

## REVISTA

DE LA

## ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

## SUMARIO

DANIEL A. VALENCIO Y KENNETH CREER, El paleomagnetismo de algunas lavas cenozoicas de la República Argentina.....	255
HEBE DINA GAY, Fosfatos en las Pegmatitas del Cerro Blanco, Tanti, Provincia de Córdoba.....	279
COMENTARIO BIBLIOGRÁFICO.....	286
MARGARITA REINOSO, Paleocorrientes en la Formación Providencia, Devónico, Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires.....	287
REIMPRESIONES.....	296
EDUARDO ESPISUA, El Paleozoico inferior del río de las Chacritas, Dto. de Jáchal, Pcia. de San Juan, con especial referencia al Silúrico.....	297
M. BUTSCHKOWSKYJ, Contribución al conocimiento de amiantos argentinos II. Antofilita.....	312
PEDRO J. DEPETRIS, Mineralogía de algunos sedimentos fluviales de la cuenca del río de la Plata.....	317
ARMANDO F. LEANZA, Acerca del descubrimiento de amonoideos devónicos en la República Argentina ( <i>Tornoceras baldisi</i> n. sp.).....	326
DR. JUAN FRANCISCO TOGNON..	331
ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA. LISTA DE MIEMBROS.....	333
INDICE ALFABÉTICO DEL TOMO XXIII.....	348

BUENOS AIRES

REPUBLICA ARGENTINA

1968

EL PALEOMAGNETISMO DE ALGUNAS LAVAS CENOZOICAS  
DE LA REPUBLICA ARGENTINADANIEL A. VALENCIO<sup>1</sup> Y KENNETH CREER<sup>2</sup>

## RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio paleomagnético realizado con 234 muestras de basaltos de edad Cenozoica provenientes del sector extra-andino de las Provincias de Neuquén y Mendoza, República Argentina, comprendido entre los 35° y 40° de latitud Sur. Asimismo se incluyen las edades absolutas de algunos de dichos basaltos, primeros resultados del estudio radiométrico sistemático de los mismos por el método de Argón-Potasio.

Los resultados paleomagnéticos indican que durante el Cenozoico, en el área estudiada, el campo magnético terrestre tuvo características similares al originado por un dipolo geocéntrico alineado con el eje de rotación terrestre. Además, aportan nuevos datos que permiten mejorar el actual conocimiento de la relación estratigráfica presente entre los distintos flujos de lavas estudiados tanto en una misma localidad como en distintas áreas geológicas. Sobre la base de la información paleomagnética y radiométrica obtenida se ha ubicado cada tipo de basalto estudiado dentro del cuadro de estratigrafía paleomagnética válido para los últimos 3,6 millones de años, en todos los casos en que ello fue posible.

Se presentan además los resultados de un estudio combinado de las propiedades físico-mineralógicas de algunas muestras de basalto que provenientes de un mismo flujo, poseen magnetismos remanentes naturales de características muy dispares.

## ABSTRACT

The results are presented of a palaeomagnetic study of 234 samples of Cenozoic basalts from the extra-Andine area of the Provinces of Neuquén and Mendoza in the Argentine Republic, between latitudes 34° S and 40° S. Radiometric ages made by the K-Ar method of some of these basalts are also given.

The paleomagnetic data indicate that the thermoremanent magnetization of most of these Cenozoic lava flows is aligned, on the average, along the present axial geocentric dipole direction at the sampling area. Both normally and reversely magnetized samples were found. From these results it is possible to infer that the earth's magnetic field in the extra-Andine area of the Provinces of Neuquén and Mendoza has been, on the average, in the same direction as the present axial geocentric dipole field, or its reverse, since the Cenozoic.

The paleomagnetic data also throw new light on the stratigraphic relation between the different studied lava flows at a sampling area, and also between different areas.

The results of a connected study of the magnetic and mineralogical characteristics of samples of basalts belonging to a same flow, with hard and soft natural remanent magnetization, are also presented.

<sup>1</sup> Del Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

<sup>2</sup> Del Departamento de Geofísica y Física Planetaria de la Universidad de Newcastle upon Tyne, Reino Unido.

This One



1L6Y-XKJ-N2P5

### 1.1. INTRODUCCION

Los resultados de los estudios paleomagnéticos realizados con rocas de edad Cenozoica han permitido definir que el campo magnético terrestre ha experimentado en los últimos millones de años frecuentes cambios en su polaridad.

Recientemente, Doell y Dalrymple, 1966, determinaron que el último cambio de polaridad del campo magnético terrestre, de reversa a normal, ocurrió hace 700.000 años. Por su parte Cox y Dalrymple, 1967, señalaron que en los últimos 3,6 millones de años el campo geomagnético cambió su polaridad, por lo menos nueve veces, figura 1. De este modo se han podido definir épocas y períodos de igual polaridad del campo geomagnético, los que fueron individualizados por diferentes nombres propios. Sin embargo estas épocas y períodos de igual polaridad fueron definidos sobre la base de estudios paleomagnéticos realizados con rocas provenientes, en su gran mayoría, del hemisferio Norte; el grueso de la información sobre el particular correspondiente al hemisferio Sur proviene de la Isla Reunión, Chamalaun y McDougall, 1966.

En la República Argentina se presentan numerosos y extensos afloramientos de basaltos y andesitas cuyas edades han sido atribuidas por diferentes geólogos al período comprendido desde el Terciario Inferior al Holoceno. El estudio paleomagnético de estos basaltos puede ofrecer una magnífica oportunidad para determinar, en rocas del hemisferio Sur, el instante de la última reversión del campo magnético terrestre, como así también para evaluar los límites entre épocas y períodos de igual polaridad magnética ya conocidos y definir posibles nuevas reversiones del campo magnético terrestre. Particularmente, el éxito en los dos primeros objetivos citados involucraría universalizar la regionalidad de los resultados obtenidos en la materia hasta la fecha. Por otra parte, este estudio podría servir como base para correlacionar los distintos flujos

de lavas presentes en la Argentina, y aportar así nuevos y valiosos datos en relación a la contemporaneidad de los

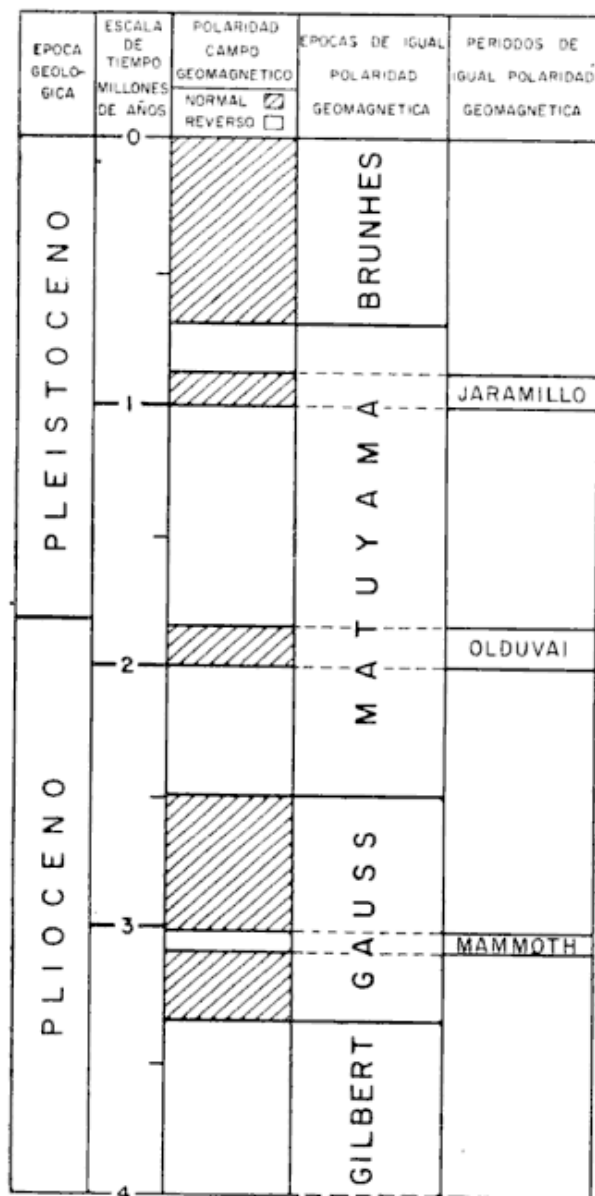


Fig. 1. — Escala de tiempo, válida para los últimos 3,6 millones de años, de las reversiones de la polaridad del campo magnético terrestre obtenida de estudios combinados paleomagnéticos-radimétricos, según Cox y Dalrymple, 1967. Se definen en el tiempo, cuatro épocas de igual polaridad del campo geomagnético durante las cuales el mismo tuvo predominantemente una polaridad definida: dentro de estas épocas se definen a su vez, intervalos más cortos de polaridades opuestas a las mismas, llamados períodos.

mismos en una misma localidad o en áreas distintas. Por último, los resultados de este estudio podrían brindar un

valioso aporte a la postulada teoría que sostiene que el campo geomagnético en el pasado tuvo las características de uno dipolar y axial, Creer, 1958. Todas estas posibilidades fueron las que se tuvieron presentes, cuando, a fines del año 1965, los autores realizaron una larga campaña por las Provincias de Mendoza y Neuquén para recolectar muestras orientadas en los numerosos flujos de lavas Terciarias y Cuartarias aflorantes en ellas. Durante esta campaña se recolectaron un total de 234 muestras orientadas de basaltos y andesitas de esas edades; en el presente trabajo se presentan los resultados del estudio paleomagnético realizado con estas muestras, conjuntamente con los primeros datos obtenidos del estudio radimétrico de las mismas por el método Argón-Potasio.

## 1.2. LA GEOLOGIA DEL AREA ESTUDIADA

El presente estudio paleomagnético fue realizado con rocas efusivas aflorantes en la zona occidental de las provincias de Mendoza y Neuquén. Las muestras fueron recolectadas de afloramientos que se extienden a lo largo y ancho de una extensa área rectangular comprendida entre los meridianos de 69° y 71° oeste, y los paralelos de 35° y 40° sur, figura 2. En tan extensa área se presentan numerosos campos de lava los que fueron estudiados por diferentes geólogos. Las muestras aquí analizadas fueron recogidas de afloramientos de basaltos y andesitas presentes, en su mayoría, a lo largo de las rutas nacionales números 40 y 22 y de algunos caminos provinciales y locales. Estos basaltos y andesitas han sido clasificados por distintos autores en orden cronológico desde el I (Mioceno), hasta el VII (Holoceno), siguiendo todos a Groeber, 1929, 1933, 1946, 1947 y 1949.

En una misma localidad las posiciones relativas de las distintas efusiones lávicas pueden ser establecidas por simple observación, más con frecuencia la

atribución de edades a cada una de ellas sólo puede ser establecida por analogía con las descripciones de Groeber ya citadas; por lo tanto es conveniente sintetizar aquí cuáles fueron los elementos de juicio que llevaron a este autor a distinguir entre los distintos tipos de basaltos conjuntamente con los presentados al respecto en otro trabajo sobre el particular, Yrigoyen, 1950.

El Basalto I o Palaocolitense se presenta como una sucesión de mantos de basalto feldespático, con frecuencia olivínico, asociados algunas veces con gruesos bancos de brechas y tobas. Groeber, 1933, atribuye el origen de estos mantos de basalto a erupciones posteriores a la segunda fase tectónica andina, durante el Mioceno; esta edad está avalada por fósiles santa-cruceanos presentes en tobas contemporáneas a dichos mantos.

El Basalto II o Coyocholitense, de edad Pliocena Superior, corresponde a efusiones posteriores a los movimientos asociados a la tercer fase tectónica andina. En la zona extracordillerana este basalto se presenta formando extensas mesetas. Una característica del Basalto II es que casi siempre está fuertemente levantado, por lo que la erosión lo ha recortado profundamente. Un rasgo que a veces permite individualizarlo del Basalto I, es que no presenta plegamiento ni fracturación.

Hacia el final del Plioceno, de acuerdo con Groeber, 1933, se produjeron movimientos diastróficos los que condujeron a la formación de un relieve no muy diferente del actual; sobre este relieve, ya en el Cuartario (Pleistoceno Inferior), se acumularon los productos correspondientes a un nuevo ciclo efusivo, al que el citado autor denominó Basalto III o Chapualitense Inferior. Estos escoriales basálticos, labrados por la erosión, son por lo general únicos y sólo en raras ocasiones se presentan formando una serie de mantos apilados. Groeber, 1946, sostiene que en algunos lugares los escoriales de

este basalto han sido pulidos por los glaciares de la segunda glaciación andina.

De acuerdo a las descripciones de Groeber, 1933 y 1946, ya en el Cuartario se produjeron ascensos y descensos leves y hubo nuevas efusiones de basalto, a las que denominó Basalto IV o Basalto de Terraza o Chapualitense Superior. Este basalto, atribuido al Pleistoceno Superior, con frecuencia se presenta en el fondo de los primitivos valles, ocupando ordinariamente niveles topográficos más bajos que los del Basalto III; lejos de los valles la distinción entre estos dos basaltos es, a veces, muy difícil.

El Basalto V o Puentelicense representa al conjunto de escoriales pos-glaciales más antiguo, (Holoceno Inferior); estos escoriales de notable extensión areal, son frescos, mostrando una incipiente "meteorización subaérea". De acuerdo con Groeber, un rasgo que permite individualizarlos de los escoriales pertenecientes a los ciclos efusivos posteriores, es que por lo general están bastante cubiertos por arena a punto de permitir el tránsito de vehículos, lo cual no es posible en áreas donde afloran basaltos más jóvenes.

El Basalto VI, o Tromelicense Inferior, (Holoceno Superior), está representado por escoriales un poco más antiguos que los del Basalto VII, y según Groeber, 1946, se diferencian de éstos tan sólo por estar menos meteorizados.

El Basalto VII o Tromelicense Superior, (Holoceno Superior), está constituido por coladas de basalto muy fresco; al respecto, Groeber, 1946 y 1947, dice que la sección superior de estos escoriales puede ser pre y hasta pos-colombiana.

Como ya se ha expresado, la geología del área abarcada por el presente estudio fue descripta por varios autores. La publicación más antigua consultada al respecto, en la cual se hace una mención detallada de los basaltos Terciarios

y Cuartarios de una de las zonas aquí estudiadas, es la de Groeber, 1933; en este trabajo se describe la geología del área de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas, Provincia de Mendoza, entre los 36° 30' y 37° de latitud sur, figura 2. Años más tarde, el mismo Groeber, 1937, publicó aunque sin informe, el mapa geológico correspondiente a la zona inmediatamente al norte de la anterior hasta los 36° de latitud sur; en esta hoja se presentan extensos afloramientos de los llamados basaltos pos-glaciales.

Un poco más al norte aún, en la zona comprendida entre la laguna de Llancanelo por el este y la ruta nacional N° 40 por el oeste, y limitada al norte por el río Malargüe, se presentan numerosos afloramientos de basaltos, los que fueron estudiados por Criado Roque, 1949.

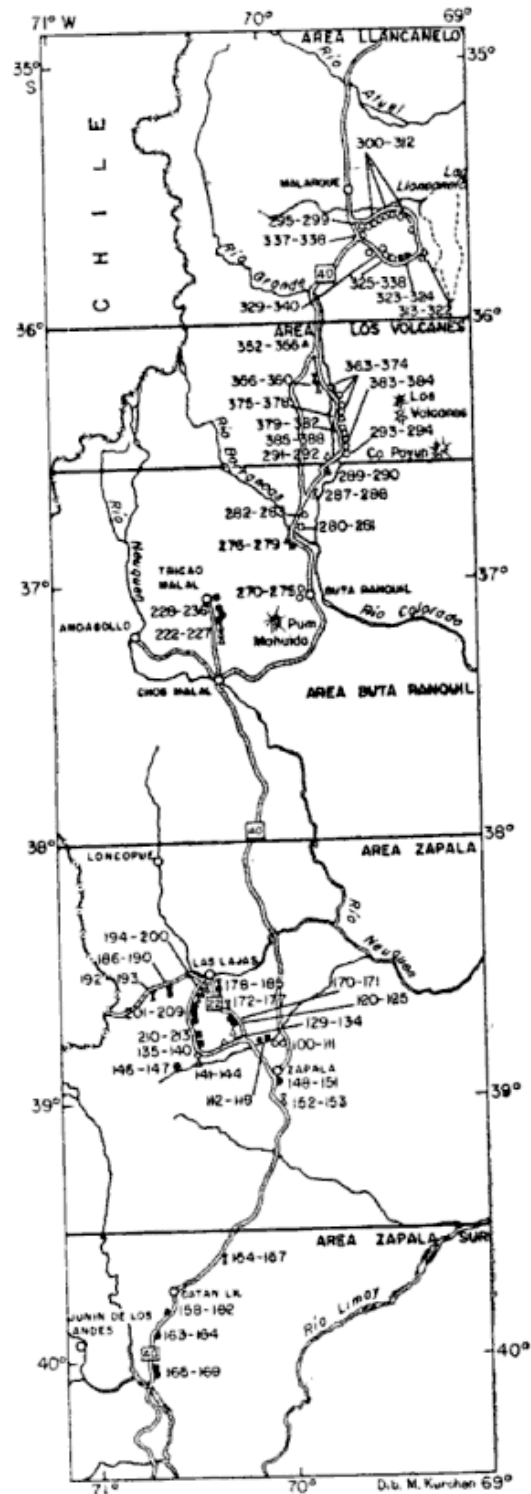
En la parte norte de la Provincia del Neuquén, los afloramientos de rocas efusivas presentes entre las localidades de Buta Ranquil y Tricao Malal por el norte, y Chos Malal por el sur, fueron descriptos inicialmente por Groeber, 1946. Años más tarde el sector de estos afloramientos presente a lo largo de la ruta que une Chos Malal con Tricao Malal, fue estudiado con mayor detalle por Zollner y Amos, 1953.

La geología de la zona comprendida entre las localidades de Zapala por el sur y Las Lajas por el norte, Provincia del Neuquén, fue descripta por Lambert, 1956; con posterioridad Rodrigo, 1957, relevó la misma zona en un trabajo de mayor detalle.

En cuanto a la región al sur de Zapala, entre esta ciudad y la de Junín de los Andes, no se dispone de información geológica publicada; sin embargo, los distintos flujos de basaltos presentes en ella fueron individualizados sobre la base de informes inéditos de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, verificados en la misma Institución por medio de fotografías aéreas.

Para la mejor presentación y discusión de los resultados del presente estudio, se ha subdividido el área total relevada en cinco áreas parciales. El límite entre cada una de estas áreas locales fue trazado con dirección este-oeste tratando de circunscribir dentro de cada una de ellas, erupciones pertenecientes a determinados centros efusivos. Cuando no fue posible aplicar este criterio, el límite se trazó de modo tal que pasase por una zona lo bastante extensa en la que no se recolectaron muestras. De este modo se han definido cinco áreas locales, figura 2: 1) La situada al norte del paralelo de los 36° sur, que abarca los escoriales situados al sur del río Malargüe entre la laguna Llacanelo y la ruta N° 40, la que ha sido denominada área Llacanelo; 2) La definida entre el ya citado paralelo y aquél pasante por el puente más austral de los tres construídos sobre el río Grande, la que ha sido llamada área Los Volcanes; 3) la comprendida entre el último paralelo definido y el de 38° sur, denominada área Buta Ranquil; 4) la situada entre las latitudes de 38° y 39° 30' sur, llamada área Zapala, y 5) la situada al sur del paralelo de 39° 30', denominada área Zapala sur.

En la figura 2 están indicadas para cada área las localidades en las que se recolectaron muestras de los distintos basaltos; asimismo para cada localidad están indicados los números de identificación de las muestras obtenidas en ella.



### REFERENCIAS

◇	BASALTO VII	△	BASALTO III
◐	" VI	○	" II
○	" V	⊗	" I
□	" IV		

Fig. 2. — Mapa de ubicación de las distintas localidades muestreadas, Provincia de Mendoza y del Neuquén. En cada localidad el tipo de Basalto muestreado está indicado por medio de diferentes símbolos cuyo significado está indicado en las referencias adjuntas a la figura. Cuando la polaridad del magnetismo termorremanente del basalto considerado es reversa, el símbolo correspondiente está pintado de negro; en caso contrario, polaridad normal, el símbolo es blanco. Los números individualizan las muestras recolectadas en cada localidad. En el mapa están indicados los límites hipotéticos entre las cinco áreas consideradas en el presente trabajo.

La clasificación de las muestras de acuerdo con los distintos tipos de basalto fue realizada sobre la base de la información geológica ya citada.

### 1.3. TECNICAS EMPLEADAS EN LAS LABORES DE CAMPO Y LABORATORIO

Las muestras utilizadas en este estudio fueron orientadas, siempre que ello fue posible, tanto por medio de brújula magnética como de brújula solar. Recientemente, Creer y Sanver, 1966, y Valencio y Delneri, 1967, han descripto las ventajas del uso de la brújula solar en los estudios paleomagnéticos. Esta técnica permitió comprobar que en todas aquellas muestras que poseían un magnetismo remanente natural intenso, existía una diferencia apreciable entre el azimut magnético y el solar. Efectivamente, se pudieron observar con frecuencia diferencias en los azimutes del orden de los  $30^\circ$  a  $50^\circ$ ; particularmente en la localidad de Portada de Cuvunco, en la Provincia del Neuquén, se encontraron diferencias de hasta  $150^\circ$ . En estos casos la dirección de la magnetización remanente primaria de las muestras, cuando se la corrigió a su verdadera posición en el afloramiento, mostró invariablemente que el resultado correcto, (un mejor agrupamiento con las direcciones representativas de las muestras de su misma edad), se obtiene cuando se utiliza el azimut solar. Así quedó perfectamente definida y superada una importante fuente de error; sin embargo se encontraron algunas muestras, de las que sólo se disponía el azimut magnético y cuyo magnetismo remanente natural era muy intenso, las que si bien poseían una magnetización termorremanente de igual polaridad que las de sus coetáneas, diferían respecto de ellas en dirección; en estos casos se atribuyó tal comportamiento a errores en los azimutes magnéticos y dichas muestras no fueron utilizadas para calcular el valor medio de la magnetización termorremanente respectiva.

Las muestras orientadas fueron recolectadas en localidades distantes entre sí como mínimo 500 metros; en cada localidad se recolectaron, término medio, dos muestras; sin embargo en algunos casos especiales se obtuvieron 3 y hasta 4 muestras por localidad; la distancia media entre muestras de una misma localidad fue del orden del par de decenas de metros.

La gran mayoría de las muestras orientadas fueron obtenidas utilizando las técnicas clásicas; de cada una de estas muestras fragmentadas a mano, luego en laboratorio se cortaron cilindros de 2,5 cm de diámetro perpendiculares a su cara orientada; de estos cilindros a su vez, se obtuvieron discos del mismo diámetro y una altura de un centímetro.

En un par de casos en los que el camino pasaba sobre el afloramiento, las muestras fueron obtenidas utilizando una máquina perforadora cuyo elemen-

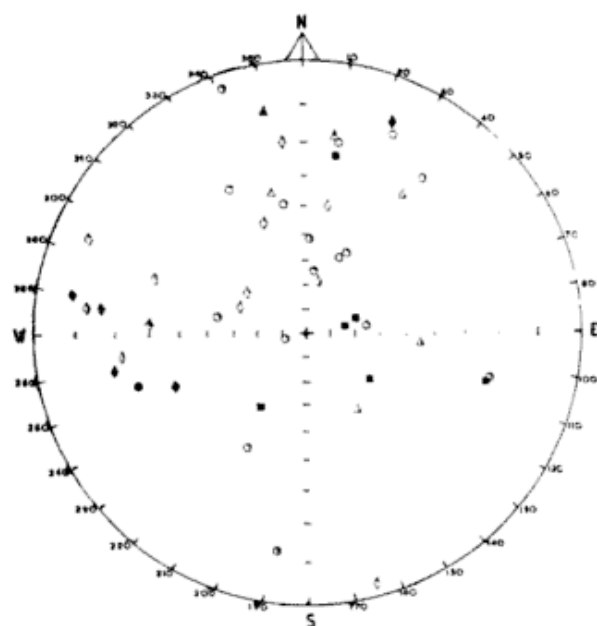


Fig. 3. — *Area Llancanelo*: Direcciones del magnetismo remanente natural, previo a todo lavado, de las muestras de basalto obtenidas en este área; los distintos tipos de basalto están individualizados por diferentes símbolos de acuerdo a las referencias de la fig. 2. En esta figura, como en los demás estereogramas del presente trabajo, las direcciones de magnetización con inclinación positiva están representados por los símbolos adoptados pintados de negro.

to cortante era una sacacorona de diamante; en estos casos se obtuvieron directamente cilindros de roca de 2.5 cm de diámetro y de altura variable de los que luego en laboratorio se cortaron

discos de las dimensiones ya señaladas. De este modo de cada muestra se obtuvieron, término medio, seis discos; la dirección e intensidad de la magnetización remanente natural de cada uno

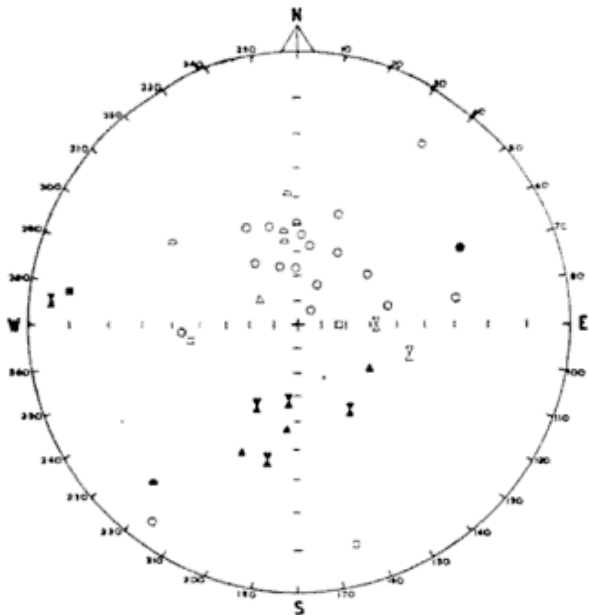


Fig. 4. — *Area los Volcanes*: Los distintos puntos representan las direcciones del magnetismo remanente natural, previo a todo lavado, de las muestras de basalto de este área de acuerdo a la convención de símbolos adoptada en la figura 2.

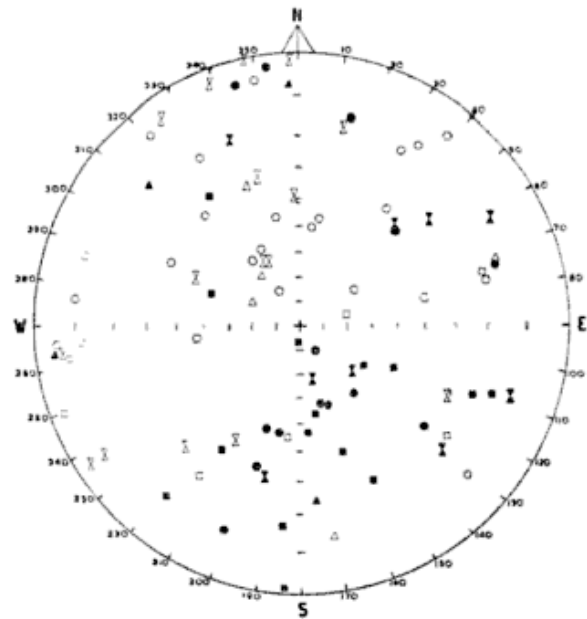


Fig. 6. — *Area Zapala*: Representación de las direcciones del magnetismo remanente natural, previo a todo proceso de lavado, de las muestras de basalto recolectadas en este área. Para referencias de símbolos ver figura 2.

