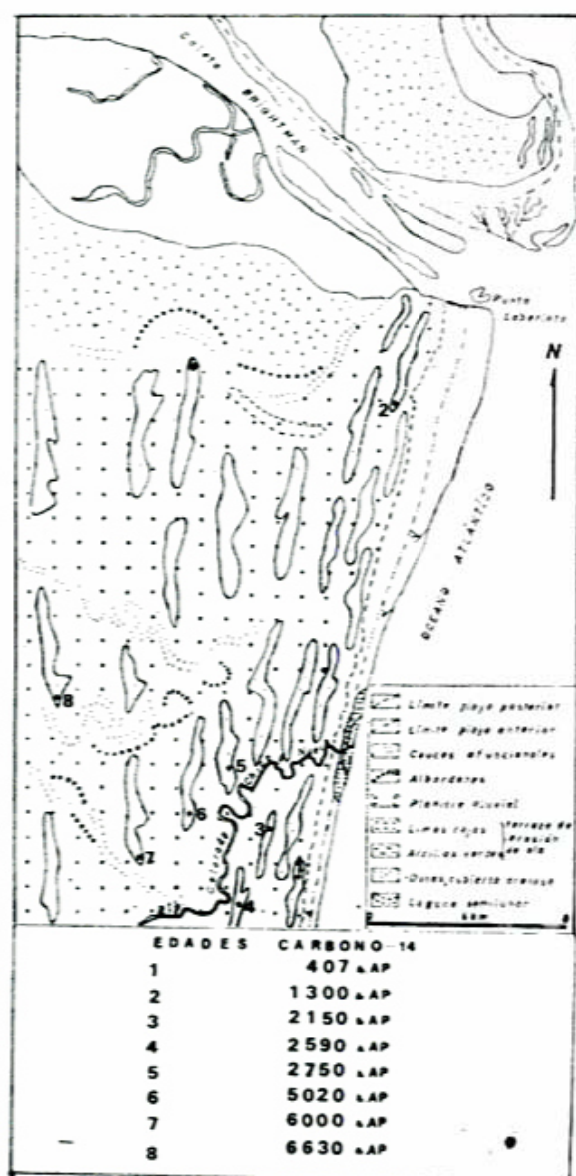


Figura 2

actual del río Colorado y en los canales de reflujos.

b) *Morfogénesis costanera*: Esta morfología actual queda evidenciada en el extremo oriental del área por la presencia de una amplia playa arenosa que se extiende de norte a sur y, se estrecha en esa misma dirección.

La playa está constituida por fracción psamítica fina, con un valor de la media (Mz) de 2,75 phi, alcanzando en Punta Laberinto un valor de 2,90 phi.

La franja costanera comprendida por la playa posterior ("backshore") y la playa anterior ("foreshore"), tiene una anchura aproximada de 400 m en el sector sur, en las cercanías de la desembocadura del río Colorado Chico o Nuevo, ensanchándose

hacia el norte, alcanzando en las proximidades de Punta Laberinto una anchura de 2 km.

En el sector de playa situado inmediatamente al sur de la desembocadura del río Colorado Chico o Nuevo, afloran limos de coloración rojiza, infrayacentes, se encuentran arcillas verde-grisáceas oscuras. Estos afloramientos se encuentran ubicados en la playa anterior ("foreshore"), y constituyen en este punto la terraza de erosión de olas, con algo de material en tránsito representado por rodados de material limo-arcilloso y arena.

En la caleta Brightman ubicada en el norte del área, la morfología costanera difiere de la del sector anteriormente descrito, ya que la dinámica marina es distinta. La playa aquí está constituida por material pelítico con una cubierta arenosa muy fina, lo que da lugar a la formación de cangrejales. En esta caleta se comprobó la existencia de una pequeña barranca, en la que afloran aparentemente los mismos limos de coloración rojiza y las arcillas verde-grisáceas oscuras, que en el tramo costanero anteriormente descrito.

c) *Morfogénesis eólica*: Estas formas están representadas por médanos, los que se superponen al paisaje fluvial. Los médanos de mayor desarrollo no sobrepasan los 10 a 15 m de altura y, no tienen una orientación definida. Asimismo, se observa la presencia de otros médanos alineados en forma de cordones, que son aproximadamente paralelos a la línea de cordones, que son aproximadamente paralelos a la línea de costa actual. Estos cordones medianos alineados, están asociados a antiguas líneas de costa y, presentan en su base restos de gastrópodos y bivalvos los cuales denotan un típico ambiente marino costanero.

### Geocronología

De las antiguas líneas de costas, las cuales como se señaló anteriormente, se encuentran asociadas a cordones medianos, se extrajo material biógeno (conchilla). El mismo fue datado por medio del método de carbono-14, en los laboratorios del Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS), sito en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA).

Las edades radiocarbónicas obtenidas de oeste a este son:  $6.630 \pm 120$  a.A.P.,



6.000  $\pm$  150 a.A.P., 5.020  $\pm$  100 a.A.P.,  
 2.750  $\pm$  110 a.A.P., 2.590  $\pm$  110 a.A.P.,  
 2.156  $\pm$  115 a.A.P., 1.300  $\pm$  90 a.A.P. y  
 407  $\pm$  100 a.A.P.

### Conclusiones

- 1) Se considera que las edades radiocarbónicas obtenidas son aceptables, ya que aumentan en edad tierra adentro sin excepción.
- 2) Dado que el cordón más moderno datado tiene una edad de 407  $\pm$  100 a.A.P. y que el material biógeno se encuentra cubierto por un médano

de 5 m aproximadamente, fijado por vegetación, hace que el defasaje temporal sea menor de 400 años. Esto nos permite inferir un pequeño defasaje temporal que, no invalida futuras relaciones geológicas.