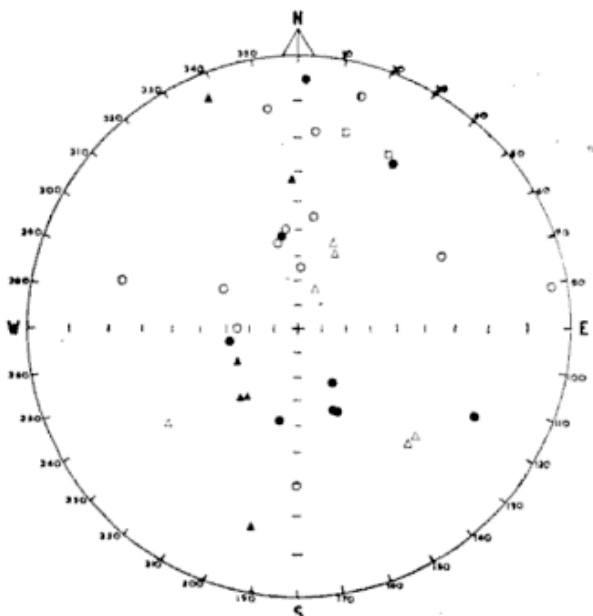


Fig. 5. — *Area Buta Ranquil*: Direcciones del magnetismo remanente natural, previo a todo lavado, de las muestras de basalto provenientes de este área; la convención de símbolos es similar a la de la figura 2.

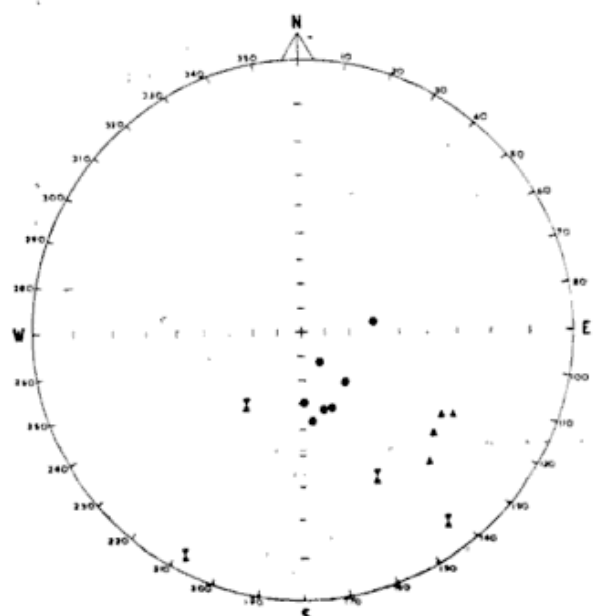


Fig. 7. — *Area Zapala Sur*: Direcciones del magnetismo remanente natural, previo a todo lavado, de las muestras de basalto de este área; la convención de símbolos es similar a la de la figura 2.



de estos discos fue luego medida utilizando magnetómetros del tipo astático o "spinner". Las direcciones de magnetización así obtenidas, medidas respecto a las caras orientadas de las muestras, fueron luego corregidas teniendo en cuenta la verdadera posición de las mismas en el campo. Tanto esta operación como la de calcular la dirección media de la magnetización remanente natural de cada muestra sobre la base de los valores de cada uno de sus seis discos, fue realizado por medio de computadoras electrónicas; en las figuras 3, 4, 5, 6 y 7 se han representado las direcciones medias de la magnetización remanente natural de cada muestra para cada una de las cinco áreas estudiadas; en cada figura se han individualizado las muestras correspondientes a los distintos tipos de basalto, por medio de diferentes símbolos.

Con posterioridad, todas las muestras fueron sometidas a sendos procesos de desmagnetización por medio de campos magnéticos alternos y altas temperaturas; las técnicas empleadas fueron similares a las descritas por Valencio, 1965 a. La desmagnetización por campos alternos fue realizada en sucesivas etapas hasta alcanzar campos desmagnetizantes del orden de los 800 Oersteds, en por lo menos un disco de cada muestra. Con los datos así obtenidos se construyeron para cada disco piloto, la curva representativa de la variación porcentual de la intensidad de su magnetización remanente natural, ( $M_r/M_o$ ), en función de la intensidad del campo alterno desmagnetizante, ( $H_d$ ), y el estereograma en el que se representa la dirección de dicho magnetismo, luego de cada etapa de lavado. El análisis de estos gráficos permitió definir para cada muestra, cual era el valor óptimo del campo alterno desmagnetizante que destruyendo la o las magnetizaciones remanentes secundarias, dejaba inalterado el magnetismo termorremanente o primario de la misma. Posteriormente uno o dos discos adicionales de cada

muestra fueron desmagnetizados, en una sola etapa, con campos alternos de igual magnitud que el óptimo, técnica que permitió definir con mayor seguridad la dirección media del magnetismo termorremanente de la misma.

De las curvas  $M_r/M_o$  en función de  $H_d$  se pueden definir dos parámetros característicos de cada muestra: el valor de la coercitividad inferior del magnetismo remanente natural de la misma, ( $H_{cb}$ ), definido por el valor de  $H_d$  en que se manifiesta un cambio neto en la pendiente de la rama descendente de la curva de desmagnetización, y el valor de la coercitividad superior de su magnetismo remanente natural, ( $H_{ca}$ ), determinado por el valor del campo desmagnetizante que reduce a la mitad la intensidad de la magnetización remanente residual aún presente para  $H_d = H_{cb}$ .

En la mayoría de las muestras analizadas, el valor de  $H_{ca}$  coincide con el valor óptimo del campo desmagnetizante ya definido.

La desmagnetización por altas temperaturas fue realizada en por lo menos un disco de cada muestra estudiada; este proceso se llevó a cabo en cinco etapas sucesivas hasta alcanzar temperaturas del orden de los 600° C; con los datos así obtenidos se construyeron respectivamente los gráficos de  $M_r/M_o$  en función de la temperatura, ( $T$ ), y los estereogramas correspondientes.

Por último, cada vez que fue necesario para la mejor interpretación de los resultados obtenidos, se realizaron pruebas de laboratorio para verificar posibles procesos de autorreversión.

## 2.1. RESULTADOS OBTENIDOS

En el Cuadro 1 están sintetizados todos los resultados obtenidos en este estudio paleomagnético, clasificados por áreas y tipos de basalto; los valores de la dirección media de la magnetización termorremanente de cada basalto, indi-

cados en las columnas 4 a 8 inclusive, representan los obtenidos de aplicar el

tán sintetizadas las características de la dirección media de la magnetización

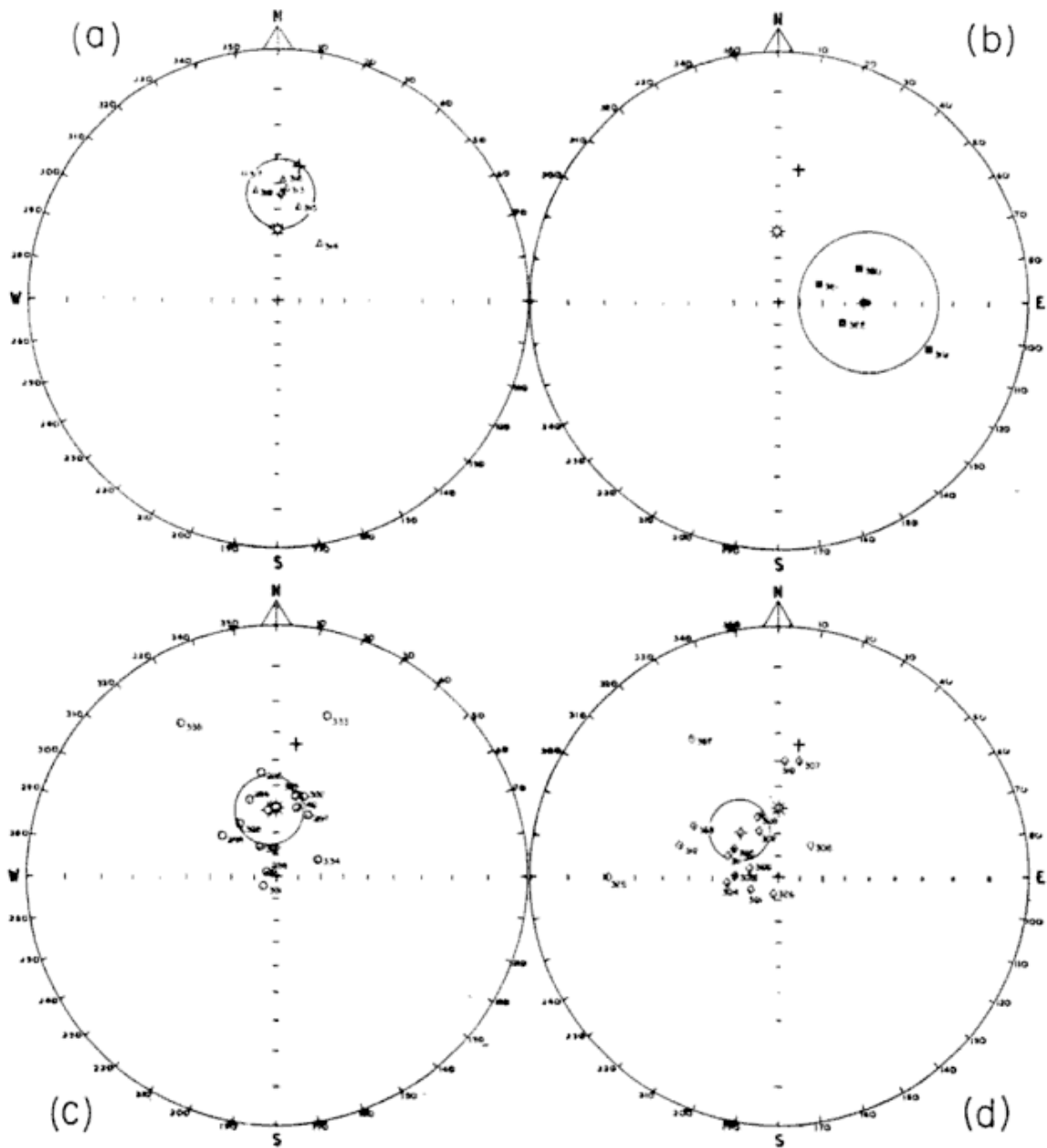


Fig. 8. — *Area Llancanelo*: Estereogramas en los que están representadas las direcciones del magnetismo remanente primario de cada muestra del área; en (a) están graficadas las correspondientes al Basalto III; en (b) las del Basalto IV; en (c) las de Basalto V y en (d) las de Basalto VII. En cada estereograma la dirección media de la magnetización termorremanente, calculada por el método estadístico de Fisher, 1953, está indicada por el mismo símbolo representativo del tipo de basalto en cuestión, superpuesto a las ramas de una cruz. La dirección en el área del campo magnético terrestre actual está indicada por una cruz, y la del dipolo geocéntrico alineado a lo largo del presente eje de rotación por un circulito superpuesto a una cruz doble.

método de análisis de Fisher, 1953, a las direcciones de magnetización óptimas de cada una de sus muestras. En las columnas 9 y 10 de este Cuadro, es-

termorremanente de cada basalto, indicándose si la misma es próxima o no a la que correspondería en el área a un campo geomagnético dipolar axial y si

CUADRO I

Resumen de los datos obtenidos del estudio paleomagnético de los basaltos Cenozoicos de las Provincias de Neuquén y Mendoza, Argentina. En este Cuadro en las columnas 4 y 5 están indicados los valores medios de la declinación (D) e inclinación (I) del magnetismo termorremanente medio de las lavas estudiadas; K y  $\alpha$  representan, respectivamente, el parámetro de precisión y el semi-ángulo vertical del cono alrededor del vector representativo de la dirección media definida por D e I, dentro de la cual se encuentra la verdadera dirección de magnetización con una probabilidad de 95%, ambos definidos según Fisher, 1953; n representa el número de muestras utilizadas en el cálculo de la dirección media

Área	Basalto	Total de muestras recolectadas	Dirección media de la magnetización termorremanente			Características de la magnetización termorremanente media			Valor medio coercitividad del m. r. n. en Oersted		Intensidad media del magnetismo remanente natural en u. e. m. (°)	
			D	I	$\alpha$	K	n	Edad en millones de años		H <sub>ca</sub>		H <sub>cb</sub>
								Dipolar-axial (N)	No dipolar-axial (R)			
Llancanelo...	VII	17	319°	-63°	13°	8,9	16	N	—	312 ± 41	190 ± 42	19 ± 4
	V	17	356°	-60°	14°	8,9	14	N	—	432 ± 27	235 ± 28	161 ± 45
	IV	6	91°	+53°	27°	12,3	4	—	R	220 ± 15	125 ± 14	59 ± 21
	III	6	2°	-45°	12°	29,8	6	N	—	412 ± 64	167 ± 39	177 ± 32
Los Volcanes.	VI	6	351°	-54°	6°	117,8	5	N	—	425 ± 67	213 ± 14	12 ± 1
	V	18	22°	-62°	14°	7,3	18	N	—	439 ± 48	230 ± 30	104 ± 11

IV	4	214°	-11°	11°	4,4	4	—	—	—	—	—	—	—
III	4	182°	+52°	10°	150,4	3	R	—	—	—	633±79	333±79	50±21
I	7	174°	+56°	13°	7,6	4	R	—	27,6±0,8	—	350±57	229±45	27±19
		1°	-50°	—	—	2	N?	—	—	—	—	—	—

Buta Ranquil.	V	14	3°	-65°	9°	21,7	13	N	—	—	453±39	237±22	129±34
		9	162°	+63°	15°	12,9	9	R	—	2,51±0,3	—	—	—
IV	2	43°	-27°	33°	59,0	2	—	N	—	—	625±67	325±22	29±10
III	8	68°	-81°	27°	6,9	6	N	—	—	—	512±42	281±34	244±92
	6	199°	+69°	11°	40,9	6	R	—	—	—	—	—	—

Zapala.....	V	18	3°	-55°	10°	13,7	16	N	—	0,15±0,20	463±31	253±25	552±217
IV	25	176°	+56°	9°	13,6	23	R	—	—	—	460±38	236±29	68±23
III	13	328°	-64°	17°	6,7	13	N	—	2,30±0,30	—	478±51	250±50	208±75
II	14	163°	+57°	12°	12,1	13	R	—	8,04±0,24	—	546±43	312±39	88±23
I	11	338°	-71°	27°	4,5	9	N	—	—	—	371±23	194±16	318±68
	7	187°	+40°	31°	6,9	5	R	—	—	—	—	—	—

Zapala Sur...	III	4	139°	+24°	17°	28,4	4	—	R	—	460±80	280±43	13±9
	II	7	169°	+60°	10°	39,6	7	R	—	—	750±30	471±21	90±21
I	4	189°	+62°	12°	56,6	4	R	—	—	—	+67	150	18±9

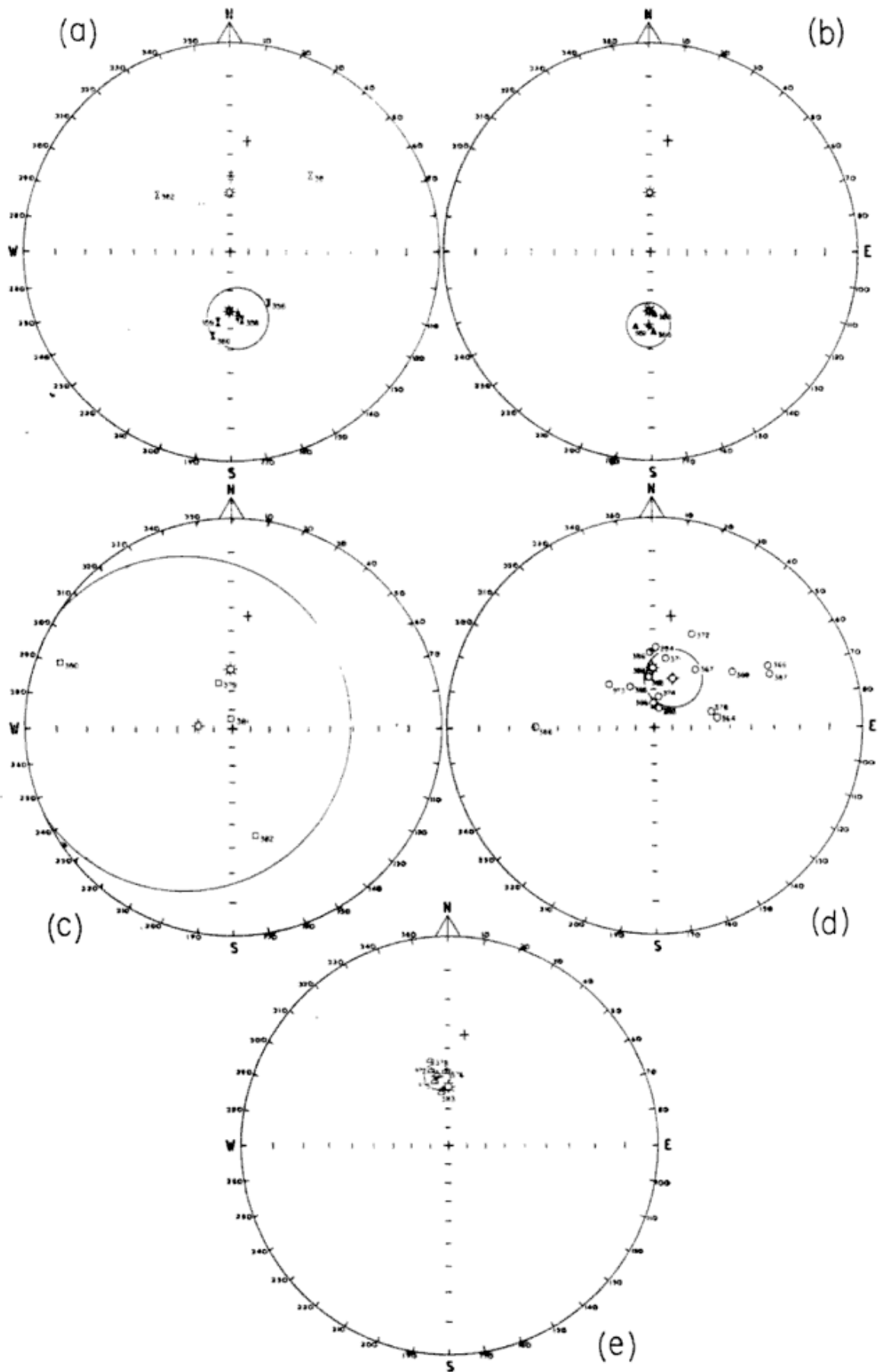


Fig. 9. — *Area los Volcanes*: Representación del magnetismo termorremanente de cada una de las muestras de basalto estudiada: en el estereograma (a) están graficadas las correspondientes al Basalto I; en el (b) las del Basalto III; en (c) la del Basalto IV; en el (d) las del Basalto V y en el (e) las del Basalto VI. La convención de símbolos es igual a la de la Figura 8.

su polaridad es normal, (N), o reversa (R). Asimismo se han incluido en este Cuadro sendas columnas en las que figuran para cada basalto, los valores

a) *Area Llanquanelo*: En este área fueron estudiados flujos de Basaltos III, IV, V y VII; las direcciones medias de las magnetizaciones termorre-

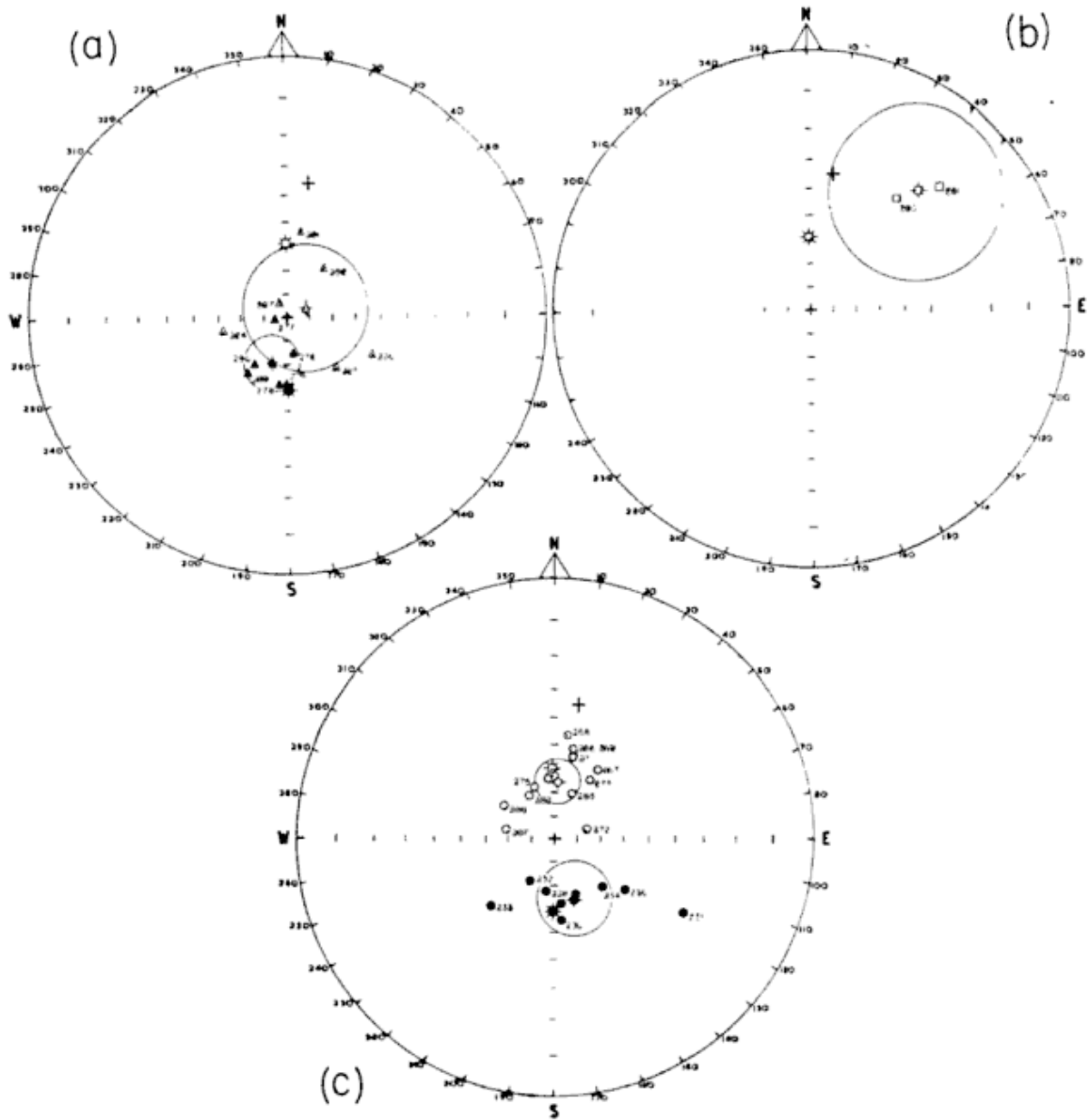


Fig. 10. — *Area Buta Ranquil*, estereogramas en los que están representadas las direcciones del magnetismo termorremanente de cada muestra de basalto del área; en los estereogramas (a), (b) y (c) están graficadas las correspondientes a los Basaltos III, IV y V respectivamente. Para el significado de los símbolos ver Figura 8.

medios de los ya definidos parámetros  $H_{cb}$  y  $H_{ca}$  y las intensidades medias de su magnetización remanente inicial.