La metodología de extracción del material biógeno se encuentra explicitada en Albero *et al.* (1980).

- 3) De acuerdo a lo expuesto en los puntos anteriores, puede afirmarse que el delta del río Colorado, ha sufrido una progradación de aproximadamente 6,5 km, a la altura de la desembocadura del río Colorado Chico o Nuevo, en los últimos 6.630  $\pm$  120 a.A.P.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Alberó, M. C., F. E. Angiolini, J. L. Balbuena, J. O. Codignotto, E. Linares y N. E. Weiler, 1980. *Primeras edades Carbono-14 de afloramientos de conchillas de la República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev. (en prensa).
- Cappannini, D. y R. Lores, 1966. *Los suelos del valle inferior del río Colorado*. INTA. Colección suelos, Nº 1, Buenos Aires.
- Ewing, M., W. J. Ludwig y J. Ewing, 1963. *Geological investigation in the submerged Argentine coastal plain*. Geol. Soc. Amer., Bull., 74: 275-292.
- Groeber, P., 1947. *Resumen preliminar de las observaciones realizadas en el viaje a la región sur de Bahía Blanca*. Notas Mus. La Plata. XIV, Geol. (57), La Plata.
- Groeber, P., 1949. *Glacial, tardío y post-glacial en Patagonia*. Rev. del Museo Municipal de Ciencias Naturales y Tradicional de Mar del Plata. V. 1, Mar del Plata.
- Kaaschieter, J. P. H., 1965. *Geología de la cuenca del Colorado*. Actas de las II<sup>o</sup> Jor. Geol. Argentinas. III: 251-271, Tucumán.
- Teruggi, M. E., M. C. Etchichury y J. Remiro, 1959. *Las arenas de la costa de Buenos Aires, entre Bahía Blanca y Río Negro*. LEMIT, serie II, Nº 81, La Plata.
- Weiler, N. E., 1978. *Relevamiento geomorfológico y sedimentológico de la Hoja Faro 'El Rincón'*. VII Cong. Geol. Argentino, Actas II: 55-67, Buenos Aires.
- Weiler, N. E., 1979. *Evolución costanera en el área del delta del río Colorado*. Comité Arg. de Geol. y Dinam. Costanera (inédito).

Recibido: 25 junio, 1980.

NILDA E. WEILER

Com. Invest. Cient. de la Prov. de Buenos Aires  
 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
 Ciudad Universitaria - Pabellón 2  
 1428 Buenos Aires.

## ESTRUCTURAS RAPAKIWI DE LA "FAJA ERUPTIVA DE LA PUNA"

JOSE G. VIRAMONTE y RICARDO H. OMARINI

El objeto de esta comunicación es dar a conocer la presencia de estructuras rapakiwi en distintos sectores de la "Faja Eruptiva de la Puna Oriental" (Méndez *et al.*, 1973).

Las muestras fueron extraídas de los afloramientos situados en el borde este del cerro Capillas, al suroeste de la localidad de Sey y al suroeste de San Antonio de los Cobres próximo a al mina Acazoque. En todos los afloramientos cercanos a los contactos con la roca de caja.

Las muestras estudiadas poseen los caracteres megascópicos que definen a las rocas de la Faja Eruptiva, es decir la presencia de cuarzo con ligero tinte azulado y de fenocristales de feldespato potásico; productos de los procesos Tectónicos y Metasomáticos respectivamente cuya presencia y generalización geográfica caracteriza como tal a este complejo litológico.

El proceso metasomático generador de los fenocristales de feldespato potásico se caracteriza por afectar tanto a los afloramientos de Faja Eruptiva como así también a

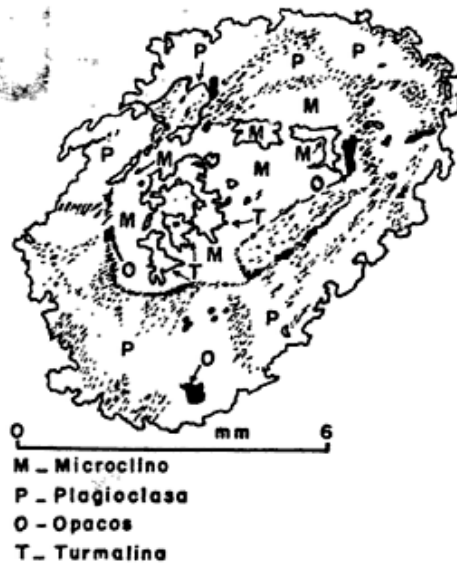
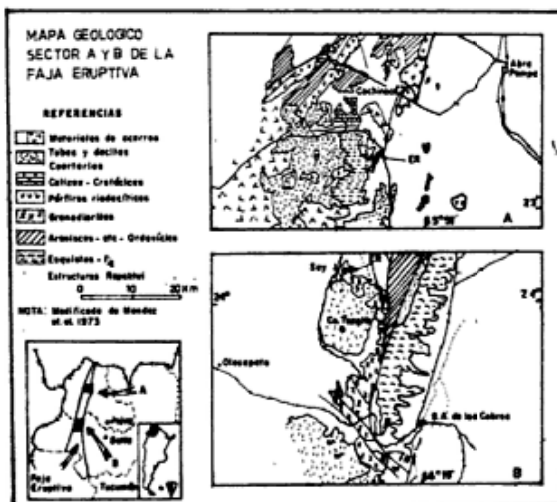


Diagrama de la sección delgada C. Observar concentraciones de niveles máficos en el núcleo.