Para la mejor discusión de los resultados obtenidos, los mismos serán presentados individualmente para cada una de las áreas estudiadas:

manentes de los Basaltos III, V y VII son prácticamente coincidentes con la correspondiente en la zona a un campo dipolar axial y geocéntrico, siendo sus polaridades normales, figuras 8a-c y d; por el contrario el Basalto IV en este área tiene una dirección de magnetiza-

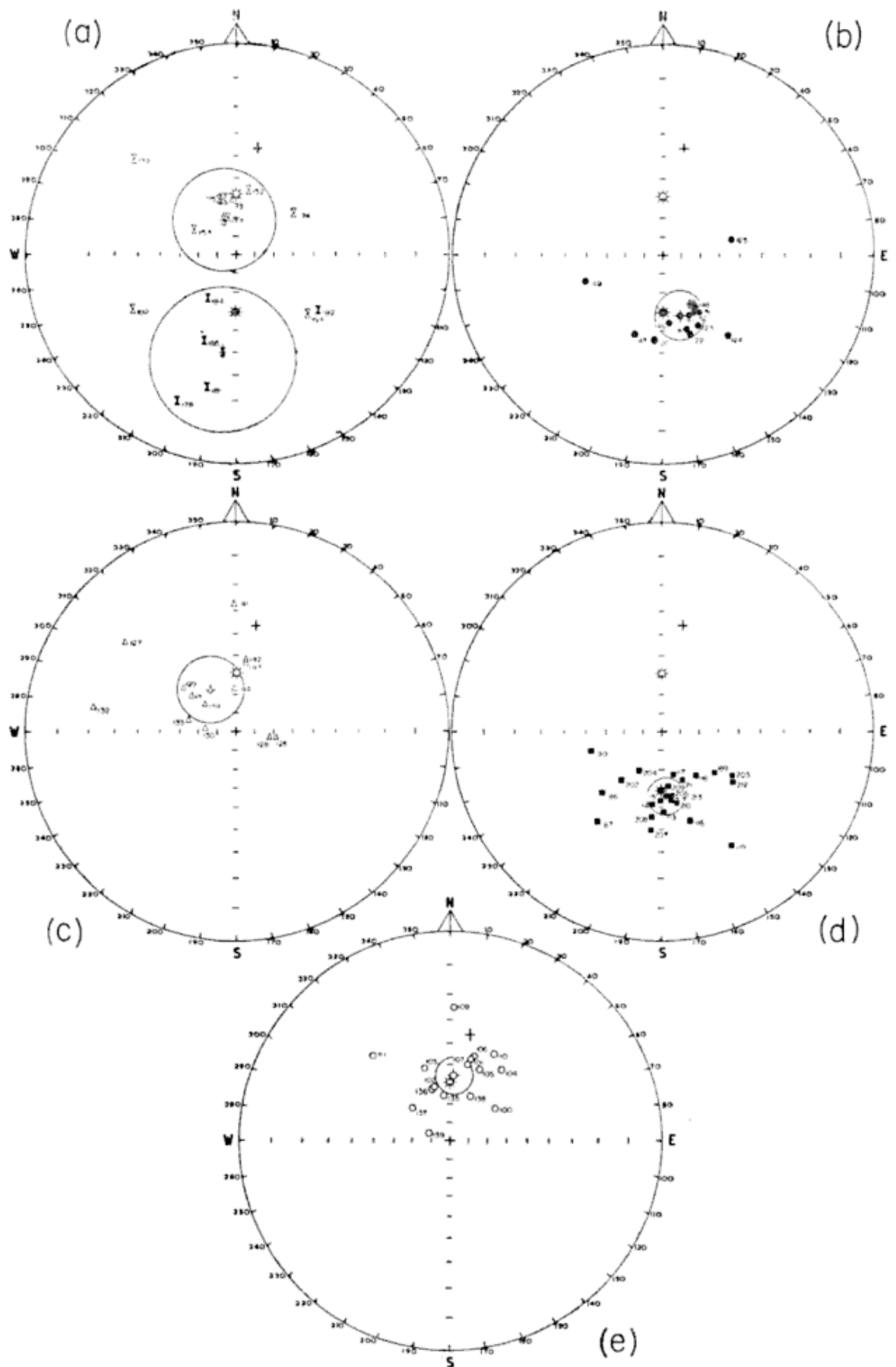


Fig. 11. — *Area Zapala*: Representación del magnetismo remanente primario de cada una de las muestras del área; en los estereogramas (a), (b), (c), (d) y (e), están representadas respectivamente las direcciones correspondientes a los basaltos I, II, III, IV y V. El significado de los símbolos utilizados está dado en la Figura 8. En los estereogramas (a) y (b) están individualizadas por símbolos de doble contorno, las direcciones medias de la magnetización termorremanente de muestras de Basalto I y II del mismo área determinadas en estudios anteriores, Valencio, 1965 a y b.

ción media no dipolar y su polaridad es reversa, figura 8b.

b) *Area Los Volcanes*: En este área las direcciones medias de las magnetizaciones termorremanentes de los Basaltos I, III, V y VI coinciden notable-

c) *Area Buta Ranquil*: Aquí los flujos de Basalto III estudiados tienen una dirección de magnetización termorremanente próxima a la correspondiente a un campo dipolar axial, presentando algunos de ellos polaridad normal y

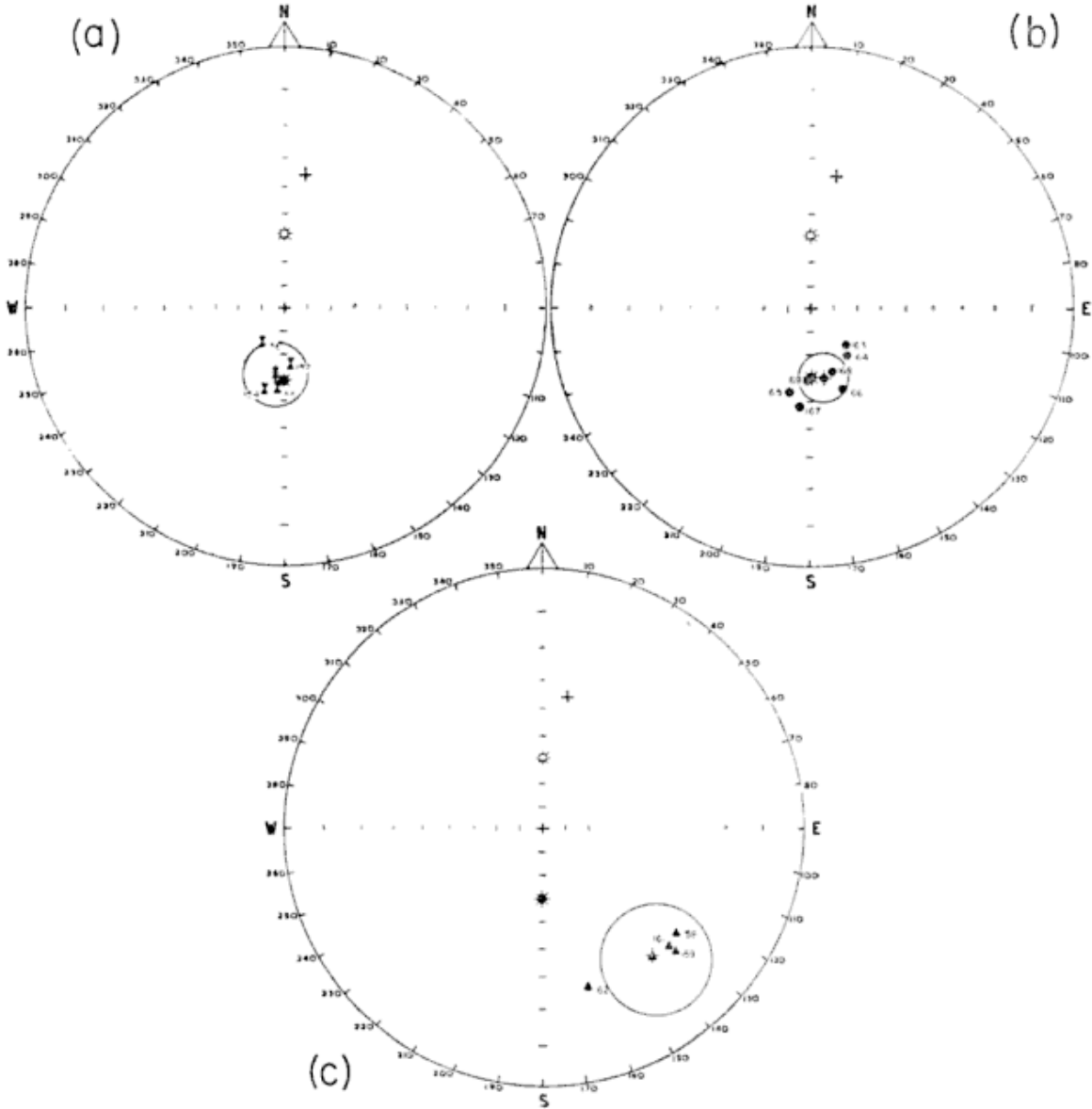


Fig. 12. — *Area Zapala Sur*: Direcciones del magnetismo remanente primario de las muestras del área; en los estereogramas (a), (b) y (c), están representadas las de los basaltos I, II y III respectivamente. La convención de símbolos utilizada es similar a la de la Figura 8.

mente con la que correspondería en ella a un campo geomagnético dipolar y axial, figura 9a, b, d y e; por el contrario el Basalto IV presenta una dirección de magnetización media aparentemente no dipolar, de polaridad normal, figura 9c.

otros reversa, figura 10a. Los flujos de Basalto V tienen el mismo comportamiento presentando un mayor agrupamiento alrededor de la dirección correspondiente al campo dipolar axial del área; las muestras de este Basalto obtenidas de flujos situados en los alre-



dedores de la localidad de Buta Ranquil tienen polaridad normal, mientras que las recolectadas en las inmediaciones de Tricao Malal poseen polaridad reversa, figuras 2 y 10c. Las muestras analizadas de Basalto IV, si bien escasas, alcanzan a indicar que la dirección de la magnetización termorremanente media de este basalto es no dipolar axial y de polaridad normal, figura 10b.

*d) Area Zapala:* Todos los basaltos estudiados en este área, (del I al V inclusive), tienen una dirección media de magnetización termorremanente muy próxima a la que correspondería en ella a un campo geomagnético dipolar y axial. Algunos flujos de Basalto I presentan polaridad reversa y otros normal, figura 11a; en esta figura también se ha representado la dirección media de la magnetización termorremanente de otros flujos de Basalto I pertenecientes al mismo área obtenida en un trabajo previo, Valencio, 1965a, la que como puede observarse es muy próxima a la obtenida en el presente trabajo. Los mantos de Basalto II analizados presentan todos polaridad reversa, figura 11b; en esta figura también se ha representado la dirección media de la magnetización termorremanente de otros mantos de Basalto II de la misma área obtenida previamente, Valencio, 1965b, la que es prácticamente coincidente con la hallada en este estudio. En las figuras 11c, d y e están representadas las direcciones medias de la magnetización termorremanente de las muestras de Basalto III, IV y V, respectivamente.

*e) Area Zapala Sur:* Aquí fueron estudiados flujos de Basalto I, II y III; las direcciones medias de las magnetizaciones termorremanentes de los dos primeros son coincidentes con la dipolar axial del área, figuras 12 a y b, mientras que la del basalto III no, figura 12c; todas las muestras analizadas del área, poseen polaridad reversa.

## 2.2. EL ESTUDIO RADIMETRICO

Simultáneamente con la realización de los estudios paleomagnéticos ya descritos, se iniciaron estudios radimétricos tendientes a determinar la edad de las muestras analizadas. Este estudio fue realizado por el Dr. U. G. Cordani, en el Laboratorio destinado a esta clase de análisis perteneciente a la Facultad de Filosofía, Ciencias y Letras de la Universidad de San Pablo, Brasil. La datación de las muestras fue realizada por el método Argón-Potasio, y a la fecha sólo se disponen de los resultados reunidos en el Cuadro 2, aunque en realidad se cuenta con cinco dataciones más, las que no han sido incluídas, porque sus errores experimentales son superiores a los normalmente aceptados. Actualmente se tiene proyectado la realización de un plan de datación integral que cubrirá la mayor parte de las localidades muestreadas, esperando poder disponer de los resultados del mismo en un futuro cercano.

Del análisis de los datos sintetizados en el Cuadro II surge que en rasgos generales las edades radimétricas de las muestras analizadas son acordes con las que les fueron asignadas en los estudios geológicos previos; sin embargo debe destacarse que sistemáticamente las edades radimétricas resultaron ser mayores que las geológicas.

Así, en el área de Zapala el estudio radimétrico de muestras de Basalto II indicó que el mismo tiene una edad mayor que la que le fue atribuída en los estudios geológicos, debiéndosele ubicar en el Plioceno Medio a Inferior.

En esta misma área, tanto la edad radimétrica como la polaridad del magnetismo termorremanente del Basalto III conducen a ubicarlo en el período de Olduvai próximo al límite Plioceno-Pleistoceno actualmente aceptado, (nótese que en este caso los datos paleomagnéticos permiten reducir la indeterminación debida al error circunstancial presente en el valor de la edad absoluta).

CUADRO II

Resumen de los datos obtenidos del estudio radimétrico por el método argón-potasio, de algunos basaltos Cenozoicos de las provincias de Neuquén y Mendoza, República Argentina

Basalto	Area	Muestra N°	Edad (10 <sup>4</sup> años)
I.....	Los Volcanes	358	27,6 ± 0,8
II.....	Zapala	148	8,04 ± 0,24
III.....	Zapala	142	2,30 ± 0,30
V.....	Zapala	139	0,47 ± 0,20
V.....	Buta Ranquil	229	2,51 ± 0,32

Además, siempre en el área de Zapala, el estudio radimétrico de muestras de Basalto V indicó que la edad del mismo es bastante mayor que la que le fue asignada previamente, debiéndose ubicar en el Pleistoceno Superior.

Por último en el área de Buta Ranquil el estudio de muestras de Basalto V recogidas en las vecindades de la población de Tricao Malal indicó, a pesar del error experimental relativamente alto involucrado, que la edad radimétrica del mismo es mucho mayor que la geológica.

2.3. DISCUSION Y RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Del análisis de los resultados descriptos en los ítems anteriores y sintetizados en los Cuadros I y II, se desprenden las siguientes conclusiones:

- a) El campo magnético terrestre tuvo, fundamentalmente, las características de uno dipolar y axial durante el lapso transcurrido entre las efusiones de los distintos flujos de lavas estudiados, (Cenozoico).
- b) En todas las áreas, con excepción de la de Zapala, se encontraron mantos de basalto cuyos magnetismos termorremanentes presentan direcciones no coincidentes con la

de un campo dipolar-axial; tal como puede observarse en el Cuadro I son pocos los basaltos con estas características, los que constituyen la excepción más bien que la regla. La dirección no dipolar-axial del magnetismo termorremanente de cada uno de estos basaltos, puede ser debida a que su efusión se produjo cuando el campo magnético terrestre estaba bajo un proceso de reversión de polaridad. Cox y Dalrymple, 1967, sostienen que la mejor estimación del tiempo requerido por el campo magnético terrestre para completar un cambio de polaridad es de 4.600 años; si se tiene en cuenta que en los últimos 3,6 millones de años, la duración de una época y de un período de igual polaridad del campo geomagnético osciló entre 0,7 y 1,8 . 10<sup>6</sup> y entre 0,07 y 0,16 . 10<sup>6</sup> años respectivamente, la simple comparación de estas cifras con la anterior justifica por qué es menos probable encontrar lavas cuyas direcciones de magnetización termorremanente sean no dipolares-axiales.

- c) En las áreas de Los Volcanes y Llan-canelo, Provincia de Mendoza, los flujos de Basalto III tienen una dirección de magnetización termo-

- remanente dipolar-axial, pero mientras que en la primera de las áreas los mismos son de polaridad reversa, en la segunda son de polaridad normal; de ello se desprende que el llamado Basalto III de Llanquanello, no es de la misma edad que el basalto homónimo de Los Volcanes.
- d)* Del mismo modo se puede afirmar que en estas áreas las efusiones del llamado Basalto IV no fueron sincrónicas, pues si bien en ambas las mismas tienen magnetizaciones termorremanentes de características no dipolares-axiales, su polaridades son de signo opuesto.
- e)* En el área de Buta Ranquil, el Basalto V de Tricao Malal, (dipolar-axial, polaridad reversa) no es contemporáneo del basalto homónimo de las inmediaciones de la localidad de Buta Ranquil, (dipolar-axial, polaridad normal), y si bien no es posible decir sobre la base de los datos paleomagnéticos cual de ellos es el más antiguo, sí es posible afirmar que entre sus efusiones debió transcurrir un lapso no menor de 4.600 años. El mismo razonamiento es válido para los Basaltos III de polaridad normal y reversa del mismo área.
- f)* Las edades radimétricas obtenidas de muestras de Basalto II, III y V, del área de Zapala, Provincia de Neuquén, si bien en líneas generales son acordes con las edades geológicas asignadas a los mismos, resultaron ser sistemáticamente mayores que éstas. Así, de acuerdo a los datos radimétricos al Basalto II habría que incluirlo en el Plioceno Medio a Inferior, y al Basalto V en el Pleistoceno Superior. Asimismo, sobre la base de los estudios radimétricos y paleomagnéticos, al Basalto III de este área habría que ubicarlo en el Plioceno, casi en el límite con el Pleistoceno.
- g)* En el área de Buta Ranquil, Provincia de Neuquén, la edad surgida del estudio radimétrico del Basalto V, indica que el mismo tiene mayor edad que la que le fue atribuida sobre la base de estudios geológicos. Al respecto cabe aclarar que para la datación se utilizó material proveniente de muestras recolectadas en las inmediaciones de la localidad de Tricao Malal, (polaridad magnética reversa), y que por lo tanto este resultado no es extensivo a los flujos de basalto homónimos presentes en los alrededores de Buta Ranquil, (polaridad magnética normal).
- h)* En las áreas de Llanquanello y Los Volcanes, admitidas las edades asignadas a los distintos basaltos aflorantes en ellas por los estudios geológicos y fijando el límite Plioceno-Pleistoceno en  $1,85 \cdot 10^6$  años, Berggren y otros, (1967), los resultados paleomagnéticos indican que: *a)* los Basaltos V, VI y VII pertenecerían a la época de polaridad normal de Brunhes, figura 1; *b)* en la primera de las áreas nombradas el Basalto III estaría incluido en el período de polaridad normal de Jaramillo y el Basalto IV podría representar o la reversión presente entre la época de Brunhes y la de Matuyama, o bien la existente entre esta última y el inicio del período de Jaramillo; y *c)* en el área de Los Volcanes el Basalto III podría estar incluido en cualquiera de las dos sub-épocas superiores de Matuyama y el Basalto IV sería contemporáneo a una de las tres reversiones de polaridad existentes entre la época de Brunhes y la segunda sub-época de Matuyama. La validez de esta interpretación quedará evidenciada cuando se posean las edades radimétricas de los distintos basaltos estudiados.

i) En el área de Zapala, los resultados de los estudios paleomagnéticos y radimétricos indican que: a) el Basalto V pertenece a la época de polaridad normal de Brunhes; b) el Basalto III pertenece al período de polaridad magnética normal de Olduvai, (obsérvese que aquí los datos paleomagnéticos permiten disminuir la indeterminación presente en el valor de la edad absoluta), y c) el Basalto IV podría estar incluido en cualquiera de las dos sub-épocas superiores de polaridad reversa de Matuyama.

### 3.1. ANALISIS FISICO-MINERALOGICO DE ALGUNOS DE LOS BASALTOS ESTUDIADOS

Durante el proceso de lavado por medio de campos magnéticos alternos se puso en evidencia que muestras provenientes de un mismo flujo de basalto solían tener un comportamiento magnético muy distinto; este hecho no por bien conocido deja de ser interesante y bien amerita la realización de un estudio de los minerales magnéticos constituyentes de dichas muestras para tratar de explicar el por qué de estas diferencias. A continuación se presentan los detalles de un estudio de esta naturaleza, realizado con algunas muestras de Basaltos II, III y V. Para la realización de este estudio se eligieron muestras que perteneciendo a un mismo afloramiento tuvieran un comportamiento magnético muy diferente; así se seleccionaron pares de muestras de un mismo manto, de polaridad magnética normal o reversa, cuyos gráficos representativos de la variación de la intensidad y de la dirección de su magnetismo remanente natural en función del campo desmagnetizante tuviesen características diferentes. Una de estas muestras poseía una magnetización remanente natural estable caracterizada, en la curva  $M_r/M_0$  en función de  $H_d$ , por una disminución lenta de la intensidad de

la magnetización remanente con el aumento de  $H_d$ , y en el estereograma respectivo por manifestar un pequeño o ningún cambio en la dirección de la magnetización luego de cada etapa de lavado, figura 13; a las curvas de des-

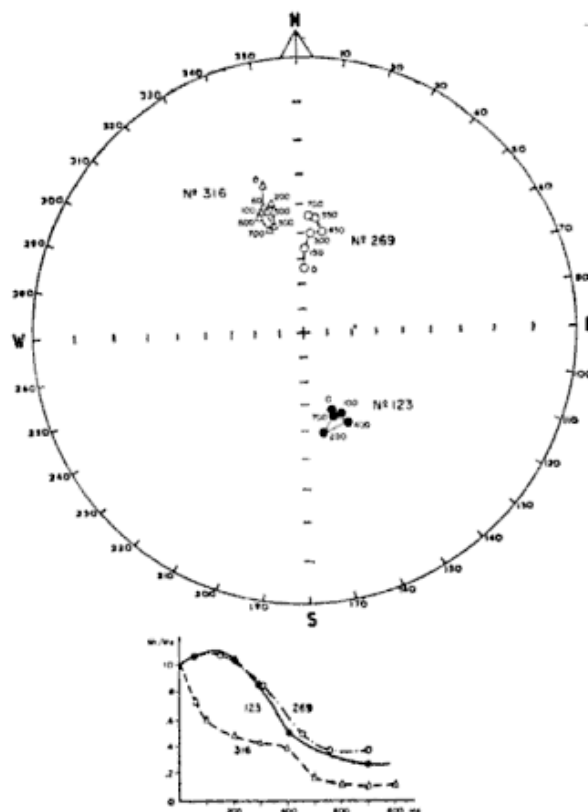


Fig. 13. — Gráficos representativos del comportamiento del magnetismo remanente natural de muestras con características de magnetización estables (Tipo A), al ser lavadas por medio de campos magnéticos alternos. Se han tomado como ejemplo: una muestra de Basalto II, la número 123, una de Basalto III, la número 316, y una de Basalto V, la número 269. El número que figura al lado de cada punto-dirección en el estereograma representa el valor del campo desmagnetizante utilizado en esa etapa de lavado.

magnetización de este tipo se las clasificó en este trabajo por medio de la letra A. La segunda muestra del par poseía una magnetización remanente natural inestable, caracterizada por una disminución rápida de la intensidad de su magnetización y por un cambio notable en la dirección de la misma, luego de cada una de las primeras etapas de lavado, figura 14; a las curvas de

Resumen de las características físico-mineralógicas de algunas de las muestras de basalto est  
magnético de las muestras por medio de

Basalto	Muestra N°	Titanomagnetita		Oxidación a alta temperatura				
		Homogénea	Esquelética	Titanomagnetita		Hematita	Pseudobro- okita	Grado de oxidación
				Desmezcla		Desmezcla		
				Ilmenita	Hematita	Ilmenita		
II	123	sí	—	—	—	sí	—	medio bajo
II	124	sí	—	—	sí	—	—	bajo
II	146	sí	—	sí	—	—	sí	medio bajo
II	147	—	—	sí	sí	sí	—	bajo
II	163	—	—	sí	sí	—	—	alto
II	169	sí	—	—	sí	—	—	medio alto
III	222	—	—	sí	sí	—	—	bajo
III	224	abund.	—	—	—	sí	—	muy bajo
III	316	—	—	—	sí	sí	sí	medio
III	313	sí	sí	sí	—	—	—	bajo
III	355	sí	—	—	sí	—	sí	medio
III	353	sí	—	sí	—	sí	—	medio bajo
V	210	sí	sí	sí	—	—	—	bajo
V	207	—	—	sí	sí	—	—	muy bajo
V	231	sí	abund.	sí	—	—	—	bajo
V	236	sí	muy abund.	sí	—	—	—	bajo
V	269	—	—	sí	sí	—	—	medio bajo
V	268	sí	—	sí	—	sí	—	medio bajo
V	371	sí	sí	sí	sí	—	—	medio bajo
V	369	abund.	—	sí	—	—	—	bajo

as; Información reproducida de Pucci, 1967, y complementada con los resultados del lavado  
s magnéticos alternos y altas temperaturas

Oxidación a baja temperatura Titanio- maghemita	Tamaño del grano en mm	Tipos de gráficos de desmag- tización	Polaridad magnética N o R	Coercitividad inferior del magnetismo natural : $H_{cb}$ (en Oerstedts)	Intensidad de la magne- tización remanente natural inicial ( $M_0$ ) en u. e. m.	Relación de intensidades $M_{150}/M_0$	Temperatu- de bloqueo °C	Punto de Curie °C
—	0,010	A	R	450	$3 \cdot 10^{-3}$	1,1	400-570	570
—	0,020-0,010	B	R	150	83 »	0,02	0-520	620
—	0,028	A	R	550	34 »	0,77	200-570	570
—	0,030	B	R	120	178 »	0,32	400-520	520
—	0,031	A	R	500	32 »	0,90	300-520	570
—	0,040	B	R	120	184 »	0,54	—	—
—	0,056	A	N	520	$44 \cdot 10^{-3}$	0,83	130-250- 250-400	250 ; 520
—	0,073	B	N	150	367 »	0,59	—	—
—	0,031	A	N	500	117 »	0,71	400-420	520
—	0,054	B	N	200	103 »	0,58	130-250	250 ; 520
—	0,049	A	R	350	24 »	1,—	400-570	570
—	0,056	B	R	120	94 »	0,68	130-520	520
—	0,010	A	R	350	$3 \cdot 10^{-3}$	0,90	200-400	400
—	0,026	B	R	150	37 »	0,16	—	—
—	0,027	A	R	300	66 »	0,87	400-520	520
—	0,031	B	R	150	65 »	0,20	0-300	300
—	0,010	A	N	500	45 »	1,—	400-520	520
—	0,020	B	N	180	37 »	0,35	200-400	520
—	0,025-0,020	A	N	470	91 »	0,87	0-400	400
—	0,030-0,025	B	N	150	180 »	0,11	—	—

desmagnetización de estas características se las individualizó por la letra B.

La constitución mineralógica de cada par de muestras así seleccionadas fue analizada al microscopio por medio de luz reflejada y refractada describiéndose los minerales magnéticos presentes,

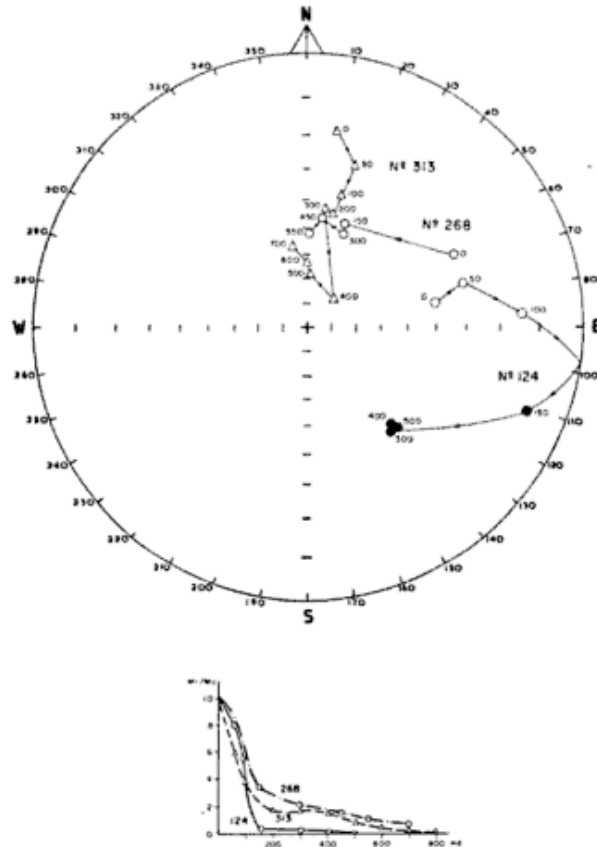


Fig. 14. — Gráficos en los que se indica el comportamiento del magnetismo remanente natural de muestras provenientes del mismo afloramiento que las de la Figura 13, pero con características de magnetización inestables, (Tipo B), al ser lavadas por medio de campos magnéticos alternos. Para ejemplo se han tomado una muestra de Basalto II, la número 124, una de Basalto III, la número 313, y una de Basalto V, la número 268.

el tamaño de sus granos y las manifestaciones de procesos de oxidación a alta y baja temperatura, Pucci, 1967; en el Cuadro III están resumidas las características mineralógicas, puestas en evidencia en ese estudio, de cada una de las muestras seleccionadas, como asimismo sus características físicas definidas en los procesos de lavado por altas

temperaturas y por campos magnéticos alternos.

El estudio por medio de luz refractada permitió definir que los tres tipos de basalto analizados son olivínicos y porfíricos y que los fenocristales, constituidos por plagioclasa y olivina, constituyen entre el 30 y el 40 % de la roca; en la pasta de los mismos están presentes minerales de plagioclasa, (la más abundante), piroxeno y olivina; como mineral accesorio predominante en todas las muestras se presenta la titanomagnetita.

Por su parte el análisis de los minerales opacos presentes en las muestras de basalto estudiadas permitió definir las siguientes características generales de los mismos: *a)* los minerales magnéticos ampliamente dominantes son las titanomagnetitas; *b)* en las muestras de Basalto V se presentan cristales de titanomagnetita esqueléticos en mayor cantidad que en las muestras de Basalto II y III; *c)* todas las muestras analizadas tienen síntomas de oxidación a alta temperatura manifestados por la presencia de titanomagnetita con desmezcla de ilmenita y hematita, y hematita con desmezcla de ilmenita; sin embargo las muestras de Basalto V se caracterizan por tener un menor grado de oxidación que las muestras de Basalto II y III; *d)* en las muestras de Basalto II y III aparece pseudobrookita como producto final de una oxidación a alta temperatura, mientras que la misma no fue hallada en las muestras de Basalto V; y *e)* en ninguna de las muestras estudiadas pudo observarse la presencia de titanomaghemita, por lo que se desprende que ninguno de los basaltos analizados estuvo sometido a un proceso ulterior de oxidación a baja temperatura.