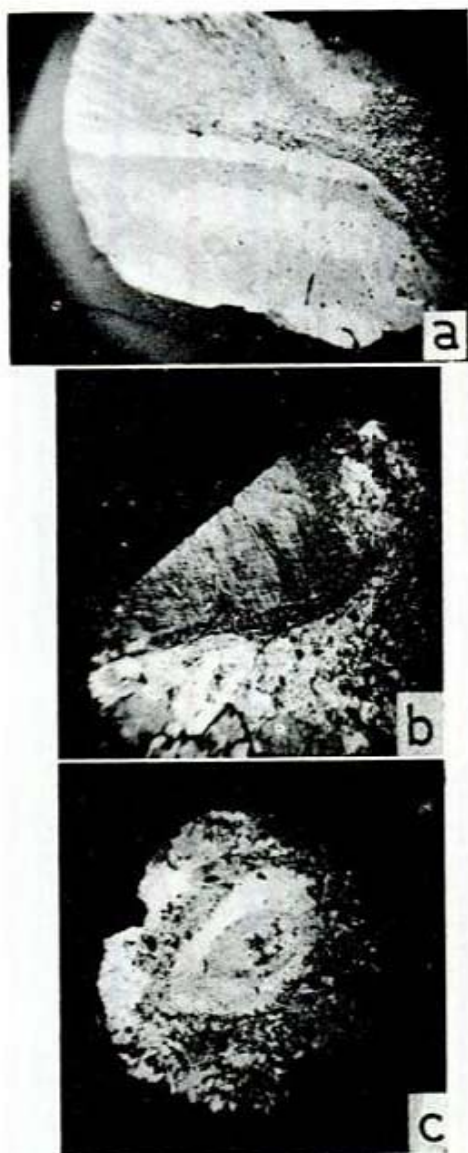
los numerosos enclaves metamórficos englobados en ella.

Entre un 10 y un 15 % de los fenocristales presentan texturas rapakiwi. La tendencia al idiomorfismo de los fenocristales, desarrollados en una mesostásis con intensa deformación avala el criterio de considerar a este proceso cronológicamente como post-tectónico (Omarini *et al.*, 1979).

Los feldespatos investigados oscilan entre 4 mm y 7 cm inmersos en una matriz que varía de holocristalina a microcristalina, subhedrales de color rosado pálido y en la mayoría de los casos con tendencia a extenderse paralelos a 010 dando un hábito tubular (fig. 1 c). Con frecuencia rodeados de un anillo de plagioclasa intercrecida con cuarzo. Figura 1 a, b. Los accesorios, biotita, turmalina y opacos se presentan incluidos en los feldespatos, en el núcleo, (fig. 1 c), o bien siguiendo el contorno cristalográfico,



Mapa de ubicación.



por lo general a micras del anillo de plagioclasa. Las inclusiones vermiculares de cuarzo generadas por el mecanismo de reemplazamiento del feldespato original se localizan en el límite de separación entre el núcleo de microclino y el anillo de plagioclasa. Figura 1 b. La finalidad perseguida por los autores es destacar la presencia de estructuras rapakiwi y la estrecha relación con las rocas portadoras, lo que torna a estas estructuras como valiosos elementos de juicio en la interpretación genética de la Faja Eruptiva. Asimismo señalamos la existencia limitada de fenómenos de turmalinización que afectan a los feldespatos, sobre todo en los afloramientos situados al noreste de la localidad de Sey.

Fig. 1. — Diagrama de la sección delgada c. Observar concentraciones de minerales máficos en el núcleo. a. — Observar anillo de plagioclasa, núcleo de feldespato potásico, parcialmente reemplazado por plagioclasa. La escala es de 4 mm. b. — Núcleo de feldespato potásico pertítico con anillo de plagioclasa. Observar cuarzo vermicular en el borde superior. La escala es de 3 mm. c. — Cristal zonado ídem. diagrama. La escala es de 6 mm.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Méndez, V., A. Navarini, D. Plaza y V. Viera, 1973. *Faja Eruptiva de la Puna Oriental*. Acta Quinto Congr. Geol. Arg., IV: 89-100, Buenos Aires.
- Omarini, R. H., U. G. Cordani, J. G. Viramonte, J. A. Salfity y K. Kawashita, 1979. *Estudio Isotópico Rb-Sr de la Faja Eruptiva de la Puna a los 22° 35' l.s. Argentina*. II Congr. Geol. Chileno. III: 257-259.

Recibido: 6 junio, 1980.

JOSE G. VIRAMONTE  
Empresa Obras y Servicios S. A., Salta.

RICARDO H. OMARINI  
Unsa Dpto. Ciencias Naturales  
Complejo Universitario San Martín  
Ruta 9, 4400 Salta

## COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

HOLMES, Arthur y Doris L. HOLMES.  
Geología Física, Tercera Edición, 1980.  
31 capítulos, 812 páginas, 30 cuadros.  
Editor: Omega S. A., Barcelona, España.

La edición original de este libro fue publicada, en inglés, con el título *Principles of Physical Geology*, por la Editorial Thomas Nelson and Sons Ltd., Middlesex, Inglaterra. La versión castellana aquí comentada, fue traducida por la Doctora en Ciencias Geológicas, Montserrat Domingo de Miró.

Las ediciones anteriores de este libro (1944 y 1964) son bien conocidas por los estudiosos de las Ciencias de la Tierra. Durante años han constituido uno de los textos clásicos al que han recurrido los estudiosos deseosos de introducirse en la geología física. Ello exime a este comentarista de una presentación en extenso.

En esta edición, básicamente, los autores presentan nuevas versiones de los capítulos en los cuales se tratan la aplicación de los estudios paleomagnéticos a las Teorías de la Deriva Continental y la Tectónica de Placas, y los sistemas orogénicos. Asimismo, se han remozado las secciones que tratan sobre granitización y migmatitas. En cuanto a los temas de los dos capítulos mencionados en primer término, el avance en el conocimiento es tan vertiginoso que es arduo presentar en un libro una versión totalmente actualizada de los mismos.

La traducción de los términos científicos es adecuada en la mayoría de los casos, aunque en ciertos capítulos se deslizan traducciones literales no muy felices.

DANIEL A. VALENCIO

Buenos Aires, 28 de abril de 1980.

BERNER, R. A. 1980. *Early Diagenesis-Atheoretical approach*, en Princeton Series in Geochemistry, 241 páginas, Princeton University Press, Princeton, N. J. 08540 (enc. 31,50 U\$S; rú. 12,00 U\$S).

El presente manual corresponde a una actualización parcial del ya clásico *Principles of Chemical Sedimentology* publicado por el mismo autor en 1971, el que dado el avance de los conocimientos geoquímicos en la última década había quedado parcial-

mente desactualizado. Este nuevo manual se concentra en los problemas geoquímicos relacionados a la teoría de la diagénesis, con un dominio y profundidad en el manejo de las ciencias básicas que lo convierte en una indispensable obra de consulta.

El libro está organizado en dos partes, una teórica y otra netamente aplicada. En la primera parte se discuten dentro de la teoría general de la diagénesis, los procesos físicos, biológicos y con especial énfasis los procesos geoquímicos. Los procesos de compactación, velocidad de deposición y los factores que afectan a la porosidad son analizados al igual que la bioturbación con una adecuada base matemática. Los procesos químicos se analizan sobre la base del equilibrio necesario entre la solubilidad, adsorción e intercambio iónico, que permite formular las diferentes ecuaciones diagenéticas, incluyendo la desintegración de los elementos radiactivos y las reacciones metabólicas de los microbios. Los procesos de precipitación, disolución y autigénesis, son también analizados desde el punto de vista geoquímico.

La segunda parte aplicada es encarada con una sistemática moderna en la caracterización de los diferentes ambientes de sedimentación. Se analizan los procesos diagenéticos en los sedimentos marinos de distintos márgenes continentales, así como los pelágicos y los netamente continentales. Los procesos diagenéticos de la zona de bioturbación y los actuantes por debajo de la misma son discutidos desde el punto de vista geoquímico, tanto como el de los fondos oceánicos, no descuidando las reacciones producidas por la actividad volcánica en el agua de mar. Dentro del ambiente continental se analizan sistemáticamente los procesos diagenéticos en sedimentos de agua dulce, salobre e hipersalinos.

Este manual presenta una importante lista bibliográfica, que permite al investigador completar el análisis de los temas desarrollados.

Este novedoso e importante aporte a la geoquímica de los procesos diagenéticos será sin lugar a dudas de gran utilidad para los estudiosos de estos temas, además de libro de consulta para estudiantes y geólogos.

V. A. R.



VERSTAPPEN, H. Th., 1977. *Remote Sensing in Geomorphology*. Elsevier Scientific Publishing Co., 214 páginas, figuras, láminas, Amsterdam.

Este libro trata sobre las aplicaciones de los sensores remotos en la investigación geomorfológica. En los capítulos 1 y 2 se efectúa una revisión del desarrollo de los relevamientos aéreos desde sus comienzos, y se destaca en particular, la interpretación geomorfológica de las imágenes y el estado actual de la tecnología aeroespacial. El capítulo 3, está dedicado a los principios de interpretación y reconocimiento de las geformas, los que a juicio del autor son tres: "Criterio de forma o relieve", "Criterio de densidad" y "Criterio de localización". Los dos primeros y más importantes criterios de interpretación, se desarrollan en los capítulos 4 y 5 del libro. El análisis de los aspectos genéticos y ambientales que complementan la interpretación geomorfológica se efectúa en los capítulos 6 y 7. En el capítulo 8 se brindan tres ejemplos de interpretación geomorfológica de las imágenes que corresponden a Surinam (América del Sur), Polari Plain (Pakistán) y de las superficies de la Luna, Marte y Mercurio. El último capítulo está destinado al estudio de los métodos de integración de imágenes aeroespaciales en el relevamiento geomorfológico y a la organización, costo y producción de tales relevamientos.

El autor, que se ha desempeñado al frente del ITC en Enschede, Holanda, es un profundo conocedor del tema y ha ilustrado su obra con numerosas fotografías, estereopares y figuras, completando cada capítulo con una abundante bibliografía sobre el tema tratado. En resumen: una muy importante contribución cuya consulta se recomienda no sólo a geomorfólogos, sino también a edafólogos, geólogos, hidrólogos y geógrafos.

CELESTINO MIGUEL ESTEBAN

*Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, vol. I (1979): 1-869 págs. y vol. II (1980): 870-1717 págs. (Impreso en Talleres Gráficos de la Universidad Nacional de Córdoba.

Con la publicación del segundo volumen de los resultados del Segundo Simposio de Geología Regional Argentina realizado en

Córdoba los días 8 al 11 de setiembre de 1976, se completa el aporte de una obra fundamental para el conocimiento integral de nuestro territorio. El esfuerzo editorial de la Academia Nacional de Ciencias, se vio respaldado por la empeñosa dedicación del coordinador del simposio, el hoy fallecido doctor Juan C. M. Turner, a quien se debe de manera fundamental la jerarquía científica que distingue a la presente edición.