Del análisis conjunto de las propiedades físico-mineralógicas de las muestras de basalto estudiadas se desprenden las siguientes conclusiones: *a)* los minerales magnéticos predominantes en los Basaltos II, III y V son los de la serie titanomagnetita; *b)* todas las muestras

analizadas presentan indicios de oxidación a altas temperaturas, pero sin embargo de cada par de muestras pertenecientes a un mismo flujo, aquélla que posee un mayor grado de oxidación a alta temperatura es la que se caracteriza por tener una magnetización remanente compuesta por una del tipo termorremanente con muy poco o ningún componente del tipo viscoso o isotérmico; *c)* de cada par de muestras estudiadas aquélla que presenta un mayor grado de oxidación a alta temperatura es la que se caracteriza por poseer granos de tamaño menor y un mayor valor de coercitividad del magnetismo remanente natural; *d)* de cada par de muestras analizadas aquélla que posee un tamaño de grano mayor, es la que se caracteriza por poseer una magnetización remanente natural constituida en su mayor proporción por una del tipo viscoso o isotérmico, (la ausencia de una oxidación a baja temperatura hizo posible la destrucción de estas magnetizaciones espurias por medio de lavado por campos magnéticos alternos); *e)* ninguna de las muestras analizadas presenta indicios de una oxidación muy intensa, hecho que conjuntamente con otras pruebas de laboratorio realizadas, permite afirmar que el magnetismo remanente de las mismas no se debe a un fenómeno de autorreversión; y *f)* existe por lo general una diferencia significativa entre las intensidades iniciales del magnetismo remanente de las muestras de un mismo flujo con características estables e inestables, y entre las relaciones  $M_{150}/M_0$ , (intensidad del magnetismo remanente luego de lavado con un campo  $H_d = 150$  Oersteds/intensidad del magnetismo remanente inicial), de las mismas.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen sinceramente al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, de la República Argentina, al Natural Environment

Research Council y a la Royal Society del Reino Unido, por los subsidios que les otorgaron para la realización del presente estudio; a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y al Departamento de Física de la Universidad de Newcastle upon Tyne del Reino Unido, en cuyos laboratorios se efectuaron los presentes estudios, por haber facilitado los medios para su realización; al Dr. Cordani de la Facultad de Filosofía, Ciencias y Letras de la Universidad de San Pablo, Brasil, por la ejecución de los estudios radimétricos y a Yacimientos Petrolíferos Fiscales de Argentina, Gerencia de Exploración, por haber facilitado el vehículo con el cual se realizó el viaje de campaña y por la información recibida de algunas de aquellas áreas cuyos estudios geológicos no han sido publicados.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Berggren, W. A., Phillips, J., Bertels, A. y Wall, D., 1967. Late Pliocene Pleistocene Stratigraphy in deep sea cores from the South Central North Atlantic. — *Nature*, vol. 216, n° 5112.
- Cox, A. y Dalrymple, G. B., 1967. Statistical Analysis of Geomagnetic Reversal Data and the precision of Potassium Argon Dating. — *Journal of Geophysical Research*, vol. 72, n° 10.
- Creer, K. M., 1958. Preliminary paleomagnetic measurements from South America. — *Annals de Geophysique*, Tomo 14.
- Creer, K. M. y Sanver, M., 1966. The use of the sun compass; Methods in paleomagnetism, editado por D. Collison, K. M. Creer y S. Runcorn.
- Criado, Roque P., 1949. Relevamiento geológico de la Hoja 29-b, Bardas Blancas. — Informe inédito perteneciente a Yacimientos Petrolíferos Fiscales.
- Chamalaun, F. H. y Mc. Dougall, L., 1966. Dating Geomagnetic polarity epochs in Réunion. — *Nature*, vol. 210, n° 5042.
- Doell, R. R. y Dalrymple, G. B., 1966. Geomagnetic polarity epochs, a new polarity event and the age of the Brunhes-Matuyama Boundary. — *Science*, vol. 152.
- Fisher, R. A., 1953. Dispersion on a sphere. — *Royal Soc. London Proc., Sec. A*, vol. 217.



- Groeber, P., (1929). Líneas fundamentales de la Geología del Neuquén, Sud de Mendoza y regiones adyacentes. — Dirección General de Minas, Publicación 58.
- 1933. Confluencia de los ríos Grande y Barrancas (Mendoza y Neuquén). Descripción de la Hoja 31a del mapa geológico general de la República Argentina. — Boletín n° 38 de la Dirección de Minas y Geología.
- 1937. Hoja 30c del Mapa Geológico general de la República Argentina. — Mapa sin texto; Dirección de Minas y Geología.
- 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70: 1. Chos Malal. — Revista de la Sociedad Geológica Argentina, Tomo 1, n° 3.
- 1947. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70: 3. Hojas Domuyo, Mari Mahuida, Huarhuar-Co y parte de Epu Lauquen; 4. Hojas Bardas Blancas y Los Molles. — Revista de la Sociedad Geológica Argentina, Tomo II, n° 4.
- 1949. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. Adiciones y correcciones. — Revista de la Asociación Geológica Argentina, Tomo IV, n° 1.
- Lambert, L. R., 1956. Descripción geológica de la Hoja 35b Zapala (T. N. de Neuquén). — Dirección Nacional de Minería, Boletín n° 83.
- Pucci, I. A., 1967. Estudio de los minerales opacos de algunos basaltos terciarios y cuaternarios de la República Argentina: su relación con el magnetismo remanente de los mismos. — Tesis inédita para optar al Título de Licenciado en Geología, Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires.
- Rodrigo, F., 1957. Informe Geológico de la hoja I.G.M., 1:100.000, 3969-13, Zapala. — Informe inédito de la Dirección General de Ingenieros.
- Valencio, D. A., 1965 a. Resultados preliminares del estudio paleomagnético del Basalto de la Barda Negra, Provincia de Neuquén. — Revista de la Asociación Geológica Argentina, Tomo XX, n° 1.
- 1965 b. Estudio paleomagnético del Basalto II de edad suprapliocena de la Pampa de Zapala, Provincia de Neuquén. — Revista de la Asociación Geológica Argentina, Tomo XX, n° 2.
- Valencio, D. A. y Delneri, A. C., 1967. La brújula solar: ábacos para su aplicación. — Revista de la Asociación Geológica Argentina, Tomo XXII, n° 2.
- Yrigoyen, M. R., 1950. Algunas observaciones sobre los basaltos cuaternarios del Sur de la Provincia de Mendoza. — Revista de la Asociación Geológica Argentina, Tomo V, n° 4.
- Zollner, W. y Amos, A. J., 1953. Descripción geológica de la Hoja 32 b. Chos Malal. — Informe inédito. Dirección Nacional de Minería y Geología.

Recibido el 18 de Julio de 1968.

## FOSFATOS EN LAS PEGMATITAS DEL CERRO BLANCO, TANTI, PROVINCIA DE CORDOBA

POR IEBE DINA GAY

Universidad Nacional de Córdoba

### RESUMEN

En las pegmatitas del Co. Blanco de Tanti, Córdoba, República Argentina, se han determinado asociados a triplitas los fosfatos: strengita, metastrengita, dufrenita y bermanita que se describen en este trabajo.

La dufrenita es señalada por primera vez en estas pegmatitas y en el país.

La metastrengita ha sido determinada por Kittl en mezcla con triplita; en el presente estudio se describen cristales, sus formas, asociaciones principales y óptica.

Los cristales de strengita, que son más frecuentes, tampoco habían sido señalados hasta el presente; se ha llevado a cabo además de su estudio morfológico y óptico, la comprobación de su celda y grupo espacial.

Se dan las características ópticas de bermanita, se señala el clivaje (010), además de los clivajes (001) y (110) dados por Dana.

Sobre estos minerales se hicieron determinaciones roentgenográficas; se identificaron con diagramas Debye, autunita, torbernita y otros minerales asociados a estos fosfatos.

### SUMMARY

This work deals with a description of a number of phosphates (strengite, metastrengite, dufrenite and bermanite) which were found in the pegmatites on Co. Blanco, Tanti, Córdoba, Argentina and which were determined as associated to triplite.

The dufrenite is pointed out for the first time in these pegmatites and in the country.

The metastrengite was determined as mixed with triplite by Kittl. This description now deals with crystals: their forms, principal associations and optics.

Crystals of strengite, which are more frequently given, had not been pointed out up until now. We have carried on a study of their morphology and optics as well as re-testing their cell and spatial group.

We are giving here the optic characteristics of bermanite and we also indicate the cleavage (010) besides indicating the cleavages (001) and (110) given by Dana.

Roentgenographic determination were made on these minerals; and autunite, torbernite, and other minerals associated to these phosphates were identified through powder diagrams.

### INTRODUCCION

Este trabajo presenta los resultados obtenidos hasta ahora en el curso de una investigación sobre fosfatos y minerales asociados de las pegmatitas de Córdoba; se estudiaron algunos fosfatos del grupo de pegmatitas del C<sup>o</sup> Blanco de Tanti y se verificó la pre-

sencia de otros, actualmente en estudio.

El C<sup>o</sup> Blanco se encuentra en Pedanía San Roque, departamento Punilla de la Provincia de Córdoba, aproximadamente nueve km. al oeste de Tanti sobre la ruta nacional N<sup>o</sup> 20. Varios autores se han ocupado de los minerales de las pegmatitas del C<sup>o</sup> Blanco, propor-

cionándonos valiosos datos, entre ellos Stelzner, Olsacher, Ahlfeld y Angelelli. Especial atención a los mismos ha prestado Kittl que entre sus numerosos trabajos ha dedicado varios al estudio de estas pegmatitas y en particular a su composición mineralógica y génesis.

#### ANTECEDENTES

En una revisión de los fosfatos del C<sup>o</sup> Blanco señalados en la bibliografía nos encontramos con los siguientes: triplita, apatita, heterosita y trifilina; sobre trifilina y heterosita no existe publicado ningún dato específico.

Kittl (1954) en uno de sus trabajos sobre esas pegmatitas, menciona junto con otros minerales los siguientes fosfatos: torbernita, autunita, ferristewartita, strengita, metastrengita y amblogonita, este último señalado como dudoso. Posteriormente (1956) refiriéndose exclusivamente a los fosfatos secundarios, confirma la existencia de metastrengita, ferristewartita, autunita y torbernita y, hace mención de bermanita, determinados roentgenográficamente. Los análisis químicos y roentgenográficos de metastrengita fueron realizados sobre un mineral azul pulverulento; no menciona la presencia de cristales y aclara no haber comprobado la existencia de strengita.

#### DESCRIPCION DEL MATERIAL ESTUDIADO

El material objeto de este estudio proviene de la mina "El Criollo" perteneciente al Cerro Blanco. En una de las pegmatitas de este distrito en la que aparece un gran cuerpo de triplita se han determinado: apatita, strengita, metastrengita, bermanita, dufrenita, torbernita y autunita. Asociados a estos fosfatos encontramos: pirita, calcopirita, spessartita, yeso, fluorita, óxidos de manganeso. La determinación de todos

estos minerales se realizó roentgenográficamente.

Las características generales de la triplita han sido descritas por los autores mencionados; en este estudio nos limitamos a obtener diagramas de polvo de triplitas de distintas coloraciones, desde clara a oscura y casi negra, comprobando que no existen diferencias apreciables entre los mismos.

Se prestó especial atención a una triplita muy clara salpicada con nódulos blancos de apatita, su aspecto algo distinto nos llevó a realizar además del control roentgenográfico su quimismo, resultando una triplita rica en calcio. La apatita de esta muestra también ha sido objeto de estudio, determinación roentgenográfica y análisis químico. Frecuentemente asociados a esta triplita, y generalmente en zonas alteradas y donde hay mayor concentración de apatita, siempre con presencia de pirita y en menor cantidad calcopirita, se encuentran los fosfatos secundarios que se describen a continuación.

#### *Strengita* $\text{Fe}^3(\text{PO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Se han encontrado cristales bien desarrollados de strengita en pequeñas drusas que son frecuentes en un mate-

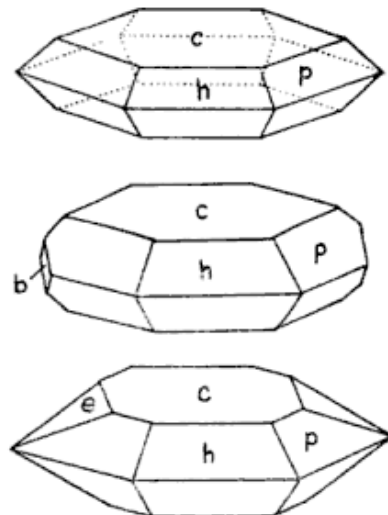


Fig. 1.— Asociaciones más frecuentes en strengita

material alterado con predominio de apatita y gran cantidad de sulfuros y muchas

veces en presencia de cuarzo. También se presenta en costras muy delgadas formadas por pequeñísimos cristales cubriendo superficies de grietas en grandes masas de triplita; menos frecuentes son los agregados en forma de esferulitas con estructura fibrosa radial y marcada zonalidad.

terísticas ópticas. Se trabajó sobre cristales, rosado pálido, que se obtuvieron de una sola geoda de un tamaño aproximado de 0,5 cm. Se siguió este criterio por el hecho que en la misma zona se encuentran strengitas de diferentes coloraciones, desde casi incolora a rosada pálida con diversas tonalidades

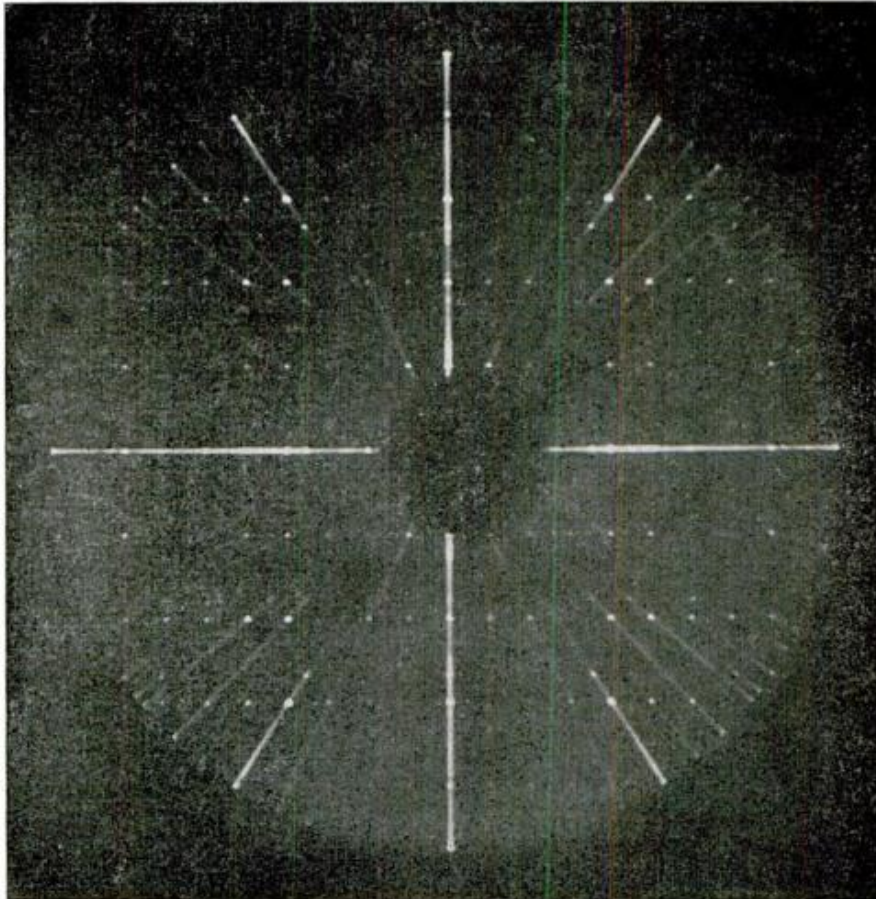


Fig. 2. — Diagrama de precesión de strengita - Rad. Mo sin filtro. Eje de rotación  $c$

Está generalmente asociada a metastrengita.

A pesar del reducido tamaño de los cristales de strengita, que en algunos casos llegan aproximadamente a un milímetro en su máxima dimensión y siendo frecuentes los intercrecimientos, ha sido posible separar cristales únicos, realizar mediciones goniométricas, medir los parámetros de la celda elemental y verificar el grupo espacial. Sobre el mismo material que se estudió roentgenográficamente se determinaron las caracte-

hasta violácea que se acentúa en las esferulitas. No ha sido posible realizar análisis químico por la dificultad de separar material puro.

En un estudio morfológico se pudieron determinar las formas que se detallan a continuación, se realizaron sólo algunas mediciones goniométricas suficientes para la identificación de las mismas de acuerdo a los valores dados por Dana, según Himmel y Schroeder y la orientación establecida por Strunz y Sztrókay:

c (001), b (010), a (100), h (201), e (012), p (111).

El hábito es tabular [001] con predominio de la combinación de las formas *c*, *p*, *h*, en muy pocos casos se encontraron *e* y *a*, esta última de muy poco desarrollo. Se diferencian de las

a incoloro. Se realizaron las siguientes mediciones:

		<i>Orientación</i>
$\alpha$	= 1,730	X = a
$\beta$	= 1,732	Y = c
$\gamma$	= 1,760	Z = b
2 V	= (+) 30°	r < v (fuerte)

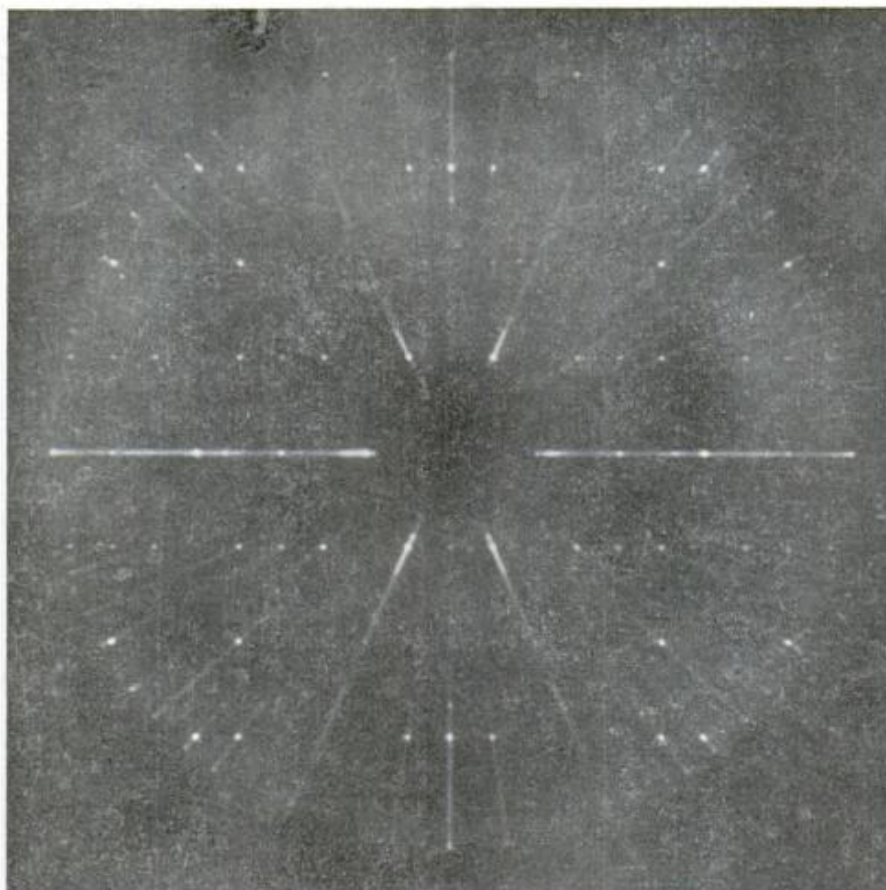


Fig. 3. — Diagrama de precesión de strengita - Rad. Mo sin filtro. Eje de rotación *a*

strengitas estudiadas por Himmel y Schroeder (1936), en las cuales predomina el hábito octaédrico.

Sobre la base de la proyección estereográfica, se realizaron los dibujos de fig. 1.

Al microscopio generalmente es incolora a rosada pálida. Se observó marcado pleocroismo en casos de individuos fuertemente coloreados como en ciertas esferulitas, las que presentan estructura zonal; el pleocroismo es de violáceo

Estudio roentgenográfico: del diagrama de difracción de polvo se obtuvieron los resultados del cuadro I.

El grupo espacial fue determinado por Kokkoros (1938), que obtuvo las constantes reticulares dadas luego por Strunz (1939) y posteriormente por Mc. Connell (1940), siempre por medio de diagramas de polvo. De la strengita del C° Blanco se pudieron obtener excelentes diagramas Weissenberg y de precesión (fig. 2 y 3) de los que, por

observación de las extinciones, se comprobó el grupo espacial,  $Pcab$  y se obtuvieron los siguientes valores de la celda elemental.

$$\begin{aligned} a_0 &= 10,08 \text{ \AA} \\ b_0 &= 9,87 \text{ \AA} \\ c_0 &= 8,70 \text{ \AA} \end{aligned}$$

**Metastrengita**  $\text{Fe}^{3+}(\text{PO}_4)(\text{H}_2\text{O})_2$

La metastrengita es abundante como producto de alteración de aspecto poroso, de un característico color azul violáceo, alternando o en mezcla íntima con material rosado que corresponde a strengita. Esta forma de presentarse, ya señalada por Kittl como metastrengita en mezcla con triplita, es frecuente en zonas alteradas asociada a apatita y sulfuros.

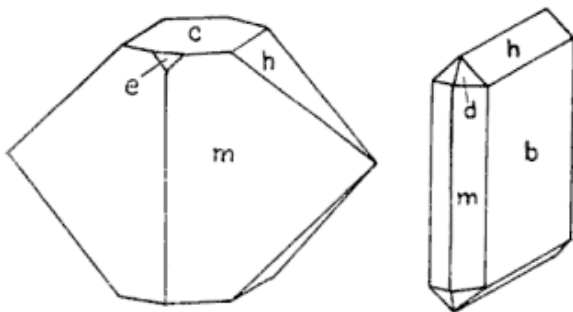


Fig. 4. — Asociaciones observadas en metastrengita

Se han encontrado en pocos casos drusas con cristales tabulares delgados de metastrengita, o con hábito prismático grueso, estrechamente vinculados a strengita, los que se distinguen esencialmente por su forma cristalina y una pequeña variación en el color. También se la encontró en costras recubriendo grietas en la triplita.

Los cristales de metastrengita, como los de strengita, son transparentes, de color rosado, diferenciándose en general los de strengita por una tonalidad algo violácea más o menos intensa; esta característica nos ayudó a su separación, la que en algunos casos resultó dificultosa.

El estudio morfológico nos permitió identificar de acuerdo a Dana, las for-

mas: c (001), m (110), h (011), e (101), b (010), d (111).

Los dibujos de fig. 4 representan las combinaciones y desarrollos más frecuentes. En un estudio óptico se determinó:

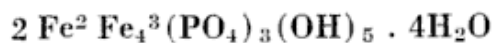
<i>Orientación</i>	
$\alpha = 1,691$	$x \wedge c \sim 4^\circ$
$\beta = 1,724$	$y = b$
$\gamma = 1,738$	
$2V = (-) 62^\circ$	$r > v$ (fuerte)

Determinación roentgenográfica: se han obtenido varios roentgenogramas de polvo del material azul violáceo, comprobándose en todos los casos que se trata de metastrengita asociada siempre con strengita; no ha sido posible separar material puro.

Los valores dados en el cuadro I son el resultado de un diagrama obtenido de cristales de hábito prismático desarrollados conjuntamente con la strengita; se observan líneas muy débiles que corresponden a este mineral, señaladas con s.

Con respecto a la estructura, Moore (1966) ha llevado a cabo un detallado estudio estableciendo sus relaciones con strengita y fosfilita, corroborando además los datos de celda y grupo espacial dados por Mc. Connell (1939).

**Dufrenita**



Asociada a los fosfatos descritos, en el mismo material alterado, en pequeñas geodas con strengita, encontramos dufrenita. Este fosfato es señalado por primera vez en estas pegmatitas.

Se presenta en masas botrioidales y costras de estructura fibrosa, o en agregados cristalinos muy finos, en los que no fue posible identificar las formas. Color verde oscuro casi negro. Al microscopio se observa fuerte pleocroismo, de pardo amarillo claro a verde esmeralda fuerte.

Fron del (1949), en un detallado estudio de dufrenita y especies afines, es-

**CUADRO I**  
**Datos de diagramas de polvo de Rayos X \***

Strengita		Metastrengita		Dufrenita		Bermanita	
I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å
8	5,5	5	6,56	6	12,05	10	9,71
5	4,91	4	4,90	8	5,05	<1	5,44
10	4,38	8	4,68	2	4,35	6	5,13
5	3,99	1	4,55	2	4,15	3	4,84
4	3,70	9	4,35	8	3,43	6	4,37
3	3,29	2	4,11	5	3,22	4	3,65
8	3,11	6	3,61	10	3,17	4	3,27
6	3,01	<1	3,20	5	3,00	6	2,92
6	2,94	<1	3,12 s	5	2,90	6	2,79
2	2,78	10	2,78	2	2,64	1	2,536
<1	2,68	1 B	2,65	<1	2,58	1	2,475
1	2,63	3	2,56	1 B	2,426	1	2,338
8	2,54	<1	2,543 s	2	2,106	1	2,273
5	2,445	<1	2,45	1	2,067	1	2,163
2	2,347	1	2,341	<1	2,010	1	2,114
1	2,268	<1	2,255	1 B	1,927	1 B	2,023
1	2,185	<1	2,23	<1	1,655	1 B	1,927
5	2,133	1-2	2,123	<1	1,612	1	1,878
2	2,080	1 B	2,07	1	1,583	1	1,832
5	2,006	3	2,007	<1	1,524		
3	1,963	<1	1,990	<1	1,497		
2	1,903	<1	1,911				
1	1,832	<1	1,83				
1	1,805	1	1,814				
1	1,763	1	1,764				
1	1,718	1 B	1,739				
1	1,683	<1	1,685				
3	1,650	1	1,669				
2	1,621	<1	1,631				
2	1,604	<1	1,598				
1	1,565	<1	1,579				
1	1,556	<1	1,555				
1	1,541	<1	1,539 s				
1	1,479	<1	1,528				
2	1,442						
1	1,414						
2	1,379						
1	1,346						
1	1,312						
1	1,289						
1	1,268						
1	1,250						

\* Valores obtenidos usando CoK, filtro Fe ; cámara, diámetro = 114,59 mm

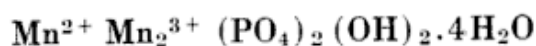
pecífica que no ha encontrado material adecuado para su estudio morfológico y roentgenográfico de cristal único. Trabajos posteriores tampoco se refieren a su morfología, ni ha sido establecida su simetría.