Las sustanciales modificaciones en el tratamiento y los resultados en varias de las provincias geológicas descritas, indican el dinámico avance de los estudios geológicos en nuestro país en los siete años transcurridos desde la realización del primer simposio. Ello demostró la imperiosa necesidad de una actualización como la presente, tal cual lo habían vislumbrado sus organizadores.

La obra muestra una madurez conceptual en la selección de las diferentes provincias geológicas o unidades morfoestructurales descritas, con la inclusión de nuevos capítulos en relación al primer simposio. Entre ellos merece destacarse el referente a *Mesopotamia*, dada la importancia que reviste esta región del país en los estudios de geología aplicada a la construcción de grandes represas, así como el tratamiento conjunto de la *Llanuca Chacopampeana*. A su vez la inclusión del *Nesocratón del Deseado*, como unidad independiente y la incorporación de un análisis como el de la *Plataforma Continental Argentina*, han permitido dar la atención necesaria a tópicos cuya trascendencia está demostrada por la intensa actividad geológica presente en esas áreas.

El tratamiento de los diversos temas se vio enriquecido por el aporte e incorporación de una nueva generación de geólogos que, junto a los de reconocida experiencia, posibilitaron los resultados obtenidos. En el desarrollo de los diferentes capítulos se observa una coordinación más efectiva en la terminología utilizada, así como una preocupación en la correcta delimitación de las diferentes unidades. La decisión de incorporar a cada capítulo una selecta bibliografía, en lugar de una única lista general, facilita en forma conjunta con los índices de Formaciones y Localidades fosilíferas el estudio de los diferentes temas.

Por último la incorporación de un capítulo de *Aguas Subterráneas* con un original enfoque, así como el de *Ciclos Metalogénicos*, muestran la relación necesaria que

deben guardar siempre la ciencia básica con sus aspectos aplicados.

No caben dudas que esta obra se convertirá, como lo ha hecho la del anterior simposio, en un texto de consulta permanente no sólo para los estudiosos de nuestra geología, sino también para las jóvenes generaciones de alumnos en ciencias geológicas y otras disciplinas asociadas.

Esperamos que esta iniciativa de realizar este Segundo Simposio de Geología Regional, sea continuada a intervalos adecuados por nuevos simposios, que mantengan latente el rol protagónico de la Academia Nacional de Ciencias en el progreso de las investigaciones geológicas del país.

VÍCTOR A. RAMOS

HEDBERG, H. D. (ed.), 1980. *Guía Estratigráfica Internacional. Guía para la clasificación, terminología y procedimientos estratigráficos*. Por la Subcomisión Internacional de Clasificación Estratigráfica de la Comisión de Estratigrafía de la IUGS (UICG). 205 págs. Editorial Reverté, España.

A cuatro años de publicada la *International Stratigraphic Guide. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure*, se dio a conocer en España su traducción castellana. En su momento Rolleri y Riccardi (1977, AGA, Rev., XXXII, n° 2), comentaron la versión original en Inglés; sin embargo la nueva edición en castellano constituye una excelente oportunidad para ocuparnos de esta obra que sin duda ha de ser valorada por los estratígrafos argentinos.

La Guía Estratigráfica Internacional fue preparada por la Subcomisión Internacional de Clasificación Estratigráfica (SICE) organismo originalmente vinculado con los Congresos Geológicos Internacionales, y a partir de 1965 integrante de la Comisión de Estratigrafía de la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (UICG = IUGS), con el ánimo de reorganizar y consolidar en forma coherente y complexiva los criterios, ideas y opiniones de las numerosas circulares e informes preliminares previamente publicados por la Subcomisión desde su creación en 1954. Es un intento de eliminar repeticiones innecesarias, aclarar confusiones, ilustrar conceptos mediante gráficos e ilustraciones y en general de buscar un idioma estratigráfico común que sea útil a

los geólogos de todo el mundo, y en especial para aquellos cuyas necesidades o proyectos son de alcance mundial, o que se extienden más allá de las fronteras de un sólo país.

La Subcomisión Internacional de Clasificación Estratigráfica está constituida por 125 miembros (durante 1974), agrupados en tres clases: a) individuales: 51 miembros de 27 países; b) individuales ex officio: 35 miembros de 17 países. Incluye al presidente de la Comisión de Estratigrafía de la UICG y a los presidentes o secretarios de cada una de las subcomisiones, comités regionales y grupos de trabajo de dicha Comisión y c) miembros de Organización, 39 miembros pertenecientes a los comités o comisiones estratigráficas, sociedades geológicas y Servicios Geológicos de 33 países y cuatro organismos regionales de varias naciones.

La participación en la Subcomisión de estas tres clases de miembros asegura que los puntos de vista de la mayoría de los estratígrafos del mundo estén adecuadamente representados. Por otra parte, en circunstancias específicas, la Subcomisión ha consultado con especialistas no vinculados con la misma.

Esta Guía es un conjunto de recomendaciones en materia de clasificación, terminología y procedimientos estratigráficos. No constituye un código o reglamento, ni pretende que sus recomendaciones sean obligatorias. Por el contrario, sus autores son de la opinión que en esta materia no se debe legislar, sino que el progreso real y duradero ha de llegar cuando la mayoría de los geólogos acepte voluntariamente la validez y conveniencia de determinados métodos y principios.