En nuestro caso hemos contado con material sobre el cual se ha efectuado diagrama de difracción de polvo, obteniendo los valores que figuran en el cuadro I y que de acuerdo a los dados por Frondel ha permitido identificarlo como dufrenita.

Es frecuente observar la presencia de un material grisáceo recubriendo grietas y, en general, rodeando nódulos de apatita; suponemos, de acuerdo a los diagramas Debye obtenidos, que se trata de una mezcla íntima de dufrenita con otros fosfatos y, en algunos casos, alteraciones del mismo mineral.

Se está continuando el estudio de la dufrenita y sus procesos de formación y alteración

#### Bermanita



La bermanita en las pegmatitas del Cº Blanco fue señalada por Kittl (1958) y posteriormente ha sido mencionada por Leavens (1967) en un trabajo sobre bermanitas de distintas procedencias; no existe un estudio detallado de la misma.

Se la encuentra asociada a triplita, formando costras con metastrengita y óxidos de manganeso.

Se presenta con formas cristalinas bien nítidas de hábito tabular [001], con contornos hexagonales; se observan agregados paralelos.

Clivaje perfecto [001] y muy bueno [110] y [010]; este último no está señalado en la bibliografía consultada.

Color pardo rojizo apreciable en láminas delgadas, siendo en estos casos transparente.

Se han determinado las siguientes características ópticas:

	<i>Orientación</i>
$\alpha = 1,687$	X = c
$\beta = 1,726$	Y = b
$\gamma = 1,749$	Z = a
$2V = (-) 73^\circ 30'$	r < v (fuerte)

#### Pleocroísmo

X = rojo claro  
Y = amarillo pálido  
Z = rojo pardo oscuro

La bermanita se identificó por su roentgenograma de polvo (cuadro I).

#### Agradecimientos

Los estudios roentgenográficos fueron realizados en el Laboratorio de Cristalografía de la C. N. de E. Atómica en Buenos Aires. Me es grato agradecer a las doctoras M. J. de Abeledo y M. R. de Benyacar de esa Institución, que me facilitaron los medios para llevar a cabo este trabajo y por la valiosa ayuda que me han prestado en el desarrollo del mismo. Agradezco también al geólogo N. Hillar que me orientó en la búsqueda del material y a los ayudantes de la Cátedra de Mineralogía, Geól. A. Bernasconi y R. Sureda, que colaboraron en la selección del mismo.

#### LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Ahlfeld, F. y Angelelli, V., 1948. *Las especies minerales de la República Argentina*. Univ. Nac. de Tucumán. Inst. de Geol. y Min., Publ. n° 458, pp. 207-215.
- Dana's, 1951. *System of Mineralogy*.
- Frondel, C., 1949. *The dufrenite problem*. Amer. Miner., Vol. 34, pp. 513-540.
- Himmel, H. y Schroeder, 1936. *Strengit von Pleystein*. Zentrbl. Min. A, pp. 289-292.
- Kittl, S., 1954. *Los feldespatos de las pegmatitas del Co. Blanco cerca de Tanti, Córdoba*. Revista Minera, Soc. Arg. de Min. y Geol. Tomo XXI, n° 2, pp. 39-48.
- 1958. *Los fosfatos secundarios del Co. Blanco, cerca de Tanti, Córdoba*. Bol. Acad. Nac. de Ciencias de Córdoba. Tomo 40, pp. 285-292.
- Kokkoros, P., 1938. *Vergleichende röntgenographische Untersuchung von Arsenaten und Selenaten (Skorodit, Strengit, Cadmiunselenaat-Dihydrat un Manganoseleat-Dihydrat)*. Prakt. Acad. Athenes, 13, pp. 337-344.



- Leavens, P., 1967. *Reexamination of Bermanite*. Amer. Miner., Vol. 52, n° 7-8, pp. 1060-1066.
- Mc. Connell, D., 1939. *Symetry of Phosphosiderite*. Amer. Miner., Vol. 24, n° 10, pp. 636-642.
- 1940. *Clinobarrandita and the Isodimorphus Series*, Variscite-Metavariscite. Vol. 25, n° 11, pp. 719-725.
- Moore, P. B., 1966. *The crystal structure of metastrongite and its relationship to strongite and phosphophyllite*. Amer. Miner., Vol. 51, n° 1-2, pp. 168-176.
- Olschacher, J., 1938. *Los minerales de la Sierra de Córdoba*. Univ. Nac. de Córdoba.
- Stelzner, A., 1923. *Contribuciones a la geología de la Rep. Argentina*. Actas Acad. Nac. de Ciencias de Córdoba. Tomo VIII, p. 22.
- Strunz, H. y Sztrokay, K., 1939. *Isodimorphie zwischen Metavariscit, Variscit, Phosphosiderit und strengit*. Zentrbl. Min., A, pp. 272-278.

Recibido el 11 de julio de 1968.

## COMENTARIO BIBLIOGRAFICO

PRINCIPIOS DE GEODINAMICA, por ADRIAN E. SCHEIDEGGER. Ediciones Omega S. A., Casanova 220, Barcelona; 386 páginas, 142 figuras.

Este libro, ya familiar para muchos geólogos y geofísicos, fue editado originalmente en inglés con el título "Principle of Geodynamics" por Springer-Verlag, Berlín-Göttingen-Heidelberg, en el año 1958. Cuatro años más tarde apareció una segunda edición en la que el autor efectuó numerosas revisiones acordes con los avances de los conocimientos sobre el tema logrados en ese lapso. El presente comentario se refiere a la traducción al castellano de esta segunda edición.

Scheidegger sostiene que la mayoría de las teorías básicas de la geodinámica fueron establecidas durante el siglo XIX. Afirma que esta rama de las Ciencias de la Tierra ha sido objeto de especulación en los últimos cien años, y prevé que probablemente mantenga tal característica durante la próxima centuria debido a la poca probabilidad existente de explorar el interior de la Tierra por medios directos y a la larga duración de todos los procesos mecánicos con ella relacionados.

Adoptando una filosofía agnóstica, Scheidegger se propuso en este libro valorar los conocimientos existentes sobre el tema, reconociendo que en la mayoría de los trabajos consultados para tal fin, sus diferentes autores, entre los cuales se incluye, han tratado de propugnar diferentes hipótesis como si cada una de ellas fuera la única verdadera. De este modo, el libro no trata de ser un estudio amplio de la literatura en geodinámica, sino que representa una revisión de los que el autor cree son los trabajos más competentes de cada una de sus hipótesis básicas. No obstante en esta nueva edición, se incluyen alrededor de mil citas bibliográficas, cifra de por sí elocuente si se tiene en cuenta que en la primera sólo se presentaron unas 250.

En los dos primeros capítulos del libro el autor presenta una síntesis del conocimiento geológico-geofísico a la fecha de la publicación; estos capítulos son los que tienen el número más elevado de citas bibliográficas, y son quizá los que necesitan una mayor actualización de las mismas. El capítulo tercero resume la teoría de la deformación continua de la materia, fundamento mecánico de la geodinámica; éste es el capítulo del libro que presenta un desarrollo matemático más extenso, pero está presentado en forma tal que aún el lector que no posee un fundamento matemático adecuado puede sacar buen provecho del mismo. El capítulo cuarto contiene comentarios relativos a los efectos de la rotación terrestre. Los capítulos quinto al séptimo presentan, respectivamente, una exposición sinóptica de las distintas teorías e hipótesis referentes al origen de los continentes y los océanos, las causas de la orogénesis y la dinámica de fallas y pliegues. En el capítulo octavo y último, se examinan resumidamente una serie de tópicos de interés como son los cráteres de meteoritos, domos, volcanismo y levantamiento posglaciales. Cada uno de los temas está tratado de modo tal que complementado con la bibliografía citada, permite al lector adquirir un dominio amplio del mismo.

La traducción del texto original es correcta, utilizándose en cada caso terminología adecuada; este hecho marca una superación con respecto a otras ediciones sobre temas análogos traducidas al castellano y publicadas por la misma editorial.

En conclusión, el advenimiento de la edición traducida al castellano de este libro clásico sobre los procesos dinámicos presentes en el interior y superficie de la Tierra, será de utilidad para todos los estudiosos relacionados con esta rama de las Ciencias. — Daniel A. Valencio.

# PALEOCORRIENTES EN LA FORMACION PROVIDENCIA DEVONICO, SIERRAS AUSTRALES DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

POR MARGARITA REINOSO

## RESUMEN

La Formación Providencia, que aflora en las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires, presenta una notable laminación cruzada, de origen marino, formada durante una etapa transgresiva de edad devónica inferior. Las direcciones de inclinación de las láminas son preferencialmente hacia el sudoeste, reflejando la dirección de inclinación de la pendiente regional en el momento de la deposición de los sedimentos. El área de procedencia estaba ubicada en general, hacia el noreste de los actuales afloramientos. El ambiente de deposición era el de una plataforma estable con una línea de costa aproximadamente paralela a los actuales afloramientos.

## ABSTRACT

The Providencia Formation exposed in the Sierras Australes of Buenos Aires Province shows an outstanding cross-lamination of marine origin formed during a transgressive stage of the Lower Devonian sea. Dip directions of the laminae are preferentially orientated to the southwest reflecting the regional slope at the time of deposition of the sediments. The source area was located to the north-east of the actual outcrops. The depositional area was a stable platform with the strand line nearly parallel the present outcrops.

## I. INTRODUCCION

La estratigrafía de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires es bien conocida por los trabajos de Harrington (1947) y Suero (1957). El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la paleogeografía del Devónico, por medio de un análisis estadístico de la laminación diagonal de la Formación Providencia y la aplicación de una metodología de trabajo no muy difundida en nuestro país.

La Formación Providencia que forma parte del Grupo Ventana, (Harrington, 1947), aflora en una área de aproximadamente 30 km<sup>2</sup> como una larga y

angosta faja de tres kilómetros de ancho medio, describiendo un arco que se extiende desde Pigüé hasta Saldungaray. Sus afloramientos constituyen el borde septentrional de las Sierras de Bravard y de la Ventana.

Las direcciones de paleocorrientes obtenidas, se llevaron a un mapa geológico en escala 1:200.000 (fig. 1) correspondientes a las Hojas 33 m y 34 m (Sierras de Curamalal y de la Ventana, Harrington, 1947).

La autora queda agradecida a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y al Instituto de Suelos y Agroecología (INTA), por las facilidades obtenidas;

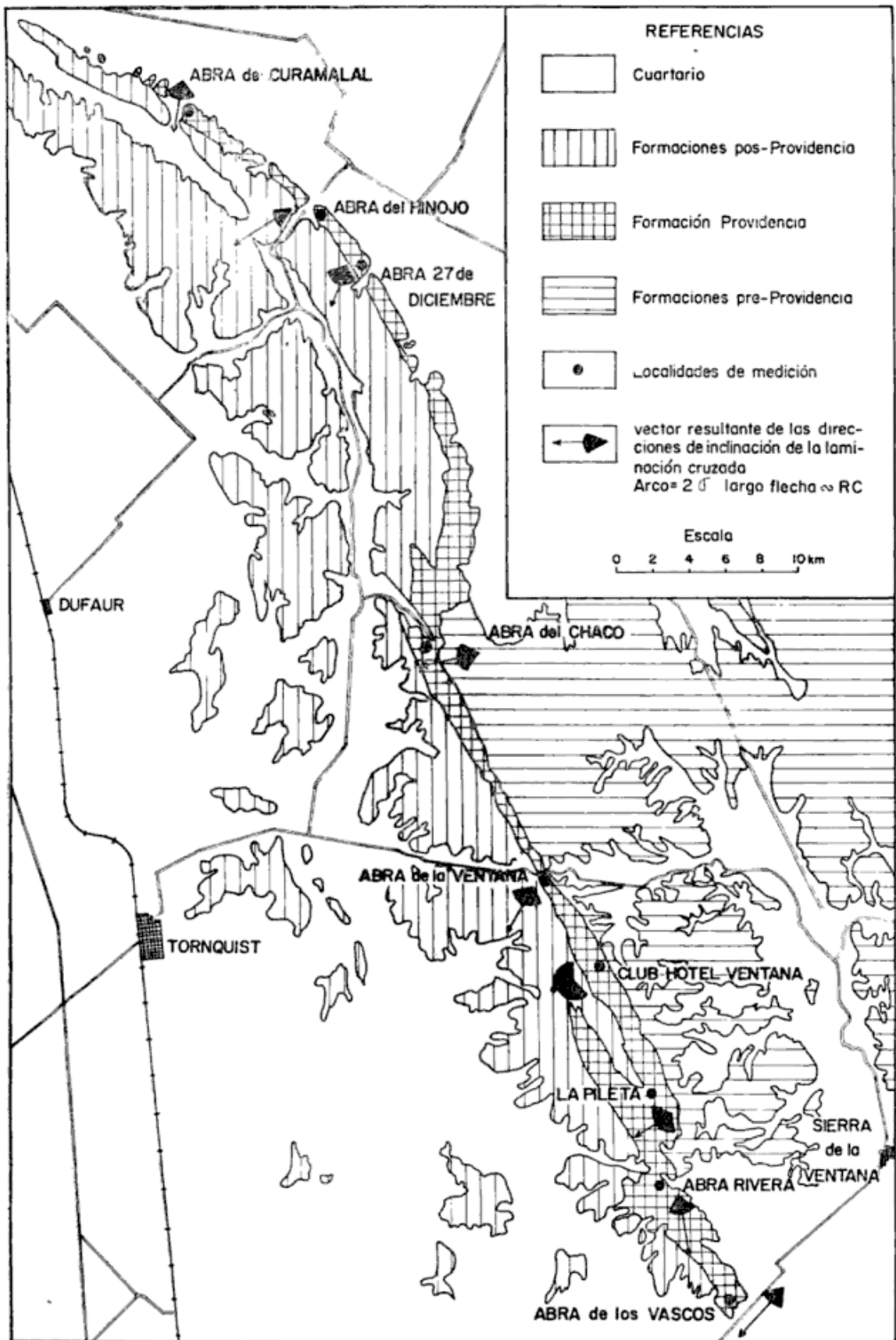


Figura 1

al doctor F. González Bonorino director del trabajo final de Licenciatura y a los doctores H. S. de Röemer y A. J. Amos, por sus asesoramientos en el trabajo de campo.

## II. CONSIDERACIONES GEOLOGICAS

La Formación Providencia, de unos 200 a 300 m de espesor, se encuentra en concordancia directa sobre la Formación Napostá y subyace a la Formación Lolén; estas tres Formaciones conjuntamente con la Formación Bravard, que es la más antigua, constituyen al Grupo Ventana. Según Harrington (1947) "...se la divide en dos secciones. La inferior formada por areniscas esquistosas de grano fino y de colores rojizos entre las que se intercalan numerosos bancos de esquistos arcillosos y filitas color rojo ladrillo y verde oscuro. La superior, caracterizada por areniscas cuarcíticas compactas, densas y macizas en bancos gruesos. Estas rocas son de grano fino y su color originario era gris blanquecino; pero hoy se encuentran secundariamente pigmentadas por óxido de hierro, presentando tonalidades desde el rojo ladrillo intenso hasta el rosado rojizo y el rosado amarillento y ocasionalmente parduscas y bayas. También se encuentran en esta sección superior, intercalaciones de esquistos arcillosos y filitas rojizas y verdes; pero son menos abundantes que en la sección inferior."

Según Harrington (op. cit.) el Grupo Ventana está constituido por sedimentos marinos depositados en un período transgresivo en el Devónico inferior, basado en los elementos fósiles hallados en la Formación Lolén. De acuerdo con la litología de la Formación Providencia, el área de deposición correspondía a una plataforma estable.

La laminación observada, en la cual se han efectuado mediciones de rumbo e inclinación, es de tipo cruzada; habiendo hallado dimensiones medias de

cada lámina de 1,5 m de longitud, 80 cm de altura y ocho centímetros de espesor. En una localidad (La Pileta), se midió una pequeña lente de microlaminación cruzada con láminas de tres centímetros de longitud, 1,5 centímetros de altura y dos a tres milímetros de espesor aproximadamente. Se encontraron también algunos estratos con laminación oblicua intercalados.

## III. METODOLOGIA ESPECIAL

### a) GENERALIDADES

La laminación diagonal es un carácter común de los sedimentos clásticos, en la que se refleja la dirección de transporte de los mismos; junto con otros datos geológicos, es un elemento útil en la determinación de los ambientes de deposición, su distribución, áreas de procedencia y la determinación de zonas de interés económico (Franks et al., 1959).

En ambiente marino, las corrientes que transportan los sedimentos constituyen un esquema muy complejo y un factor que a pesar de estar siempre presente, cobra especial importancia en el momento de la deposición es la gravedad. Por ende la deposición de dichos sedimentos está parcialmente regulado por la pendiente regional. La laminación cruzada se forma en ambiente nerítico, a cierta distancia de la costa, donde el efecto de las olas pierde importancia. Las partículas de arena se ven solicitadas por la gravedad y se deslizan lentamente a favor de la pendiente, hasta que encuentran pequeños accidentes o rupturas cuyo nivel más bajo es inferior al nivel normal en el lugar, produciéndose acumulaciones locales. En estas depresiones se acumulará el material clástico siguiendo un mecanismo muy similar al que produce en mayor escala un delta.

Estos "deltas" pueden ser parcialmente erosionados y reconstruidos a niveles inferiores y en niveles stratigráficamente más altos a medida que continúa el hun-

dimiento regional y varían las condiciones locales, pudiendo esto originar los valores de desviación normal (*standard deviation*) relativamente mayores que para otros ambientes.

Como ha mostrado Pettijohn (1949), en los estratos plegados la inclinación varía de distinta manera según su orientación respecto de la fuerza deformante. Aparentemente la media de la inclinación crece cuanto mayor es la deformación, aunque la inclinación es aumentada en una ala del pliegue y reducida en la otra. En este trabajo consideraremos que el aumento del ángulo de inclinación de la laminación en una ala es compensado por el efecto de disminución de dicho ángulo en la otra. En cada una de las localidades se trató en lo posible de distribuir en forma estadística, los puntos de medición de manera de compensar el efecto estructural.

Los autores mencionados han construido un gráfico (Farkas et al., op. cit., figura 10-2) donde la desviación normal es función del número de mediciones. Se observa que la desviación normal disminuye rápidamente a medida que aumenta el número de observaciones. Por ejemplo: para un valor de  $\sigma = 57^\circ$ , considerablemente alto, con cuatro observaciones se reduce la desviación a la mitad; con nueve observaciones a un tercio, etc. De esto se deduce que es innecesario tomar más de diez observaciones por localidad. Si bien este razonamiento es matemáticamente correcto, no se puede dejar de observar que para el cálculo de la desviación normal no se conoce el valor verdadero y se toma como tal, el valor medio del conjunto estudiado. Dado el mecanismo de formación de estas estructuras, es posible haber medido varias unidades distintas, cada una con su media particular, agrupándolas arbitrariamente. La media así obtenida no sería la real de la localidad, sino la resultante de varias medias parciales; además el número de mediciones aconseja-

do por estos autores, parecería demasiado pequeño.

Quizás sería aconsejable considerar el problema con el enfoque de Reiche (1938), que propone representar la suma acumulativa de los rumbos de los vectores inclinación en función del número de mediciones. La curva que une estos puntos tiene una recta límite (o asíntota), a la que tiende cuando aumenta el número de observaciones. Cuando los puntos oscilan alrededor de esta recta dentro de un rango lógico, se puede decir que el número de mediciones que corresponde es el óptimo; según Reiche el rango de variación debe ser de  $\pm 5^\circ$ . El número de observaciones después del cual la curva permanece dentro del intervalo establecido, se denomina *punto de achatamiento* (*flatness point*), figura 2.

#### Acimut medio

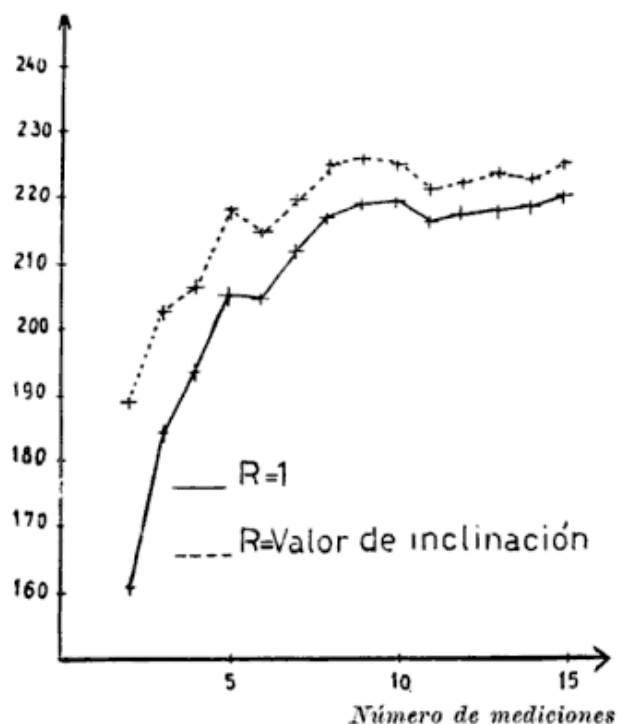


Fig. 2. — Abra de los Vascos

Hay tres posibilidades en curvas de este tipo:

- i) todos los puntos están por encima de la recta;
- ii) todos los puntos están por debajo de la recta;

iii) los puntos oscilan por encima y por debajo de la recta en forma amortiguada.

La posibilidad que resulte una u otra curva, depende de la permutación particular de los datos que se emplee.

b) MÉTODO DE CAMPO

El trabajo de campo consistió en la medición del rumbo y la inclinación de la estratificación y de la laminación diagonal, utilizando una brújula de tipo Brunton.

El número de observaciones por localidad osciló entre 16 y 45, dependiendo de la variación de la laminación en cada afloramiento y de su calidad. Cuando no fue posible realizar mediciones directas del rumbo e inclinación verdaderos, se tomaron pares de valores de inclinación aparente y su acimut de inclinación, calculando luego los valores verdaderos por medio de una red estereográfica de Wulff.

c) ELECCIÓN DE LAS LOCALIDADES

En general se trabaja sobre un reticulado, calculando la media en cada cuadrado de la red y luego la media de las resultantes cada cuatro cuadrados que corresponden a un nudo del retículo. En nuestro caso la conformación del área de afloramiento y la pequeña escala del mapa utilizado (1:200.000) condujeron a la elección de nueve localidades, tratando que la distancia entre las mismas fuera de similar magnitud. Estas son: abra de Curamalal, abra del Hinojo, abra 27 de Diciembre, Club Hotel Ventana, abra del Chaco, abra de la Ventana, La Pileta, abra Rivera y abra de los Vascos (figura 1).

Para calcular el número mínimo de mediciones en cada localidad, Potter y Pettijohn (1963) discuten el problema desde el punto de vista de la desviación normal ( $\sigma$ ). Esta es una medida convencional de la dispersión; según

la fórmula que nos permite calcularla  $\sigma = \frac{(x - \bar{x})^2}{(n - 1)}$  (1), donde  $(x - \bar{x})$  es

la diferencia entre cada medición ( $x$ ) y la media en la localidad ( $\bar{x}$ ) y ( $n$ ) es el número de mediciones. Es evidente que su valor disminuye al aumentar el número de observaciones.

Cuanto menor sea el número de mediciones necesario para alcanzar el punto de achatamiento, mayor debería ser la relación de consistencia, ya que indicaría que la distribución tiene un máximo muy pronunciado. De todos modos este sistema tampoco da certeza de suficiente observación.

d) ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Una vez calculados los rumbos e inclinaciones verdaderos que no pudieron ser medidos directamente, fue necesario corregir los datos de campo por la pronunciada inclinación de la estratifi-

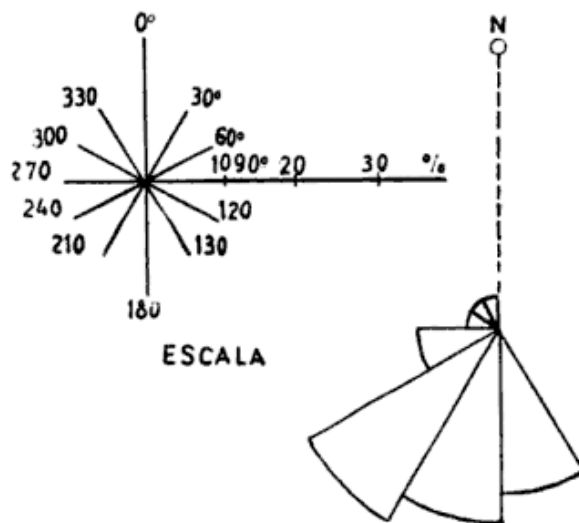


Fig. 3. — Abra de la Ventana

cación debida al fuerte plegamiento \*. A partir de allí se comenzó a trabajar con direcciones de inclinación de la laminación diagonal. La proyección de los polos de los planos de laminación se

\* La corrección se realizó por medio de una rotación en una red estereográfica alrededor del rumbo de la estratificación hasta la inclinación de ésta fuera de cero grado.

realizó sobre el hemisferio superior, de manera que los polos de las direcciones de inclinación apareciesen en el cuadrante hacia el que inclinan.

Los *histogramas circulares o rosetas* para cada localidad se construyeron con clases de 30°, con un radio en cada sector proporcional al porcentaje de mediciones que en él se encuentra y coincidente el cero con el norte (figura 3).

Esta operación nos da una primera aproximación del promedio de las direcciones de inclinación y el rango de variación. Cabe esperar que la media se halle dentro de la clase modal o de máximo porciento de mediciones y como entorno de variación se considera el intervalo que conteniendo la clase modal, alcanza el 90 % de la distribución. La presencia de más de una moda en las rosetas puede justificarse si se considera la posibilidad de haber medido más de una unidad sedimentaria en la localidad.

Luego se calculó la media en cada localidad. Por tratarse de vectores se consideró la media como la suma vectorial de los mismos. Esto puede resolverse gráfica y analíticamente; se optó por la segunda solución por ser la sujeta a menor error. Para que las direcciones de inclinación puedan ser tratadas como vectores, es necesario asignarles arbitrariamente una longitud.

Consideraremos dos posibilidades (a) módulo igual a 1 y (b) módulo proporcional al ángulo de inclinación.

Para calcular la media se reducen las direcciones de inclinación al primer cuadrante y se aplica la siguiente fórmula:

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{\sum_{i=1}^n \operatorname{sen} \alpha_i}{\sum_{i=1}^n \operatorname{cos} \alpha_i}$$

$\rho$  = ángulo que forma el vector resultante con el eje x (este-oeste).

$\alpha_i$  = ángulo entre cada vector individual reducido al primer cuadrante y el eje x.

Si se quiere considerar la longitud proporcional, por ejemplo, al valor absoluto del ángulo de inclinación (B); la fórmula será:

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{\sum_{i=1}^n B \operatorname{sen} \alpha_i}{\sum_{i=1}^n B \operatorname{cos} \alpha_i};$$

Reiche (1938) prefiere este método por considerar que debe darse más peso a los ángulos de inclinación mayores, ya que los menores dependen más de la estructura que de las corrientes que los originaron.

CUADRO I

Acimut de las medias en cada localidad

Localidad	R = 1	R = B	d
Abra de Curamalal.....	191°20'	188°20'	3°
Abra del Hinojo.....	299°	239°30'	0°30'
Abra 27 de Diciembre.....	201°10'	215°40'	14°30'
Abra del Chaco.....	257°20'	251°50'	5°50'
Abra de la Ventana.....	200°50'	207°50'	1°
Club Hotel Ventana.....	248°40'	251°20'	2°40'
La Pileta.....	235°10'	241°50'	6°40'
Abra Rivera.....	170°30'	178°20'	7°50'
Abra de los Vascos.....	221°30'	225°	3°30'

Las medias obtenidas por los dos métodos se encuentran agrupadas en el Cuadro I donde (R) es el módulo de los vectores; (B) el valor absoluto de los ángulos de inclinación y (d) la diferencia entre las dos medias en cada localidad. Se observa que, dado el bajo nivel de precisión requerido para este tipo de trabajos, las diferencias no son significativas ya que como veremos más adelante son mucho menores que la desviación normal y es suficiente trabajar con  $R = 1$ .

La *dispersión* es un dato de interés, ya que según Farkas (1960) un alto valor de la dispersión indica gran variabilidad en los factores que influyen el desarrollo de las direcciones de inclinación de las unidades con laminación cruzada. Es de esperar que las areniscas de ambiente marino somero, tengan mayor dispersión de direcciones de inclinación, si se las compara con arenas fluviales. Una medida de la dispersión de una distribución la da la *relación de consistencia* (consistency ratio de Reiche, op. cit.). Se obtiene dividiendo la longitud del vector resultante (R), por la suma de las longitudes de los vectores componentes ( $R_i$ ).

La longitud de la resultante se puede obtener de dos maneras

$$i) \quad R = \sqrt{\sum_{i=1}^n \text{sen}^2 \alpha_i + \sum_{i=1}^n \text{cos}^2 \alpha_i}$$

$$ii) \quad R = \frac{\sum_{i=1}^n \text{sen } \alpha_i}{\text{sen } \alpha}$$

$\alpha$  = ángulo que forma la resultante con el eje x.

$\alpha_i$  = ángulo de cada radio vector con el eje x.

La relación de consistencia (RC) será entonces:

$$RC = \frac{R}{\sum_{i=1}^n R_i}$$

variando entre cero y uno; si la distribución de vectores es uniforme en la circunferencia, la resultante valdrá cero y RC también; si todos los vectores tuvieran idéntica dirección y sentido, la suma de sus longitudes sería igual a la longitud de la resultante, entonces RC sería igual a uno. Cuanto más cerca de uno sea RC, menor será la dispersión del conjunto de mediciones.

Otra medida de la dispersión es la desviación normal ( $\sigma$ ); da el grado de dispersión alrededor de la media;  $2\sigma$  será el rango de variación alrededor del vector resultante. Esta se calcula mediante la ecuación (1). El Cuadro II consigna los valores de  $\sigma$  y RC para la longitud de los vectores igual a 1 y a B.

La relación de consistencia y la desviación normal están relacionadas. Franks et al. (1959) construyen un gráfico donde se dispone sobre ordenadas  $\sigma$  y sobre abscisas RC, concluyen que para valores de esta última mayores de 0,65, la recta obtenida en este gráfico sirve para predecir la desviación normal. En nuestro caso aunque los puntos que se poseen son pocos, caen sobre la misma recta según estos autores, cuya ecuación es  $y = 136,77 - 122,60x$ . Para los pares de valores correspondientes a  $R = B$  la recta resulta paralela a ésta, pero la ordenada al origen adopta un valor mayor; su ecuación es  $y = 141,5 - 122,6x$  (figura 4).

A pesar de la distorsión introducida por el plegamiento de los bancos en la Formación Providencia, la moda de los ángulos de inclinación se encuentra dentro de los límites establecidos por diversos autores (Pettijohn, 1949; Potter y Pettijohn, 1963; Farkas, 1960; Thompson, 1937; Twenhofel, 1932) para el ángulo de reposo de las arenas depositadas en ambiente subácuelo.



**CUADRO II**  
**Relaciones de consistencia y desviación normal**

Localidad	Relac. de consistencia		Desviación normal	
	R = L	R = B	R = 1	R = B
Abra de Curumalal .....	0,74	0,84	46°	47°
Abra del Hinojo.....	0,88	0,90	24°	31°
Abra 27 de Dibiembre .....	0,59	0,75	53°	63°
Abra del Chaco.....	0,78	0,78	44°	45°
Abra de la Ventana.....	0,70	0,37	42°	52°
Club Hotel Ventana .....	0,28	0,33	112°	114°
La Pileta.....	0,58	0,59	61°	61°
Abra Rivera .....	0,82	0,82	38°	32°
Abra de los Vascos .....	0,88	0,88	33°	33°

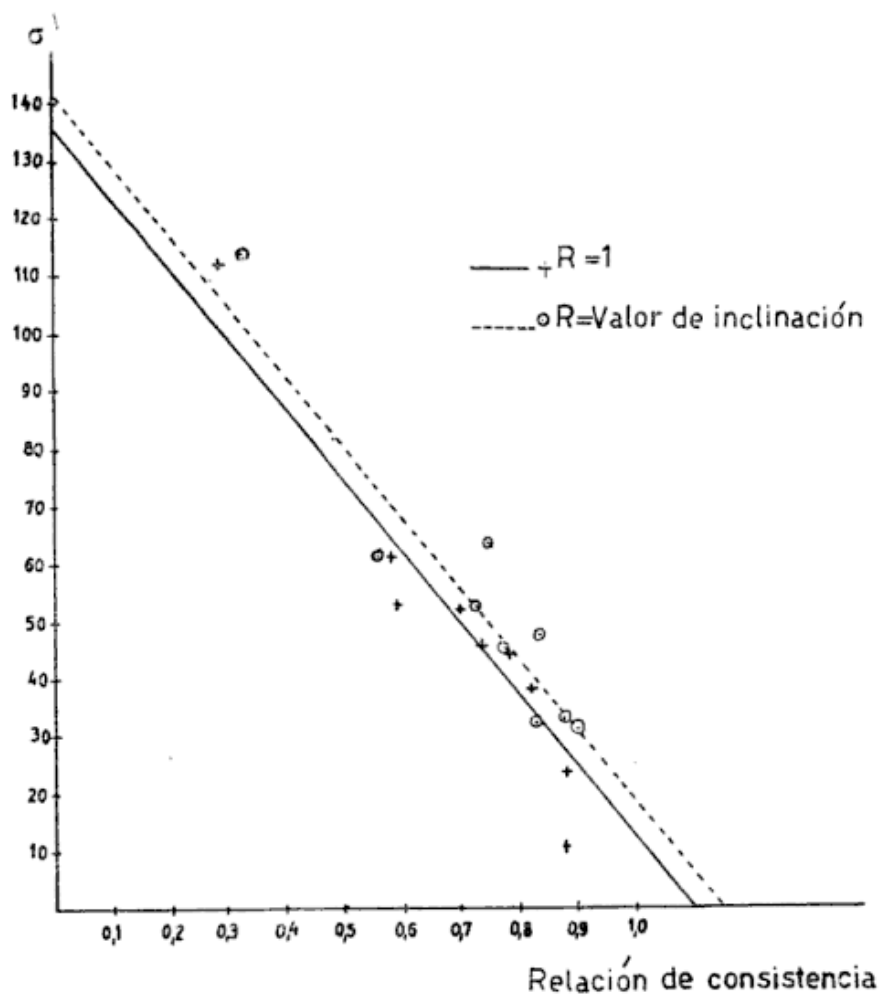


Figura 4

#### IV. CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos no deben ser considerados exclusivamente a la luz de las ecuaciones matemáticas. No podemos dejar de tener en cuenta que el conjunto que estamos estudiando es el resultado de un proceso natural sometido a toda clase de variaciones. Por eso tiene más importancia acotar el entorno de variación de la media que la determinación de ella misma con rigurosa precisión.

En lo que se refiere a las inferencias paleogeográficas de los datos obtenidos y según lo establecido por diversos autores (Pettijohn, 1949; Potter y Pettijohn, 1963; Farkas, 1960; Thompson, 1937; Twenhofel, 1932 y Kuenen, 1950) se puede considerar que el transporte de las arenas que constituyeron la Formación Providencia se realizó con dirección de nordeste a sudoeste — que correspondería al sentido de la pendiente regional —, que la dirección de la línea de costa era aproximadamente noroeste a sudeste y que dicha línea se situaría hacia el nordeste de los actuales afloramientos (figura 1).

La existencia en el pie occidental de las sierras de afloramientos de rocas ígneas de edad presilúrica (Harrington, 1947) induciría a ubicar el área continental al oeste-sudoeste; sin embargo, el estudio de la laminación cruzada de la Formación Providencia señala que en tiempos devónicos, el área continental se encontraba al norte o nordeste de los actuales afloramientos de esa formación.

La forma de la línea de costa sería entonces aproximadamente la de los afloramientos actuales y su ubicación sería paralelamente a dichos afloramientos hacia el nordeste.

Por considerarse que las corrientes que determinaron el entrecruzamiento son perpendiculares a la línea de costa, se puede inferir que el área de procedencia estaba situada en el nordeste de la región.

Bigarella et al. (1961 y 1965), Bigarella (1963) y Maack (1961 y 1963), realizaron estudios de este tipo en las Formaciones devónicas de las cuencas de Paraná y Paranaíba, en Brasil. Nuestros datos concuerdan con los resultados obtenidos por los mencionados investigadores. Si bien no podemos efectuar correlaciones debido a la gran extensión que separa a las áreas de trabajo, estos datos deben ser tenidos en cuenta cuando se estudien con fines paleogeográficos, otros afloramientos contemporáneos como ser los de nuestra Precordillera de San Juan y los de Uruguay.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bigarella, J. J., 1963. Paleographic and paleoclimatic features of the southern Brazilian Devonian, in Nairn, 1964.
- Bigarella, J. J.; Salamuni, R., y Márquez, P. L., 1961. Consideraciones sobre la Formación Furnas, Bol. Paranaense de Geografía, Nos 4 y 5.
- Bigarella, J. J.; Mabesoone, J. M.; Coldastrins, C. J. y Mota, F. O., 1965. Paleogeographical features of the Serra Grande and Pimenteira Formations (Paranaíba Basin, Brazil), Paleogeography, paleoclimatology, paleoecology, I, 4.
- Farkas, S. E., 1960. Cross lamination analysis in the Upper Cambrian Franconia Formation of Wisconsin, Jour. Sed. Petr., XXX, 3.
- Franks, P. C.; Coleman, G. L.; Plummer, N.; Humblin, W. K., 1959. Cross-stratification, Dakota Sandstone (Cretaceous), Ottawa County; Kansas; State Geol. Surv. of Kansas, Bull. 134, Rept. of studies, part 6.
- Harrington, H. J., 1946. Hojas geológicas 33 m y 34 m, Sierras de Curamalal y Ventana; D.N.G.M., Bol. 61.
- Kuenen, P. H., 1950. Marine Geology; John Wiley and Sons Inc., New York, 1960.
- Maack, R., 1961. Comentario bibliográfico: Considerações sobre a Formação Furnas, de J. J. Bigarella, R. Salamuni e P. Marquê Filho; Bol. Paranaense Geogr. No 4-5, 208.
- 1963. Characteristic features of the paleogeography and stratigraphy of the Devonian of Brazil and South Africa, in Nairn (1964).
- Nairn, A. E. M., 1964. Problems in paleoclimatology, Ed. Nairn, Inter Science publishers, John Wiley and Sons, London, 1964.

- Pettijohn, F. J., 1949. *Sedimentary rocks*, Harper and Brothers, New York, 1967.
- Potter, P. E. y Pettijohn, F. J., 1963. *Paleocurrents and basin analysis*; Ed. Springer-Verlag, Berlin.
- Reiche, P., 1938. An analysis of cross-lamination, the Coconino Sandstone; *Journ. Geol.*, XLVI, 7.
- Reinoso, M. S., 1966. Análisis de la laminación cruzada en la Formación Providencia, Sierra de la Ventana; trabajo final de Licenciatura, inédito, F.C.E.N., UBA.
- Suero, T., 1957. Geología de la Sierra de Pilla-huincó. I.E.M.I.T., Serie II, N° 74.
- Thompson, 1937, Original structures of beaches, bars and dunes; *Bull. Geol. Soc. Am.*, 48.
- Twenhofel, W. H., 1932. *Treatise on sedimentation*, Dover Publ. Inc., New York, 1961.

Recibido el 24 de abril de 1968.

## REIMPRESIONES

Desde hace algún tiempo se hallan agotados varios números de los tomos del primero al quinto de la Revista de la Asociación Geológica Argentina. Se ha podido comprobar que hay verdadero interés en obtener los números de los tomos indicados y lamentablemente la Asociación no ha podido satisfacerlos.

En virtud de los reiterados pedidos, tanto de investigadores de nuestro país e instituciones vinculadas a las investigaciones geológicas y paleontológicas principalmente, así como del extranjero, la Comisión Directiva de la entidad ha resuelto resolver el problema del agotamiento de esas publicaciones, a cuyo efecto ha dispuesto la reimpression de los números de los cinco primeros tomos, ya agotados.

La resolución de la C.D. está ya en principio de ejecución, principiándose con los cuatro números que integran el tomo quinto y así se proseguirá con los demás.

Oportunamente anunciaremos la aparición del indicado tomo completo, para que los señores geólogos y paleontólogos que no los posean, así como instituciones vinculadas a las Ciencias de la Tierra, puedan obtenerlos.

LA DIRECCIÓN DE LA REVISTA

# EL PALEOZOICO INFERIOR DEL RIO DE LAS CHACRITAS D.T.O. DE JÁCHAL, PCIA. DE SAN JUAN CON ESPECIAL REFERENCIA AL SILURICO

Por EDUARDO ESPISUA<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se estudia una sección completa del Paleozoico inferior-medio de la Precordillera en el área del río de Las Chacritas, a 20 km al oeste de Tucunuco (San Juan).

Se describe la litología y relaciones de las Formaciones San Juan (Llanvirniano), La Chilca y Los Espejos (Wenlockiano-Ludloviano?), el Devónico inferior marino y la Formación Punta Negra (Devónico medio).

Se aportan datos para la comprobación de movimientos Taconicos que se ubican como ashgillianos-llandoverianos, destacándose la presencia de un conglomerado basal silúrico.

Basado en análisis lito y tectofaciales y de paleoambientes, se establece para el área un comportamiento variable de la cuenca silúrica que comenzando como estable se hace pronunciadamente undante hasta finalizar con características oscilatorias.

## ABSTRACT

A complete section of middle to lower Paleozoic in the Río de las Chacritas area, Precordillera of San Juan, Argentine (20 km west of Tucunuco locality) is studied in detail.

The lithology and the relation between the San Juan Formation (Llanvirnian), La Chilca and Los Espejos Formations (Wenlock-Ludlow?), the marine lower Devonian sediments, and the Punta Negra Formation (middle Devonian) is described.

The presence of Taconic (Ashgillian-Llandoverian) movements in the area is assumed; emphasized the existence of a Silurian basal conglomerate.

Based on the lithofacial, tectofacial and paleoenvironment analysis the variable condition of the Silurian basin is established. A stable phase passes to a pronounced sinking one and ends in an oscillatory phase.

## INTRODUCCION Y AGRADECIMIENTOS

Esta contribución es un resumen del trabajo final de Licenciatura que el autor presentara en 1967 ante la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, a fin de optar al título de Licenciado en Ciencias Geológicas. El motivo de su publicación es el de dar a conocer el área donde se ha estudiado una sección de Paleozoico inferior-medio de la Precordi-

llera, donde los afloramientos se hallan bien expuestos, sin cubiertas de derrubio y prácticamente no complicados por tectónica, hecho que se destaca, pues son escasos hasta el momento los perfiles en los que se halla claramente aflorante el contacto ordovícico-silúrico.

El trabajo original incluyó un mapeo de detalle y confección de un perfil columnar, ambos en escala 1:2.500, siendo las figuras 2 y 3 una reducción de los mismos, recolección e identificación de fósiles, estudio de cortes petrográficos y cuantificación de datos para la realización de estudios de paleoam-

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

biente y comportamiento tectónico de la cuenca. Los trabajos de campo se efectuaron en enero-febrero de 1967, habiendo aportado los medios económicos y materiales para su ejecución y aún posterior trabajo de gabinete la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, a cuyas autoridades quedo muy agradecido.

Asimismo mi reconocimiento a los directores del trabajo de licenciatura, doctor Bernabé J. Quartino y el licenciado Bruno A. Baldis, siendo este último el proponente de la zona de trabajo, y por la lectura y crítica que ambos hicieron del manuscrito. A la doctora H. A. Castellaro por su gentileza al revisar las determinaciones fosilíferas y por la crítica al texto. Al licenciado G. A. Chebli y al señor J. A. Dermaechea por la colaboración en el campo, al señor Bertolini quien confeccionó los cortes delgados y a todos los que de una u otra manera prestaron su ayuda.

#### LOCALIZACION Y RASGOS GENERALES DE LA ZONA DEL RIO DE LAS CHACRITAS

La región estudiada se encuentra a unos 38 km en dirección SSO desde la ciudad de Jáchal, provincia de San Juan y ubicada en el extremo norte central de la Hoja 19 c, Ciénaga de Gualilán, (fig. 1.)

El relieve no ofrece desniveles de gran consideración, oscilando la altura media entre 1.600 y 1.700 m s.n.m. El conjunto serrano muestra un aspecto de lomadas bajas, que van aumentando su altura hacia el oriente, a medida que se acercan a los contrafuertes de calizas, y orientadas en cordones de rumbo NNE-SSO.

Las aguas que se acumulan en la Ciénaga de Los Espejos son las que alimentan fundamentalmente al río de Las Chacritas, que por tal razón presenta un caudal que aunque pequeño es permanente, alcanzando a cubrir ajustadamente las necesidades de los habitantes de la comarca. Desde sus nacientes en la

citada ciénaga (al oeste de la porción mapeada), el río desagua hacia el este y su curso corta transversalmente toda la Sierra de la Trampa en su parte más austral, habiendo labrado un valle angosto y encajonado con paredes cortadas a pique cuyas alturas oscilan en término medio entre los 5 y 8 metros. El

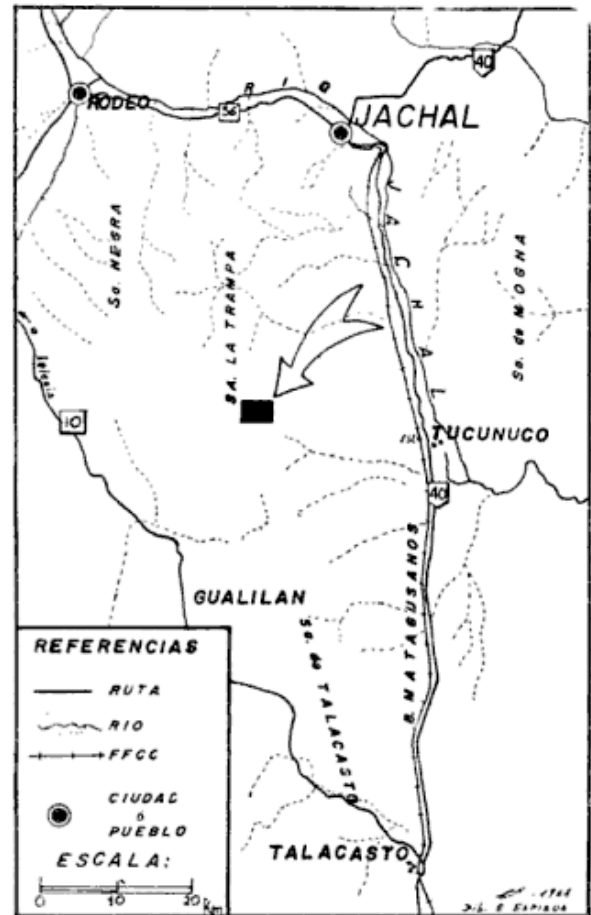


Figura 1

trabajo erosivo muestra su máximo exponente en la parte de las calizas donde ha cortado un profundo cajón cuyas paredes sobrepasan los 80 metros de altura, mientras que en el lecho se tiene un ancho promedio de dos metros.

Esta característica fisiográfica de la quebrada de las Chacritas, unida a la estructura predominantemente homoclinal de las sedimentitas, con inclinación al oeste, ha facilitado las observaciones geológicas y fundamentalmente las mediciones estratigráficas. Todas las demás quebradas menores que desembocan en el río de las Chacritas son conse-

cuentas con la estructura geológica de rumbo meridiano; por otra parte todas ellas se encuentran geomórficamente desequilibradas, es decir que caen al río de las Chacritas con resaltos de pendiente variable entre uno y cinco metros, siendo esto un índice de rejuvenecimiento más o menos reciente de la red de avenamiento que en detalle adopta diseños dendríticos a rectangulares.

#### ANTECEDENTES GEOLOGICOS

Fue Keidel (1921) en su clásica monografía quien ordenó estratigráficamente en forma concisa los estratos silúricos y devónicos propiamente dichos, confirmando aquellos que, sobre la base de los caracteres faunísticos, fueran reconocidos por Clarke (1912 y 1913). Keidel describió localidades "tipo" para el Silúrico en cerro del Fuerte, Loma de los Piojos, cerro de Agua Negra, Talacasto, etc., y particularmente en cerro del Fuerte, área donde subdividió al Silúrico en cuatro niveles caracterizados por diferencias litológicas y faunísticas.

Posteriormente García (1945) al estudiar afloramientos del Paleozoico al sudoeste de Jáchal, esbozó la existencia de un hiato entre el Ordovícico y Silúrico. Esta concepción fue corroborada por Braccaccini (1946, 1950) en el mismo ambiente y en áreas vecinas, postulando la existencia de movimientos de edad Tacónica. A este respecto, un importante aporte fue provisto por los estudios de detalle que realizara Rolleri (1947) en el área de la quebrada de Talacasto, describiendo por vez primera un conglomerado basal silúrico, de litología singularmente característica, apto para su individualización local y regional.

El conocimiento de las faunas silúricas fue luego ampliado por los trabajos de Leanza (1950) y Castellaro (1959) con su revisión de los braquiópodos silúricos. Más recientemente Baldis (1964)

aportó datos sobre la región de Gualilán.

Cuerda (1965) subdividió en dos Formaciones las sedimentitas del Silúrico situadas a unos 10 km al OSO del área objeto del presente trabajo. Tales Formaciones son La Chilca y Los Espejos (véase también: Cuerda, 1966), ambas en el Grupo Tucunuco. La Formación La Chilca involucra las sedimentitas que se conocían anteriormente como "Silúrico basal".

Es así que los dos trabajos de Cuerda ya mencionados, fueron los únicos que habían sido publicados en relación con la geología de las partes orientales de la Precordillera, entre Jáchal y Talacasto, a pesar de la fundamental importancia que para correlación y estratigrafía presentan las fajas de afloramientos que prácticamente con rumbo N-S existen entre dichas localidades.

En consecuencia, esta contribución trata de establecer, entre otros objetivos, un punto intermedio de regulación estratigráfico y litológico, para correlación entre las áreas mencionadas. Posteriormente a la realización del trabajo de Licenciatura, Baldis y Cané (1968) han estudiado afloramientos paleozoicos en la región de Pachimoco, cerro Lojote, localizando un conglomerado basal silúrico similar petrográfica y mineralógicamente, al que describiera Rolleri (1947) y Espisua (1967), y han propuesto dicha área como posible "tipo" para el Paleozoico precordillerano.

#### ESTRATIGRAFIA

El esquema estratigráfico de la zona del río de las Chacritas queda resumido en el Cuadro I. A continuación se realiza la descripción detallada del perfil columnar que puede verse en la figura 4.

#### ORDOVÍCICO

En el sector oriental de la región aflora una espesa secuencia de calizas fosilíferas, cuya base no está expuesta, y que

ha sido subdividida en dos miembros: Inferior o de Calizas Macizas y Superior o de Calizas Lajosas. Esta subdivisión se realiza teniendo en cuenta los cambios en las estructuras primarias de estratificación.

En el Miembro Inferior de Calizas Macizas la base no está expuesta, por lo que el espesor real no pudo obtenerse, no obstante se han reconocido unos 250 metros del espesor. Se trata de calizas macizas, compactas, duras, en bancos gruesos de un metro de potencia promedio, con superficies de estratificación bien definidas pero irregulares y de aspecto noduloso. Petrográficamente se las reconoce como micritas a subesparitas oligoolíticas-nodulares, con impurezas arcillosas, y a veces con una incipiente recristalización. Son de colores blanquecinos, pero a la fractura fresca el color gris azulado es característico. Presentan intercalaciones de ftanita, en forma de nódulos oscuros, lentiformes, distribuidos en banquitos discontinuos, paralelos a la estratificación, con una potencia variable entre los tres y cinco centímetros. En conjunto sólo alcanzan a expresar un bajo porcentual en el perfil, ya que en zonas de mayor concentración llegan al 5 %. Una característica microscópica de estos nódulos es la de presentar fenómenos de mediana dolomitización. Estas calizas son portadoras de fósiles entre los que se han reconocido:

- *Maclurites avellanedaë* Kayser
- *Orthis* sp. aff. *O. calligramma* Dalman
- *Proetiella tellecheai* (Rusconi)
- *Lituites* sp.

Este Miembro Inferior pasa en transición al Superior por adelgazamiento paulatino de los bancos.

El Miembro Superior o de Calizas Lajosas presenta una litología similar a la del Miembro Inferior. Son fácilmente

distinguibiles en el campo por presentar bancos de espesor promedio de cuatro y cinco centímetros (sólo excepcionalmente llegan a los 10 cm) mostrando una partición de tipo lajosa. La potencia de este Miembro es de 60 metros, calculada en forma más o menos arbitraria, debido al pasaje gradual al Miembro Inferior.

Un probable aumento en el contenido de material arcilloso, da a estas calizas un color ligeramente más pardusco en superficie, si se lo compara con el miembro anterior; pero a la fractura fresca vuelve a aparecer el color gris azulado. Las intercalaciones nodulares de ftanita son quizás algo más escasas que en el Miembro Inferior. Es de hacer notar al respecto que también en estos nódulos se ha reconocido los efectos de una leve dolomitización. A veces la dolomita (individualizada al microscopio por su hábito característico, o bien por tinción) se encuentra rellenando según crecimientos espáticos fisuras y diaclasas pequeñas, pero nunca alcanza a constituir bancos.

El contenido fosilífero de este Miembro es muy rico en cantidad y calidad de ejemplares; se encuentran preferencialmente en las superficies de estratificación (techos de los bancos) y sólo raramente dentro de los mismos. Se trata de las mismas formas fósiles señaladas para el Miembro Inferior, además de numerosas formas como ser placas pentagonales de crinoideos, conospirales y gastrópodos.