El criterio ha sido amplio y flexible, en el caso de disparidades entre dos puntos de vista estratigráficos han optado en general por el menos restrictivo, aquel que hace posible el mayor grado de libertad. En esta edición española se han tratado con cuidado los términos ingleses sin traducción al castellano. Han utilizado la expresión española que más se acerque al significado del término original, evitando así en lo posible la creación de nuevos términos.

Consta de 8 capítulos, el primero de los cuales define los orígenes y objetivos de la guía. El segundo trata sobre los principios de clasificación estratigráfica. El capítulo 3, sobre definición y procedimiento sigue a la definición y descripción de las unidades estratigráficas; menciona los requisitos espe-

ciales para describir y establecer unidades del subsuelo. Se completa el capítulo con ilustrativas recomendaciones en cuanto a publicación, prioridad, sinónimos, revisiones, cambios de rango y subdivisiones, nombres abandonados, duplicaciones, relación entre nombres y límites políticos, raíces lingüísticas y procedimientos editoriales recomendados.

El capítulo 4, define los estratotipos, señala sus distintos tipos y condiciones, y el papel de los mismos en la definición de las unidades estratigráficas. Los capítulos 5, 6 y 7 se refieren con detalle a las unidades Litoestratigráficas, Cronoestratigráficas y Bioestratigráficas, sus definiciones, tipos, procedimientos para establecerlas, extenderlas, su denominación y su revisión. El último capítulo está dedicado a la relación entre las unidades lito, bio y cronoestratigráficas y otras clases de unidades.

La obra se complementa con una lista de miembros de la Subcomisión de Estratigrafía, una lista de informes previos publicados por la misma, con referencias a las bibliotecas depositarias, bibliografía sobre códigos estratigráficos nacionales y regionales y una excelente compilación bibliográfica sobre clasificación y terminología estratigráfica.

La aparición de la Guía Estratigráfica Internacional en este momento de la geología argentina, caracterizada por múltiples intentos de sintetizar el conocimiento estratigráfico, y en general geológico, satisface una importante necesidad, ya que a través del estudio y la discusión de obras como ésta, se ha de lograr el entendimiento mínimo para aunar esfuerzos en la solución de los problemas estratigráficos reales y evitar así inútiles polémicas y controversias.

ROBERTO F. N. PAGE

## QUINTO CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA

17 al 22 de Octubre de 1982

Organizado por el Servicio Geológico Nacional

Informes: S.G.N. Avda. Santa Fe 1548, 12 piso  
1060 Buenos Aires, Argentina

## CRONICA DE LA ASOCIACION

## 35° Aniversario

Con la presencia de altas autoridades del medio geológico y la concurrencia de casi doscientas cincuenta personas se realizó el 27 de junio de 1980, la cena de camaradería de la Asociación Geológica Argentina. Durante la reunión se rindió homenaje a los Miembros Honorarios recientemente designados y se hizo entrega de los premios Storni 1976 y 1978. Estos correspondieron a los doctores Carlos Rapela y Jorge Rabassa respectivamente, quienes recibieron sendas medallas de oro de manos del presidente de la Asociación.

El ingeniero Victorio Angelelli, socio fundador, y el doctor Horacio H. Camacho, miembros honorarios de la A.G.A., entregaron los diplomas a los homenajeados o a quienes los representaron. Se hallaban presentes la doctora Pierina Pasotti y los doctores Emiliano Aparicio, Enrique de Alba, Raúl N. Dessanti, Edgardo Rolleri, Mario Teruggi y Marcelo Yrigoyen. En nombre de los doctores Carlos Gordillo, Alberto Mingramm, Bernabé J. Quartino y Pedro Stipanovic, los recibieron la doctora Milka K. de Brodtkorb y los doctores José Digregorio, Horacio H. Camacho y Marcelo Yrigoyen, respectivamente.

El presidente de la Asociación Geológica Argentina doctor Víctor A. Ramos hizo uso de la palabra, expresando:

“Deseo expresarles el reconocimiento de la Asociación Geológica Argentina por vuestra masiva concurrencia a esta celebración para festejar en forma mancomunada, el 35° aniversario de su fundación. El momento hoy más que nunca, es oportuno para recordar y homenajear a ese grupo de jóvenes que, en 1945, guiados por ese precursor que fuera el doctor Storni, fundara nuestra Asociación. En aquel entonces, en instancias en que nuestra actividad era casi desconocida, fue mucho el coraje y el entusiasmo necesario para lanzarse a tarea semejante. Emplearon, sin pedir nada a cambio, su tiempo y su esfuerzo y aún sus recursos económicos. El doctor Storni, que tuvo como una constante de su vida el aliento a la juventud, donó los fondos para el premio que él creara. Hoy al entregar los

premios Storni rendimos así tributo a su memoria.

En estos 35 años es mucho lo realizado y muchos son los logros obtenidos. Sabemos que desde la cátedra universitaria, de los lugares más recónditos de la cordillera o a través de una eficiente actividad empresarial, muchos han sido los geólogos que han participado en la difusión del quehacer geológico a través de nuestra Asociación. Que el reconocimiento que hoy tributamos a algunos de ellos en la figura de los nuevos miembros honorarios, sirva de testimonio para todos aquellos que han contribuido a la realidad que vivimos. Una realidad tangible, mensurable.

En nuestros días cuando se observan obras fundamentales como las presas hidroeléctricas de Salto Grande y el Chocón, y otras en marcha como las de Yaciretá y Paraná Medio; cuando la silenciosa labor de toda una legión de geólogos petroleros día a día va descubriendo nuestra riqueza de hidrocarburos en nuestro subsuelo, desde las selvas de Orán hasta los desiertos patagónicos y ahora en nuestra plataforma continental; cuando se contempla la activa evaluación de nuestros recursos mineros todo a lo largo y ancho de nuestro país; y es una realidad el funcionamiento de una planta de energía atómica abastecida por materia prima argentina, la trascendencia de la geología y el rol protagónico de los geólogos en la movilización de nuestros recursos naturales, es un hecho incuestionable.

Somos concientes que en este mundo cambiante de grandes y rápidos avances tecnológicos, los geólogos debemos continuamente capacitarnos para servir con idoneidad al desarrollo de nuestro país. La Asociación Geológica, nutrida por las promociones que a ella se acercan, seguirá con el apoyo de ustedes, como siempre marcando el camino a nuevas generaciones de geólogos con vocación de servicio a la comunidad toda, con la misma fe que pusieron en ella sus fundadores, con un mismo ejemplo, su sacrificio y dedicación.

A ellos nuestro sincero agradecimiento. Muchas gracias”.

La reunión permitió, además de tributar un reconocimiento a la A.G.A. y a los



colegas que participaron activamente en su progreso, el encuentro cordial y afectuoso entre los socios y demás asistentes. La fiesta se vio engalanada con la presencia del doctor Fernando Puca Prota, Secretario de Estado de Minería; el Ing. Santiago Brarda, Subsecretario Técnico de Minería y el Coronel Arnoldo Rolando, Subdirector de Desarrollo Minero de la Dirección General de Fabricaciones Militares, quienes ocuparon la mesa de autoridades y estuvieron acompañadas por altas personalidades y miembros de la C. D. de la entidad.

### Cursos de Actualización

Durante 1980 se realizaron tres Cursos de Actualización que contaron con una gran concurrencia de los asociados. La asistencia masiva, que superó con creces las expectativas más optimistas, determinó que las sesiones se realizaran en el Salón de Actos de la Secretaría de Estado de Minería, cuyas autoridades brindaron un amplio apoyo a la A.G.A. al permitir la utilización del recinto.

El Segundo Curso de Actualización versó sobre Génesis y Sistemática Moderna de Rocas Volcánicas. Se realizó del 23 al 27 de junio y estuvo a cargo de los doctores Mario Teruggi, Emilio F. González Díaz y Eduardo Llambías. Se analizaron los nuevos criterios de clasificación de vulcanitas, la morfología de los diferentes tipos de erupciones y las asociaciones volcánicas de inter e intraplacas.

Del 15 al 19 de setiembre se dictó el Tercer Curso siendo el tema: Microtectónica Aplicada, el que fue desarrollado por los doctores Hubert Miller y Ricardo Mon. Los aspectos teóricos fueron complementados por observaciones de campo efectuadas en los afloramientos de metabasitas precámbricas de la Isla Martín García. Especial énfasis se dio en este curso a los problemas prácticos y aplicados.

Finalmente, la Geoquímica en Petrología Ignea y Metamórfica fue el tema del Cuar-

to Curso dictado por los doctores Carlos Rapela, Carlos Gordillo y Roberto Caminos del 27 al 31 de octubre. La clasificación de los elementos traza y su participación en los diferentes procesos magmáticos fueron analizados en forma conjunta con los aspectos geoquímicos de los elementos mayoritarios en la evolución de las rocas ígneas y metamórficas.

El éxito alcanzado por éstos alienta la implementación de nuevos cursos para el año próximo.

Asimismo la A.G.A. ha coauspiciado un curso sobre el uso de la red de Schmidt en la Universidad Nacional del Sur realizado del 6 al 9 de octubre en Bahía Blanca, y un Seminario sobre conceptos actuales de Geomorfología y Geología del Cuaternario de la Argentina, efectuado del 3 al 7 de noviembre en la Universidad Nacional de Tucumán. Este seminario, complementado con observaciones de campo, contó con la asistencia de los más jerarquizados especialistas del tema, llegados desde diversas partes del país.

### Reimpresiones: nueva serie

Por resolución de la C.D. se ha iniciado esta serie con la impresión del volumen N° 1: *Observaciones Geológicas a lo largo del Meridiano 70* por Pablo Groeber. Contiene diez Hojas Geológicas de este autor a escala 1:500.000, cuidadosamente seleccionadas por el editor de esta Serie, Lic. Miguel Haller, publicadas entre 1942 y 1947, en ediciones agotadas y de difícil acceso.

Se entiende que, por la calidad y original concepción de dichos trabajos, este volumen inicial de la Serie C, Reimpresiones, se ha de convertir en un documento de consulta permanente para los estudiosos de la Cordillera de los Andes.

Los interesados pueden adquirirlo en la sede de la A.G.A., o bien a través de los respectivos delegados.

## RESUMENES

### EL PLUTONISMO DEL CRETACICO SUPERIOR Y SUS RELACIONES CON LAS ZONAS DE ALTERACION HIDROTHERMAL, EN EL TRAMO MEDIO DE LA CORDILLERA PATAGONICA, REPUBLICA ARGENTINA

Abel H. Pesce

Servicio Geológico Nacional, Secretaría de Estado de Minería, República Argentina

En el plutonismo desarrollado en el tramo de la Cordillera Patagónica se han distinguido dos episodios magmáticos genéticamente vinculados (Grupo Lago General Vintter-Palena). Uno constituido por cuerpos graníticos (I.s.) con sus diversas facies, que integran la fase plutónica principal (Formación Lago General Vintter). El otro, representado por stocks y cuerpos menores correspondientes a los episodios tardíos de la cristalización magmática (Formación Morro Serrano). Son las manifestaciones póstumas de este magmatismo las que dieron origen a las distintas zonas de alteración hidrotermal reconocidas en la zona.