Todos estos elementos fosilíferos pertenecen a la asociación faunística de la denominada Zona de *Proetiella tellecheai* (Harrington y Leanza, 1957) que señala edad ordovícica media inferior: llanvirniana, para todo el conjunto.

Por los caracteres litológicos y faunísticos señalados, resulta evidente la homologación de estas sedimentitas calcáreas a la Formación San Juan (Formación Calizas San Juan) de Harrington (en Harrington y Leanza, 1957).

CUADRO I. Cuadro Estratigráfico

PERIODO	EDAD	GRUPO	FORMACION	MIEMBRO	SECCION
CUARTARIO	INDIFERENCIADO				
	MEDIO		PUNTA NEGRA		
DEVONICO	INFERIOR			Lutitas verdes y moradas	b a
				Lutitas nodulares	b a
				Areniscas azules	b a
				Areniscas y lutitas verdes	c b a
SILURICO	WENLOCKIANO	TUCUNUCO	LOS ESPEJOS	Superior	d c b a
				Inferior	b a
					d c b a
ORDOVICICO	LLANVIRNIANO		SAN JUAN	Superior	
				Inferior	

~~~~~ = Discordancia

===== = Pseudoconcordancia



SILÚRICO

Por las razones de correlación que son expuestas más adelante todas las sedimentitas silúricas aflorantes en el área corresponden al Grupo Tucunuco (Cuerda, 1965), integrado por las Formaciones La Chilca y Los Espejos.

- Grupo Tucunuco
- Formación La Chilca

Aflora sobre las calizas de la Formación San Juan en contacto pseudoconcordante, constituyendo una serie de lomadas más bajas. Se las reconoce por su litología, menor relieve, y por el color general verdoso. Hacia la base presenta un conglomerado de potencia variable entre 0,80 y 2 metros, de color oscuro.

Hacia el techo el pasaje de La Chilca a Los Espejos es neto y concordante, diferenciándose por su color, ya que la última es verde oliva.

El perfil de la Formación La Chilca es el siguiente:

TECHO: Formación Los Espejos

- d) Arenisca cuarcítica muy fina, mal seleccionada en banco macizo de color morado, aglutinada por materiales ferruginoso, escasa caliza o clojrita, con minerales opacos distribuidos en pequeños nidos diseminados en la roca
- e) Ortocuarzitas finas, muy bien seleccionadas, de colores verdosos, en bancos bien definidos de hasta dos metros de espesor. En cortes delgados se ha observado crecimiento secundario de cuarzo. En proporción despreciable algunos espacios intergranulares fueron rellenos con carbonatos.

A 0,80 y 1,10 metros desde la base se encuentran dos intercalaciones conglomerádicas de unos 10 cm de espesor cada una, continuas, tabulares, con techo y base bien definidos. Son ortoconglomerados oligomícticos con clastos de arenisca fina de cemento clorítico de tamaño oscilante entre 2 y 7 cm. La matriz de ese ortoconglomerado es una arenisca fina similar a la que compone la ortocuarzita.

Este conjunto puede definirse como una ortocuarzita conglomerádica o una ortocuarzita con conglomerados subordinados ..... 37 m

- b) Areniscas muy finas y limosas, con marcada fisibilidad (wackes cuarzosas) alternando con bancos de areniscas finas macizas (70 y 30 % respectivamente).

Las primeras son de colores pardo verdusco y las segundas de color pardo morado, en banquitos muy finos de 3 a 10 cm de espesor.

Los componentes arenosos de ambos son cuarzo, micas, opacos (óxidos de hierro), plagioclasa y ftanita. El cemento es material ferruginoso y arcilloso, junto con glauconita en forma de agregados finos. La glauconita también se presenta en forma de agregados reniformes u oolíticos, con núcleos opacos.

El conjunto sedimentario podría caracterizarse como wackes cuarzosas con intercalaciones de areniscas glauconíticas ..... 14 m

- a) Ortoconglomerado oligomíctico, continuo, tabular, de color pardo oscuro, con algunas pátinas de óxidos pardo claras. Rodados de ftanita ligeramente dolomitizados, similares a los descritos para las calizas de la Formación San Juan. Presentan buen redondeamiento y formas variables (tabulares o esferoidales) de tamaño 2 a 12 centímetros .

Matriz de arena gruesa a mediana, muy angulosa; cemento fundamentalmente ferruginoso, con escasa porción carbonática ..... 1 m

Total 54 m

Pseudoconcordancia

BASE: Formación San Juan (Llanvirniano)

— Fósiles, edad y correlación.

La búsqueda de fósiles en esta Formación ha sido intensa pero infructuosa. De encontrarse serían un elemento excepcional para la datación de la misma, a la que Cuerda (1966) ha asignado una edad silúrica media basándose en la posición estratigráfica y en consideraciones de índole regional, ya que algunos restos fósiles encontrados por él en la sección tipo del cerro La Chilca, se encuentran en “deficiente estado de conservación” que “limita la posibilidad de fijar directamente su posición cronológica”. La sección aquí estudiada se homologa entonces por correlación

litológica a la sección descrita por Cuerda (1965) en el perfil del cerro La Chilca, unos 10 km al SE del río de las Chacritas.

— Formación Los Espejos.

Serie de lomadas bajas análogas a las de la Formación La Chilca, apoya concordantemente sobre ésta, con una potencia mínima total de 307 metros. De coloración general verde oliva a verde pardusca, las sedimentitas presentan una litología predominante de lutitas y limolitas, en bancos con buena estratificación.

Por razones litológicas y faunísticas se ha dividido a esta Formación en dos Miembros: Inferior y Superior, siendo su detalle el siguiente:

TECHO: Devónico

————— *Pseudoconcordancia* —————

Miembro Superior (105 metros).

d) Conjunto de estratos de litología variada (siempre dentro de la granulometría de areniscas finas) que remata los afloramientos silúricos. Los elementos clásticos (fundamentalmente cuarzo) se han depositado conjuntamente con carbonatos y fósiles, predominando unos u otros, para dar por resultado: areniscas cuarzosas fosilíferas, calizas arenosas fosilíferas, o bien bancos coquinoideos, siendo las proporciones entre estos tipos litológicos equilibrada por partes más o menos iguales. Es frecuente encontrarlos dispuestos en forma de finas laminaciones.

La fauna fósil es muy rica en número de ejemplares, hallándose las siguientes formas:

- *Strophodonta (Brachyprion) fascifer* (Kayser)
- *Atrypina acutiplicata* Kayser
- *Australina jachalensis* Clarke
- *Dalmanites* sp.
- *Tentaculites* sp.
- Restos no identificados ..... 41 m

c) Arenisca cuarzosa, muy fina pardo verdosa, dura, maciza, con caracteres wáckicos. Presenta varias intercalaciones de areniscas calcáreas, que en total llegan escasamente a un metro de es-

pesor, y que tienen gran abundancia de ejemplares de:

- *Clarkeia antisimensis* (d'Orbigny) . 5,5 m

b) Un 50 % de lutitas limosas de colores verde claro, con marcas de fondo, alternan con wackes cuarzosas, fosilíferas, con cemento calcáreo, que se presentan en forma de bancos tabulares o lentes planoconvexas a todo lo largo del perfil, haciéndose más frecuentes en la parte cuspidal. La potencia promedio de estos bancos es de 15 a 30 centímetros, pudiendo llegar a los 60.

Los fósiles son muy abundantes, encontrándoselos en ambos tipos litológicos, reconociéndose:

- *Clarkeia antisimensis* (d'Orbigny)
- *Australina jachalensis* Clarke
- *Dalmanites* sp.
- Gastrópodos (indeterminados)
- Vermes (asociados a otras marcas de fondo) ..... 55 m

a) Arenisca muy cuarzosa, maciza, muy fina de color gris morada. A la altura de 1,40 metros desde la base presenta tres intercalaciones de una arenisca limosa calcárea, en banquitos de 2 cm de espesor cada uno, altamente fosilíferos, que llevan exclusivamente ejemplares de:

- *Australina jachalensis* Clarke ... 3,5 m

Miembro Inferior (202 metros).

b) Lutitas limosas, limolitas, y limolitas arenosas de colores verdes, que alternan con bancos calcáreos y calizas arenosas. Las lutitas y limolitas llegan al 70 % del total, y muestran estratificación regularmente marcada. Los elementos calcáreos (30 %) se han reconocido como subesparitas cuarzosas oligofosilíferas, y en menor proporción bancos lumachélicos o coquinoideos, que se localizan en bancos continuos, tabulares, de poco espesor (3 a 12 cm), o bien como lentes planoconvexas que pueden llegar a los 90 cm de potencia.

Los fósiles son muy abundantes, relacionados preferentemente con calizas, reconociéndose.

- *Atrypina acutiplicata* Kayser
- *Australina jachalensis* Clarke
- *Strophodonta (Brachyprion) fascifer* (Kayser)
- "*Chonetes*" *fuertensis* Kayser
- "*Orthoceras*" sp.
- *Tentaculites* sp.
- *Dalmanites* sp.
- Monográptidos
- Vermes ..... 85 m

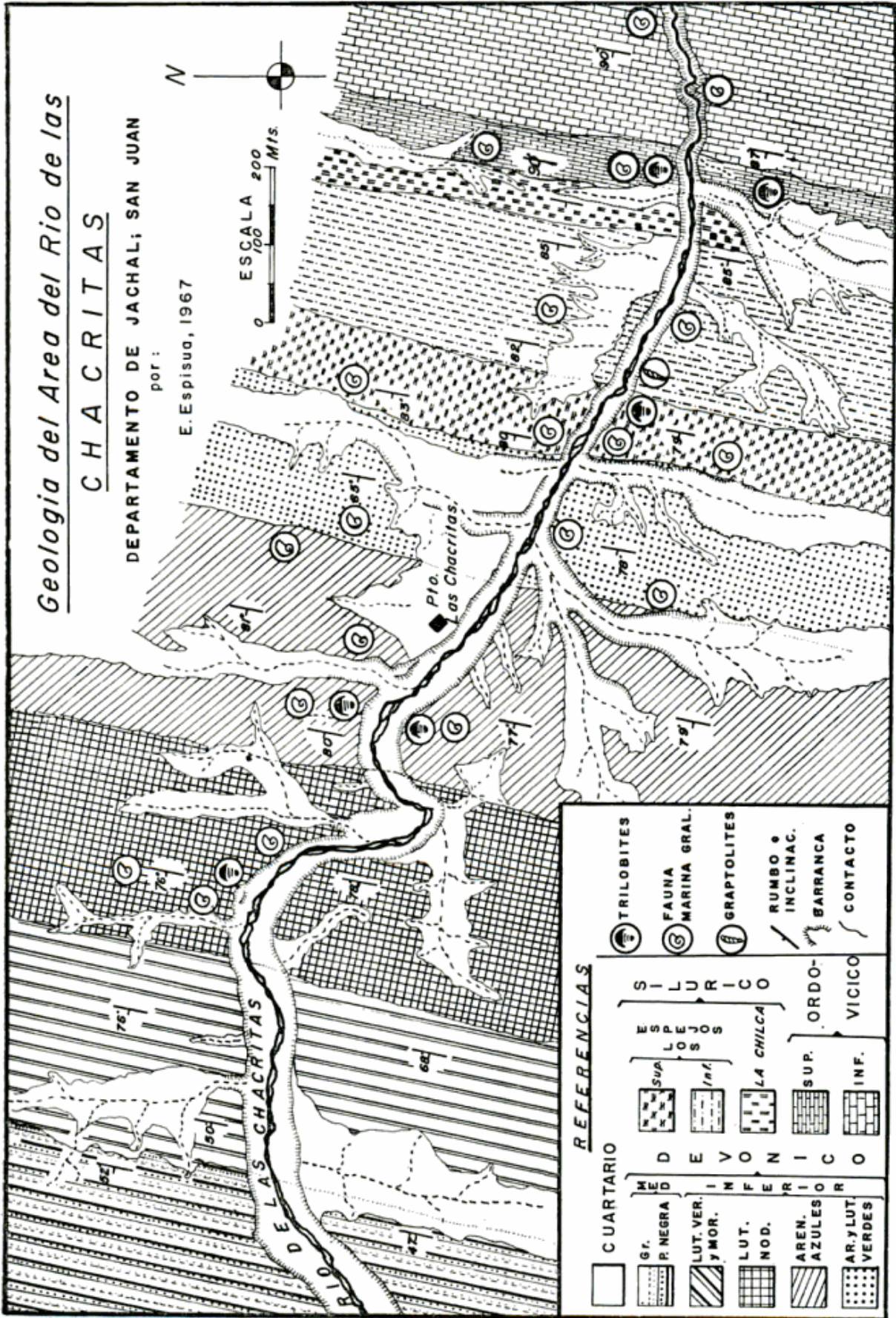


Figura 2

a) Monótono conjunto de lutitas de colores verde y verde oliva, que en la base pasan a colores morados (primeros cuatro metros). El 90 % de esta sección son lutitas arcillosas que hacia el techo van pasando gradualmente a lutitas arenosas. Alternan con un 10 % de nódulos arcillosos verde oscuros, y negros a la fractura fresca, dispuestos en forma de banquitos discontinuos, lenticulares, alargados, de escasa potencia (los más grandes son de 0,80 a 1 m de largo y 5 a 15 cm de espesor). Se repiten regularmente cada 40 ó 50 centímetros.

Todo el conjunto se halla fuertemente diaclasado, hecho que borra los caracteres megascópicos de la estratificación.

Los fósiles son muy escasos, y sólo se los encuentra en moldes mal conservados a partir de los 100 metros desde la base de la sección, reconociendo:

- *Atrypina acutiplicata* Kayser
  - *Tentaculites* sp. .... 117 m
- Total 307 m

Concordancia

BASE: Formación La Chilca

— Fósiles, edad y correlación.

El conjunto litológico arriba descrito es similar al de los perfiles de Talacasto (Rolleri, 1947), Gualilán (Baldis, 1964), Loma de los Piojos (García, 1945), Cerro La Chilca (Cuerda, 1965), y Cerro del Fuerte (Keidel, 1921); siendo portador de los fósiles característicos del Silúrico, diferenciado faunísticamente por Clarke (1913) y litológicamente por Keidel (op. cit.). La denominación formacional fue dada recientemente por Cuerda (op. cit.).

Todo el conjunto faunístico ha sido datado como wenlockiano. Es de hacer notar que recientemente Cuerda (op. cit.) supone edad ludloviana para los términos superiores de estas sedimentitas por la presencia de *Monograptus leintwardinensis* var. *incipiens* Wood. Este fósil no fue identificado entre los escasos ejemplares recolectado.

DEVÓNICO

Comienza con el Devónico inferior marino, aludiendo así al conjunto de sedimentitas que tienen como base (pseudocordante) a la Formación Los Espejos, y como techo la Formación Punta Negra, alcanzando una potencia de 937 metros. Se trata de una serie de lomas algo más bajas topográficamente que las correspondientes al Silúrico y se las distingue por su tonalidad gris verdosa, que contrasta con el color pardo o verde oliva del Silúrico y el color negro verdoso de la Formación Punta Negra.

La subdivisión en cuatro miembros se ha realizado sobre la base de diferencias litológicas, reconociéndose:

- Miembro de lutitas verdes y moradas.
- Miembro de lutitas nodulares.
- Miembro de areniscas azules.
- Miembro de areniscas y lutitas verdes.

siendo la descripción en detalle la siguiente:

TECHO: Formación Punta Negra.

Concordancia

Miembro de lutitas verdes y moradas (226 metros).

b) Limolitas y areniscas wáckicas verdes a gris verdosas. Desde la base, en los 20 primeros metros, predominan las limolitas micáceas, pasando luego gradualmente a areniscas finas, intercalándose en forma de banquitos delgados y continuos. La estratificación es muy buena. No se han encontrado fósiles ..... 56 m

a) Sucesión de lutitas verdes y moradas. En la base hay intercalados escasos niveles de areniscas muy finas, en banquitos de 3 a 5 cm de espesor. La estratificación es deficiente, enmascarada por el fino diaclasamiento, con una fracturación tipo astillosa. Elementos fosilíferos no fueron encontrados ..... 170 m

Miembro de lutitas nodulares (256 metros).

b) Lutitas azules y verdes, intercaladas con nódulos y lentes calcáreos que lle-

ga: al 20 % de la sección, y distribuidos uniformemente a lo largo de la misma.

Los tonos verdes y azules de las lutitas pasan gradualmente de uno a otro formando listados de unos tres o cuatro metros de espesor cada uno. Hay niveles excepcionalmente fosilíferos donde se han coleccionado:

- *Australocoelia tourteloti* Boucot y Gill
- *Ortothetes* sp.?
- *Chonetes falklandicus* Morris y Sharpe
- *Nuculites sharpei* Reed
- *Nuculites* n. sp.
- *Nuculana inornata* Sharpe
- Trilobites no determinados
- Corales y gastrópodos indeterminados ..... 166 m

- a) Lutitas limosas y arenosas, verdes y con marcada fisilidad; presentan intercalaciones (un 20 %) de nódulos de areniscas muy finas o bien areniscas calcáreas, siendo estas últimas las más abundantes.

Estas intercalaciones forman banquitos discontinuos que en la mayoría de los casos son fosilíferos, con:

- *Australocoelia tourteloti* Boucot y Gill
- *Chonetes falklandicus* Morris y Sharpe
- Restos mal conservados ..... 90 m

Miembro de areniscas azules (253 metros).

- b) Wackes cuarzosas gris oscuras, pero verdes a la fractura fresca, de granulometría fina, macizas, compactas, en bancos espesos bien estratificados, de buen reconocimiento en el campo por su color, y por formar relieve en forma de crestones, por su mayor resistencia a la erosión. No presenta fósiles 25 m

- a) Wackes cuarzosas muy finas de color azul, con fisibilidad, en una potente sucesión uniforme de regular estratificación. Hay escasas intercalaciones de nódulos limosos, formando banquitos de 4 a 10 cm de potencia, y que no llegan al 10 % del total de la sección.

Entre los elementos faunísticos recolectados se reconocieron:

- *Australocoelia tourteloti* Boucot y Gill
- Braquiópodos indeterminados
- *Tropididiscus* sp.
- *Michelinoceras* sp.
- *Platyostoma allardycei* Clarke
- *Conularia quichua* Ulrich?

- *Crinoideos* (artejos)
- *Otharion* cf. *O. dereimsi* (Kozl)<sup>1</sup>
- Trilobites no determinados ..... 228 m

Miembro de areniscas y lutitas verdes (203 metros).

- c) Wackes cuarzosas muy finas, verdes, bien estratificadas, macizas, con numerosos restos fosilíferos, entre los que se identificaron:
- *Lingula lepta* (Clarke)
  - *Australocoelia tourteloti* Boucot y Gill
  - *Australospirifer kayserianus* Clarke
  - *Nuculites sharpei* Reed
  - *Michelinoceras* sp.
  - Corales y briozoarios no identificados ..... 52 m

- b) Lutitas micáceas gris azulado intenso en el desarrollo de los primeros 50 m, pasando luego gradualmente a un color gris verdoso. El intenso diaclasamiento impide reconocer superficies de estratificación. La inclinación se mide sobre la base de nódulos de areniscas finas a muy finas, ovales, verdes, de unos 10 cm de diámetro.

Los fósiles son escasos y mal conservados, y sólo se los halla cerca del techo de la sección, reconociéndose:

- Trilobites (restos muy mal conservados)
- *Australocoelia tourteloti* Boucot y Gill
- *Lingula* sp.
- *Nuculana inornata* Sharpe?
- Corales y briozoarios indeterminados ..... 97 m

- a) Limolitas algo arenosas, gris azuladas, de pobre fisilidad con nódulos negro azulados no mayores de tres centímetros, y que son fosilíferos en el mayor porcentaje. Los fósiles muy raramente se encuentran fuera de los nódulos. Son ejemplares de:

- *Lingula lepta* Clarke ..... 1 m

Total 938 m

----- *Pseudoconcordancia* -----

BASE: Formación Los Espejos (Silúrico)

— Fósiles, edad y correlación.

De las asociaciones faunísticas recolectadas en este conjunto surge que corresponde asignarle edad devónica inferior. Similarmente a lo referido en el

<sup>1</sup> Determinado por B. A. Baldis.

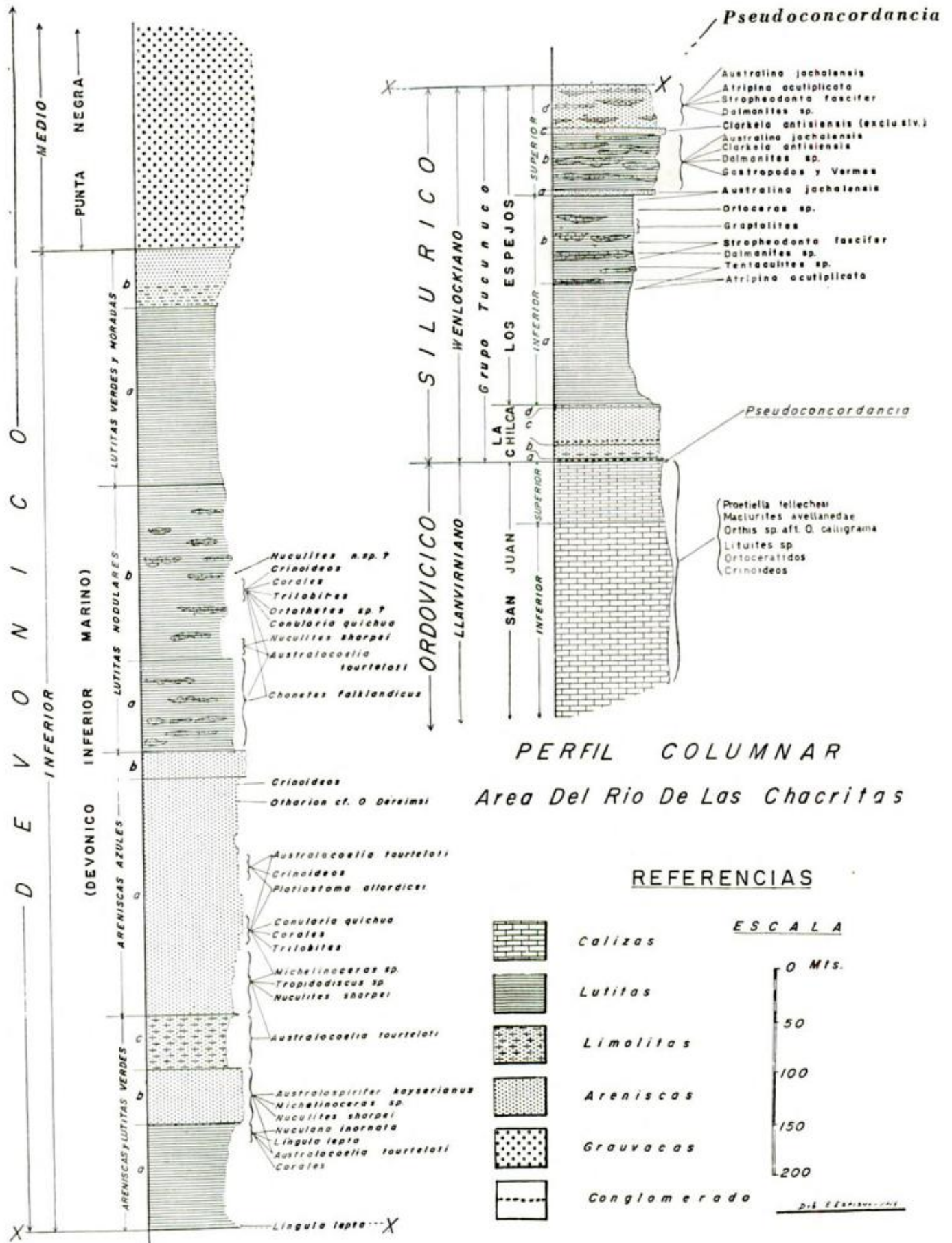


Figura 3

Silúrico, su fauna es comparable a la de los clásicos perfiles de Talacasto (Rolleri, op. cit.) y Loma de Los Piojos (Keidel, op. cit.).

Surgen además del perfil ciertas características dignas de resaltar. La separación silúrico-devónica se hace exclusivamente sobre la base de la litología y fauna (especialmente esta última). El Devónico comenzaría con el banco de limolitas de la sección *a* del Miembro de Areniscas y Lutitas Verdes siendo portador exclusivamente de *Lingua lep-ta* Clarke.

Además la presencia del trilobite del género *Otharion* debe destacarse por tratarse de un elemento que hasta la fecha se ha hallado en el Devónico inferior-medio de Bolivia.

Finalmente queda el pasaje del Devónico inferior marino a la Formación Punta Negra. La sección *b* del Miembro de lutitas verdes y moradas parecería ser un conjunto de estratos transicionales a las grauvacas suprayacentes, dado el aumento notable de las caracteres grauváquicos a medida que se acerca al contacto.

#### — Formación Punta Negra.

La descripción del perfil culmina con los estratos de la Formación Punta Negra. Se trata de un espeso conjunto de sedimentitas de color oscuro, que sin techo visible afloran ocupando la parte más occidental del área.

Estas sedimentitas se disponen en forma de ritmitas, de potencias variables entre 0,50 y 1,20 metros. La estratificación gradada puede observarse fácilmente tanto en muestras de mano como al microscopio. Se las ha clasificado como grauvacas.

Se homologa a estos sedimentos con los que Bracaccini (1950) denominó Formación Punta Negra por su coincidencia litológica y por sus características regionales a la que asignó edad devónica media.

## CUARTARIO

Los depósitos que se asignan a esta edad, no revisten mayor interés. Son acumulaciones conglomerádicas aterrazadas o bien depósitos aluviales muy recientes, que ocupan áreas pequeñas adosadas a las paredes de la quebrada, o en aquellos lugares reparados de la erosión fluvial. Los depósitos de talud cubren los afloramientos con muy escaso espesor.

## ESTRUCTURA

La comarca que involucra la Sierra de la Trampa se encuentra limitada al naciente y poniente por grandes fallas de carácter regional, y rumbo casi meridiano, las cuales se hallan fuera de los límites del mapa de la figura 3. Por efecto de estas fallas, los paquetes sedimentarios del Paleozoico inferior, que muestran evidencias de deformación previa, han sido volcados en bloques hacia el oeste. A lo largo del recorrido del río de las Chaeritas y porciones adyacentes, los estratos están dispuestos sin mayor complejidad siguiendo una estructura decididamente homoclinal, con arrumbamientos generales N 10° E, e inclinando al oeste.

Los sedimentos ordovícicos y silúricos han sido afectados por replegamientos, fracturamiento y rebatimientos locales que en ningún caso alcanzan gran magnitud. Las inclinaciones si bien son variables, como lo muestra el mapa de la figura 3, cambian gradualmente, y el estilo estructural se hace más sencillo hacia el poniente, ya que las sedimentitas de la Formación Punta Negra se van horizontalizando, tal como puede observarse fuera del área mapeada donde ya son subhorizontales, con pliegues suaves y de gran longitud de onda.

## AMBIENTE DEPOSICIONAL DEL SILURICO

Para el conocimiento y comprensión de las condiciones ambientales de depo-

CUADRO II

Resultados obtenidos en el análisis ambiental y de facies, del perfil columnar del río de las Chacritas

|                |                                          | Formación La Chilea | Formación Los Espejos                             |                           |
|----------------|------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------|---------------------------|
|                |                                          |                     | Miembro inferior                                  | Miembro superior          |
| LITOFACIES     | Índice de relación Arena/arcilla (A./A.) | ∞                   | 1/50                                              | 4                         |
|                | Índice de relación Clástica (R. C.)      | ∞                   | 7                                                 | 7                         |
| TECTO-AMBIENTE | Tectotopo (según Sonder)                 | Archeorotipo        | Undototipo                                        | Mesorotipo                |
| PALEOAMBIENTE  | Tectoambiente                            | Plataforma estable  | Eje de cuenca marginal                            | Plataforma inestable      |
|                | Ambiente                                 | Costas marítimas    | Áreas marinas pro-litorales, alejadas de la costa | Áreas marítimas litorales |

sición, se ha considerado de interés realizar un análisis litofacial, tecto y paleoambiental, sobre la base de datos numéricos de las sedimentitas silúricas, según normas de Krumbein y Sloss (1963). Los resultados obtenidos reflejan sólo las características deposicionales en el punto de la cuenca silúrica representado por el centro de gravedad del perfil. Estos datos están resumidos en el Cuadro II, y son así de carácter local, pudiendo cobrar mayor valor cuando este mismo tipo de análisis sea llevado a otras localidades silúricas de la Precordillera.

El análisis litofacial indica que el aporte clástico (en cuanto a granulometría se refiere) disminuye desde la base a la parte media de la sección silúrica, para incrementarse al final del

ciclo (relación A/A: arena/arcilla) con un simultáneo incremento de las sedimentitas químicas (relación clástica: R. C.).

Comparando estos valores con el análisis paleoambiental, obsérvase que las asociaciones litorales de costas marinas de la base pasan en la sección media a ser áreas prolitorales, más alejadas de la costa, para volver a acercarse a ésta al finalizar el período.

Es decir que el tectoambiente de la deposición silúrica atraviesa por una primera etapa de estabilidad de la cuenca, pasando a otra de caracteres undantes, para finalizar con movimientos oscilatorios.

El análisis precedente tiene una clara correspondencia con los resultados basados en la normación de Sonder (1957)