Se analizaron someramente las áreas de alteración hidrotermal para evaluar los tipos de alteración, con relación a los procesos formadores, a fin de guiar la prospección de los mismos.

Se vinculan estos episodios con los mecanismos de la tectónica de placas y se postula una franja mineralizada que se ubica aproximadamente a lo largo del meridiano de 71° 30', en el tramo medio de la Cordillera Patagónica.

IV Congreso Latino Americano - Trinidad y Tobago - 7-15 de julio, 1979.

## FE DE ERRATA

Pesce, Abel H. Posible existencia de depósitos de sulfuros volcánicos en la Cordillera Patagónica Septentrional Argentina. Reinterpretación, Tomo XXXV (2): 273-275.

En la página 274, primera columna, línea 35  
Donde dice: Formación Montes de Oca  
Debe decir: Formación Los Machis.

**EL NUMERO 3 DE ESTE TOMO  
SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 5 DE  
DICIEMBRE DE 1980 EN LOS TALLERES  
GRAFICOS ZLOTOPIORO S.A.C.I.F.,  
SARMIENTO 3149, BUENOS AIRES,  
REPUBLICA ARGENTINA**

---

**El presente Tomo se ha financiado con un subsidio del Consejo Nacional  
de Investigaciones Cientificas y Técnicas, y del Consejo de Investigaciones Cientificas de  
la Prov. de Buenos Aires, que no se hacen responsables del contenido del mismo.**

---

Paleomagnetismo y edades radiométricas de algunas Formaciones Neoprecámbricas y Eopaleozoicas de la Argentina D. A. VELENCIO, J. F. VILAS Y A. M. SINITO	<a href="#">421</a>
<i>Notas breves</i>	
Edades K-Ar de rocas del área de las Cuencas de los ríos Quinto y Conlara, Provincia de San Luis J. N. SANTA CRUZ	<a href="#">434</a>
Nuevo Complejo Volcánico Vicuña Pampa, Departamento Belén, Provincia de Catamarca EDUARDO A. ROSSELLÓ	<a href="#">436</a>
Senoniano marino en el flanco oriental del Macizo y Nordpatagónico JOSÉ M. CORTES	<a href="#">438</a>
Evolución costanera en el área del delta del río Colorado NILDA E. WEILER	<a href="#">440</a>
Estructuras rapakiwi en la "Faja eruptiva de la Puna" JOSÉ G. VIRAMONTE Y RICARDO H. OMARINI	<a href="#">443</a>
<i>Comentarios bibliográficos</i>	<a href="#">445</a>
<i>Crónica de la Asociación</i>	<a href="#">449</a>
<i>Resúmenes</i>	<a href="#">451</a>
<i>Fe de errata</i>	<a href="#">451</a>

---

Toda correspondencia para la Asociación Geológica Argentina,  
deberá ser dirigida a:

**MAIPU 645, piso 1º, 1006 Buenos Aires, República Argentina**

La correspondencia referente a suscripciones, colecciones o números sueltos de esta Revista deberá dirigirse a **LIBRART S.R.L.**, Corrientes 127, Buenos Aires, República Argentina, representantes y distribuidores para toda la República Argentina y el exterior.



**Asoc. Geol. Arg. Rev.**

TOMO XXXV - Nº 3

CORREO ARGENTINO Central B	TARIFA REDUCIDA Concesión Nº 9157
	FRANQUEO PAGADO Concesión Nº 3667

**CONTENIDO**

Sedimentitas Triásicas al sur de Sierra Grande, Provincias de Río Negro y Chubut JUAN C. M. ZANETTINI	301
Consideraciones estratigráficas y litológicas sobre la Formación Fray Bentos (Oligoceno inferior-medio) de Argentina y Uruguay RAFAEL HRBST	308
Alteración hidrotermal y mineralización en el bajo de la Alumbreira Provincia de Catamarca MARTA GODEAS Y SUSAN SEGAL DE SVETLIZA	318
Edades geológicas, radimétricas y magnéticas de algunas vulcanitas cenozoicas de las Provincias de Santa Cruz y Chubut ANA M. SINITO	332
El significado geológico de los resultados del estudio paleomagnético de vulcanitas alcalinas de las Provincias de San Luis y Córdoba D. A. VALENCIO, M. G. LÓPEZ, P. SOLÁ Y C. VILLANI	340
Estudio mineralógico de Enargitas y Luzonitas de la sierra de Famatina, Provincia de La Rioja y la supresión del término Famatinita MILKA K. DE BRODTKORB Y DIETRICH KLEMM	348
Características sedimentológicas de playa en erosión y en agradación M. H. MAZZONNI Y L. A. SPALLETTI	355
Primeras edades Carbono 14 de afloramientos de conchillas de la República Argentina M. C. ALBERÓ, F. ANGIOLINI, J. L. BALBUENA, J. O. CODIGNOTTO, E. LINARES Y N. E. WEILER	363
Estudio mineralógico y consideraciones genéticas del Distrito Minero "Pan de Azúcar" Departamento Rinconada, Provincia de Jujuy SUSANA SEGAL DE SVETLIZA	375
Una microflora ordovicica de la Formación Mojotoro, Provincia de Salta W. VOLKHEIMER, D. L. MELENDI Y F. G. ACEÑOLAZA	401
Sobre la presencia de "Glendonita" en el Paleozoico superior de Patagonia CARLOS R. GONZÁLEZ	417

*(Continúa en el interior de la contratapa)*

**La Asociación Geológica Argentina no se hace responsable de las opiniones y/o conclusiones vertidas por los autores de los trabajos**