(véase Cuadro II), ya que el tectótopo Archeorotipo es característico de zonas de relativa estabilidad marginadas por áreas orogénicas estabilizadas y en degradación, y que corresponde a la parte basal del Silúrico. Se pasa luego al tectótopo Undatotipo, correspondiente a cuencas pronunciadamente undantes, y se finaliza con el Mesorotipo, que es un período de relleno de cuenca, o bien una etapa preorogénica de la misma.

#### CONSIDERACIONES ESTRATIGRAFICAS Y CONCLUSIONES

##### 1. RELACIONES ENTRE EL ORDOVÍCO Y SILÚRICO

La comprobación de la existencia de movimientos Taconicos en la Precordillera, idea que fuera expresada primeramente por Bracaccini (1946), cobró fuerza sobre la base del hallazgo de un conglomerado basal por Roller (1947) en Talacasto. Este hecho toma aún mayor cuerpo de evidencia, debido a nuevos descubrimientos al norte de dicha localidad (Espisua, 1967; Baldis y Cané, 1968) los cuales dan al conglomerado verdadera regionalidad.

En otras áreas de la Precordillera no se ha podido observar el contacto ordovícico-silúrico por estar tapado por acarrees (cerro del Fuerte, Loma de los Piojos, etc.), por lo cual el conglomerado basal sólo se presenta en afloramientos aislados, pero seguramente ha de hallarse extendido regionalmente a lo largo de aproximadamente 100 km, en cuyo caso avalaría la existencia de una importante erosión presilúrica de la Formación San Juan. También es llamativa la existencia de intercalaciones conglomerádicas cercanas a la base de la sección c de la Formación Chilca (clastos cuarcíticos) las cuales indicarían que su procedencia no es de la Formación San Juan, ni aún de la misma Formación La Chilca, ya que no se reconoce en ella ese tipo litológico.

Por otra parte el hiato ordovícico superior-silúrico inferior puede restringirse en sentido temporal por la presencia de caradociano en el área próxima de La Chilca (Cuerda, 1966) y cerro Los Pozos (Baldis y Cané 1968), por cuanto el techo de la Formación Los Espejos podría corresponder a lo sumo a miembros basales del Ludloviano, llegándose a la conclusión que de no mediar traslamiento entre dichas Formaciones, el Silúrico recién comenzaría a depositarse en el Wenlockiano.

Las consideraciones anteriores llevan a la conclusión de que posteriormente a la deposición del Caradociano tuvieron lugar movimientos en la cuenca ordovícica, produciendo posibles áreas emergentes que aportaron los sedimentos basales de los bancos del Silúrico. Se limita así, temporalmente, el período del supuesto movimiento Taconico, que habría actuado dentro de una edad ashgiana-llandoveriana.

##### 2. LÍMITE SILÚRICO DEVÓNICO

Este ha podido determinarse con aproximación de un metro, identificándose por el contenido fosilífero del último banco silúrico portador de *Clarkeia antisiensis* y *Atrypina acutiplicata*, y el primer banco que contiene restos de *Lingula lepta*.

La similitud litológica entre ambos y su aparente concordancia pueden inducir a pensar que el pasaje de uno a otro es transicional, pero debe destacarse que no se ha podido probar la existencia de Ludloviano y que además hay entre ambos miembros un brusco cambio faunístico que no se corresponde con una variación litológica fuerte. Dicho en otras palabras no ha existido un cambio de ambiente deposicional notable; es así que sin llegar a aceptar la presencia de una discordancia angular, se debe presumir un hiato deposicional importante, basado en un probado hiato faunístico.

### 3. DEVÓNICO INFERIOR MARINO Y FORMACIÓN PUNTA NEGRA

Ha sido posible observar en estos sedimentos dos hechos novedosos:

a) La presencia del trilobite *Otharion* cf. *O. dereimsi* (Kozl)<sup>1</sup> hasta ahora característico de la cuenca boliviana, así como otras especies de trilobites actualmente en estudio, indicarían elementos comunes con aquella cuenca.

b) El contacto entre el Devónico inferior marino y la Formación Punta Negra, si bien impresiona en las observaciones generales de campo como muy brusco, por el contraste litológico, debe reexaminarse a la luz de lo que se aprecia en detalle en el río de las Chacritas.

Precisamente la sección *b* del miembro de Lutitas Verdes y Moradas del Devónico inferior marino, muestra un oscurecimiento de la coloración y un leve engrosamiento de la granulometría hacia el techo, pero sobre todo comienza a marcarse una diferenciación en bancos, todo lo cual es una aproximación a la litología de la Formación Punta Negra.

El pasaje paulatino entre las Lutitas Verdes y Moradas y la Formación Punta Negra que éste sugiere, resulta acorde con el hecho de que esa evolución de la sedimentación hacia la formación de bancos y hacia el aumento de granulometría, también observado ascendentemente a partir de la base de la Formación Punta Negra.

<sup>1</sup> Determinado por B. A. Baldis.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Baldis, B. A., 1964. El Silúrico fosilífero de Gualilán. Provincia de San Juan. — Rev. de la Asoc. Geol. Arg., Tomo XIX n° 3, Bs. As.
- Baldis, B. A. y Cané, T. C., 1968. El Paleozoico de la Región Occidental Austral de Jáchal. Provincia de San Juan. — Rev. de la Asoc. Geol. Arg., Tomo XXIII, n° 2, Bs. As.
- Braccini, O. I., 1946. Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-Mendocina. — Bol. Inf. Petr. (Reimp. 258), Bs. As.
- Castellaro, H. A., 1959. Braquiópodos Gotlándicos de la Precordillera de San Juan. — Rev. de la Asoc. Geol. Arg., Tomo XIII, nos 1 y 2, Bs. As.
- Clarke, J. M., 1912. El Devónico de la Argentina occidental. — An. Min. Agr. Sec. Geol., Tomo VIII, n° 2, Bs. As.
- 1913. Fosseis Devonianos do Paraná. — Serv. Geol. Min. do Brasil. Monogr. I, Río de Janeiro.
- Cuerda, A. J., 1965. *Monograptus leintgardinensis* var. *incipiens* Wood, en el Silúrico de la Precordillera. — Ameghiniana, Tomo IV, n° 5, Bs. As.
- 1966. Formación La Chilca. Silúrico Inferior. San Juan. Comisión de Investigaciones Científicas. — Notas de la Gobernación de la Pcia. de Bs. As., La Plata.
- Espisúa, E., 1967. El Paleozoico del Río de las Chacritas y zonas adyacentes, con especial referencia a la estratigrafía del Silúrico, Dtos. de Ullún-Jáchal, Pcia. de San Juan. — Tesis de Licenciatura. Fac. de Cs. Ex. y Nat., Bs. As. (Inédito.)
- García, E., 1947. Estratigrafía y tectónica de la zona situada inmediatamente al SO de Jáchal, Departamento de Jáchal. Pcia. de San Juan. — Tesis inédita. Museo de La Plata.
- Harrington, H. J. y Leanza, A. F., 1957. Ordovician trilobites of Argentine. University of Kansas Press, Special Publication I.
- Keidel, J., 1921. Observaciones geológicas en la Precordillera de San Juan y Mendoza. Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación. — Secc. Geol. Miner. y Min. Tomo XV, n° 2, Bs. As.
- Krumbein, A. S. y Sloss, W. C., 1963. Stratigraphy and sedimentation. — Ed. By Freeman and Co. San Francisco (2nd. ed.).
- Leanza, A. F., 1950. Fósiles gotlándicos en la Formación del Tambolar, San Juan. — Rev. de la Asoc. Geol. Arg., Tomo V, n° 3.
- Rolleri, E., 1947. Estudio geológico de la Quebrada de Talacasto y zonas adyacentes. Pcia de San Juan. — Tesis Museo de La Plata. La Plata, inédita.
- Sonder, E. D., 1957. Tectonik der Erde. — Stuttgart. Alem.

Recibido el 23 de junio de 1968.

## CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE AMIANTOS ARGENTINOS

### II. ANTOFILITA

POR M. BUTSCHKOWSKYJ

Instituto Nacional de Tecnología Industrial

#### RESUMEN

Una muestra de antofilita de Cuesta Alta, Jagüe, La Rioja, Argentina, ha sido analizada química y espectrográficamente, por difracción de rayos-X y por espectroscopia de infrarrojo. La antofilita es rómbica, el grupo espacial es  $D_{2h}^{16}-Pnma$ ;  $a_0 = 18,44$  Å,  $b_0 = 17,87$  Å,  $c_0 = 5,31$  Å;  $a:b:c = 1,0319:1:0,2971$ ;  $V = 1749$  Å<sup>3</sup>;  $\rho_{calc} = 3,11$  g/cm<sup>3</sup>;  $Z = 4$ .

Por calcinación a 1200°C, la antofilita se transforma en enstatita.

#### ABSTRACT

An anthophyllite sample from Cuesta Alta, Jagüe, La Rioja, Argentine, has been analyzed chemically, spectrographically, by X-rays and by infrared spectroscopy. The anthophyllite is rhombic with space group  $D_{2h}^{16}-Pnma$ ;  $a_0 = 18,44$  Å,  $b_0 = 17,87$  Å,  $c_0 = 5,30$  Å;  $a:b:c = 1,0319:1:0,2971$ ;  $V = 1749$  Å<sup>3</sup>;  $\rho_{calc} = 3,11$  g/cm<sup>3</sup>;  $Z = 4$ .

Anthophyllite heated at 1200°C, transforms to enstatite.

#### INTRODUCCION

El estudio de la antofilita de Cuesta Alta, Jagüe, La Rioja, es la continuación del trabajo "Contribución al conocimiento de amiantos argentinos", Butschkowskyj (1968), en el cual se refirió a la antofilita de Tinogasta, Catamarca.

La muestra del presente estudio fue analizada química y espectrográficamente. El mineral natural y el calcinado a 1200°C fueron estudiados por difracción de rayos-X y por espectroscopia de infrarrojo. Los diagramas de polvo se obtuvieron con un equipo de difracción Philips, en cámara y en goniómetro de difracción, usándose en ambos casos radiación de Cu filtrada por Ni. Para los espectros de infrarrojo se utilizó un espectrofotómetro de doble haz, Perkin-

Elmer 221, aplicándose la técnica de las pastillas prensadas de bromuro de potasio.

#### PROPIEDADES FISICAS Y COMPOSICION QUIMICA

La antofilita de Jagüe se presenta en agregados fibrosos radiales muy finos, de color amarillo claro, cuyos cristalitos alcanzan una longitud de 10 mm y tienen un espesor de dos micrones. Al calentar la muestra a 1200°C, ésta se torna marrón oscuro. El peso específico calculado es 3,11 g/cm<sup>3</sup>.

El análisis espectrográfico fue realizado por la Ing. Perla Roitman de Bautis y sus resultados se indican en el cuadro I. En el cuadro II se indican los resultados del análisis químico, efectuado por el Dr. F. Mutscheller.

**CUADRO I**

**Análisis espectrográfico de la antofilita de Jagüe**

|         | %       | %      |
|---------|---------|--------|
| Si..... | > 10    |        |
| Mg..... | > 10    |        |
| Fe..... | 1 - 10  |        |
| Ca..... | 0.3 - 3 |        |
| Al..... | 0,05    | - 0,15 |
| Ni..... | 0,05    | - 0,15 |
| Mn..... | 0,01    | - 0,10 |
| Co..... | 0,001   | - 0,01 |

Ing. Perla Roitman de Bautis del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

**CUADRO II**

**Análisis químico de la antofilita de Jagüe**

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| SiO <sub>2</sub> .....               | 59,7   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 5,75   |
| CaO.....                             | 5,45   |
| MgO.....                             | 26,1   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | trazas |
| Pérdida por calcinación a 1000° C... | 3,30   |
| Total.....                           | 100,30 |

Dr. F. Mutscheller del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

**ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO**

Se obtuvieron espectros de absorción en el infrarrojo de la antofilita natural y de la calcinada a 1200°C, que se comparan en el cuadro III y, fig. 5. En las bandas de absorción entre 9-10 micrones, correspondientes a las uniones Si-O, se observan diferencias entre las intensidades relativas. En la antofilita calcinada o enstatita, se nota un corrimiento

**CUADRO III**

**Espectros de infrarrojo**

| Antofilita natural<br>λ en μ | Antofilita calcinada a 1200°C (enstatita)<br>λ en μ |
|------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 3,00 m                       | 9,30 f                                              |
| 9,20 f                       | 9,90 f                                              |
| 9,90 f                       | 10,30 f                                             |
| 10,40 f                      | 10,85 f                                             |
| 11,10 f                      | 11,20 f                                             |
| 12,90 m                      | 11,80 f                                             |
|                              | 13,90 m                                             |

f = fuerte ; m = mediano.

Dra. C. Cristallini, del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

de las bandas de más de 10 micrones hacia las longitudes de onda mayores.

**ESTUDIO ROENTGENOGRAFICO**

En el cuadro IV se indican los espaciados interplanares medidos y calculados. Sobre la base de los valores *d* calculados, se determinaron los parámetros de la celda unitaria. Con éstos y una relación de MgO : FeO = 5,8 : 1,2, de acuerdo con el análisis químico, se calculó el peso específico, cuadro IV. El grupo espacial Pnma queda confirmado. Las figs. 1 y 2 muestran los diagramas de polvo obtenidos en cámara de 57,3 mm de diámetro y en goniómetro de difracción, respectivamente. La fig. 3 es un diagrama de fibra de antofilita en cámara plana.

En el cuadro V constan los valores de los espaciados de la antofilita de Cuesta Alta, calcinada a 1000°C y 1200°C, que indican claramente su transformación en enstatita (Butschowskyj, 1968). En la fig. 4 se comparan los difractogramas de la antofilita calentada a 1000°C y 1200°C.

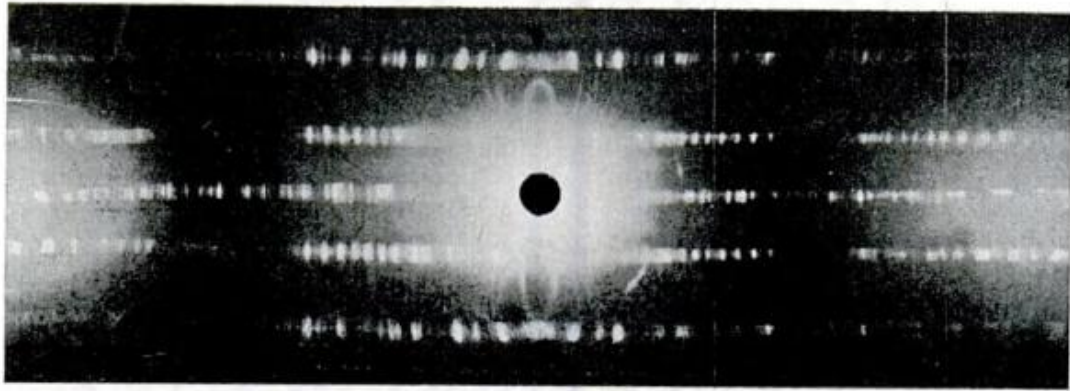


Fig. 1. — Diagrama Debye-Scherrer de la antofilita de Jagüe ; cámara 57,3 mm,  $\text{Cu K}\alpha = 1,54051 \text{ \AA}$

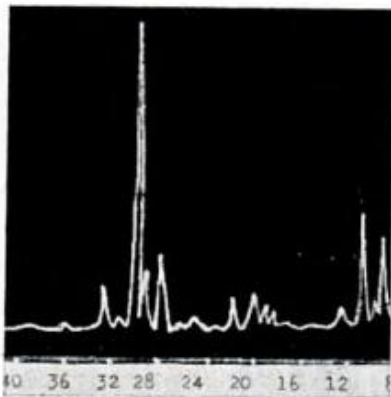


Fig. 2. — Difractograma de antofilita, cristales orientados  $\lambda \text{CuK}\alpha = 1,54051 \text{ \AA}$ .

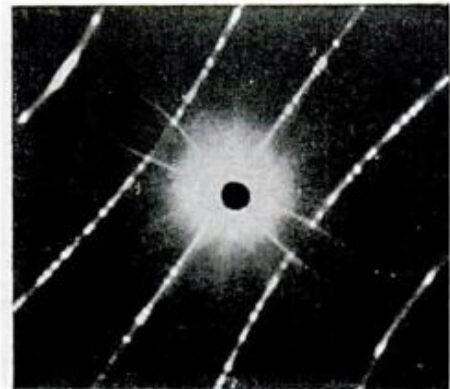


Fig. 3. — Diagrama de una fibra de antofilita en cámara plana, distancia focal  $D = 4 \text{ cm}$ , radiación  $\text{CuK}\alpha = 1,54051 \text{ \AA}$ .

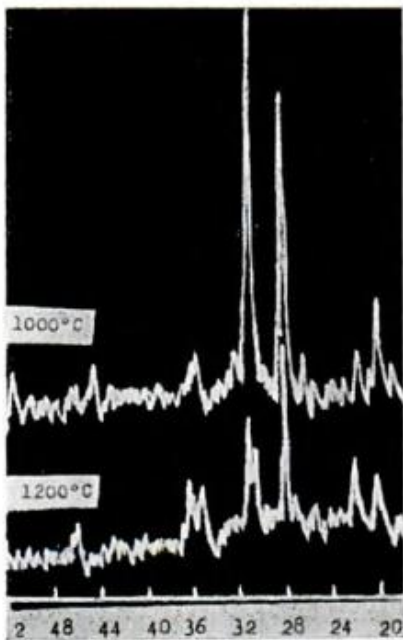


Fig. 4. — Difractogramas de antofilita calcinada a  $1000^\circ\text{C}$  y  $1200^\circ\text{C}$  (enstatita).

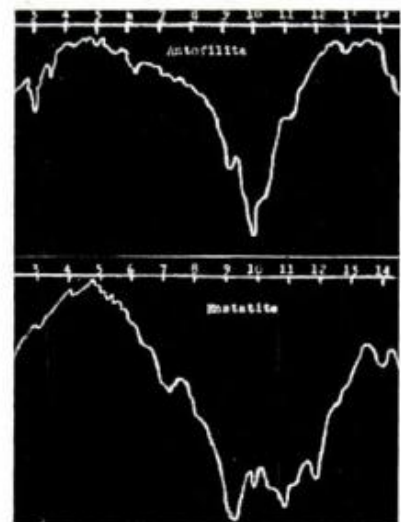


Fig. 5. — Espectros de infrarrojo de la antofilita de Jagüe

**CUADRO IV**  
**Datos roentgenocrystalográficos**  
**de la antofilita de Jagüe**

| I/I <sub>0</sub> | d <sub>obs.</sub> (Å) | d <sub>calc.</sub> (Å) | hkl     |
|------------------|-----------------------|------------------------|---------|
| 45               | 9,205                 | 9,220                  | 200     |
| 2                | 8,927                 | 8,935                  | 020     |
| 42               | 8,145                 | 8,194                  | 210     |
| 3                | 5,035                 | 5,003                  | 230     |
| 30               | { 4,619               |                        |         |
|                  | { 4,458               | 4,467                  | 040     |
| 15               | 4,111                 | 4,097                  | 420     |
| 3                | 3,831                 |                        |         |
| 12               | 3,609                 | 3,614                  | 340     |
| 6                | 2,336                 | 3,332                  | 250     |
| 30               | 3,212                 | 3,208                  | 440     |
| 22               | 3,108                 |                        |         |
| 100              | 3,025                 | 3,029                  | 501     |
| 9                | 2,820                 | 2,823                  | 251     |
| 15               | 2,736                 | 2,737                  | 630     |
| 3                | 2,669                 | 2,670                  | 351     |
| 3                | 2,576                 | 2,570                  | 161     |
| 4                | 2,540                 | 2,546                  | 202     |
| 4                | 2,479                 | 2,494                  | 451     |
| 3                | 2,434                 | 2,432                  | 302     |
| 2                | 2,331                 | 2,330                  | 650     |
| 2                | 2,308                 | 2,303                  | 800     |
| 2                | 2,296                 | 2,300                  | 402,641 |
| 2                | 2,263                 |                        |         |
| 2                | 2,241                 | 2,241                  | 412     |
| 3                | 2,199                 |                        |         |
| 12               | 2,130                 | 2,124                  | 561     |
| 3                | 2,065                 | 2,048                  | 840     |
| 5                | 2,021                 | 2,010                  | 480     |
| 6                | 1,979                 | 1,969                  | 751     |
| 6                | 1,947                 | 1,960                  | 622     |
| 2                | 1,838                 | 1,844                  | 10.0.0  |
| 3                | 1,792                 | 1,787                  | 0.10.0  |
| 5                | 1,770                 | 1,761                  | 10.3.0  |
| 5                | 1,726                 | 1,716                  | 3.10.0  |
| 2                | 1,674                 | 1,690                  | 133     |
| 9                | 1,609                 | 1,620                  | 243     |
| 6                | 1,579                 | 1,585                  | 053     |
| 5                | 1,543                 | 1,537                  | 12.0.0  |
| 5                | 1,529                 |                        |         |
| 3                | 1,513                 | 1,504                  | 890     |
| 6                | 1,496                 | 1,501                  | 263     |
| 3                | 1,478                 | 1,489                  | 0,12.0  |

**CUADRO IV (Conclusión)**

| I/I <sub>0</sub> | d <sub>obs.</sub> (Å) | d <sub>calc.</sub> (Å) | hkl    |
|------------------|-----------------------|------------------------|--------|
| 12               | { 1,418               |                        |        |
|                  | { 1,413               | 1,412                  | 692    |
| 3                | 1,323                 | 1,328                  | 483    |
| 9                | { 1,292               | 1,286                  | 14.3.0 |
|                  | { 1,286               |                        |        |

a<sub>0</sub> = 18,44 Å ; b<sub>0</sub> = 17,87 Å ; c<sub>0</sub> = 5,31 Å ,  
 grupo espacial D<sub>2h</sub><sup>16</sup>-Pnma; V = 1749 Å<sup>3</sup>; Z = 4;  
 ρ<sub>calc.</sub> = 3,11 g/cm<sup>3</sup>.

Difractograma, CuK<sub>α</sub> = 1,54051 Å.

**CUADRO V**

**Difractogramas de la antofilita calcinada**  
**a 1000 y 1200°C**

| 1000°C           |                       | 1200°C           |                       |
|------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| I/I <sub>0</sub> | d <sub>obs.</sub> (Å) | I/I <sub>0</sub> | d <sub>obs.</sub> (Å) |
|                  |                       | 15               | 6,366                 |
| 17               | 4,436                 | 20               | 4,414                 |
| 9                | 4,111                 | 40               | 4,092                 |
| 4                | 3,361                 |                  |                       |
| 70               | 3,184                 | 100              | 3,173                 |
|                  |                       | 35               | 2,976                 |
|                  |                       | 45               | 2,910                 |
| 100              | 2,891                 | 70               | 2,873                 |
| 9                | 2,540                 | 20               | 2,547                 |
|                  |                       | 25               | 2,499                 |
|                  |                       | 16               | 2,236                 |
| 3                | 1,993                 |                  |                       |
|                  |                       | 25               | 1,971                 |
| 9                | 1,789                 |                  |                       |

Difractograma, CuK<sub>α</sub> = 1,54051 Å.

**CONCLUSIONES**

Las antofilitas de Tinogasta, Cata-  
 marca (Butschkowskyj, 1968), y la de  
 Jagüel, La Rioja, aunque químicamen-  
 te muy semejantes, ambas ricas en Mg

y pobres en Al y con parecido contenido en Fe, tienen aspecto macroscópico bien diferente. El amianto de Tinogasta se presenta en agregados fibrosos largos, paralelos y duros, mientras que la antofilita de Jagüel está en agregados fibrosos radiados, de fibras muy finas, cortas, flexibles y sedosas.

#### AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue realizado con el apoyo de la Gerencia de Tecnología de la Construcción, del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

Se agradece a la Dra. C. Cristallini por los espectros de infrarrojo, a la Ing.

Perla Roitman de Bautis por haber efectuado el análisis espectrográfico, al Dr. F. Mutscheller por la ejecución del análisis químico y al Dr. H. Arux por la obtención de los diagramas de difracción con contador Geiger-Müller.

A la Asociación Geológica Argentina se agradece haber hecho posible la publicación de este trabajo.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Butschkowskyj, M. *Contribución al conocimiento de amiantos argentinos, I Antofilita*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXIII, (1968), 225-236.

## MINERALOGIA DE ALGUNOS SEDIMENTOS FLUVIALES DE LA CUENCA DEL RIO DE LA PLATA

POR PEDRO J. DEPETRIS<sup>1</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo trata de la distribución mineralógica observada en sedimentos suspendidos y de cauce, procedentes de algunos ríos de la Cuenca Hidrográfica del río de la Plata.

Las cuencas tributarias de los ríos Paraná superior y Paraguay, proveen la mayor parte de los sedimentos descargados por el Sistema del Plata en el Océano Atlántico Sur-Occidental, contribuyendo con un 72 % de la illita y un 73 % de la montmorillonita transportadas por el río de la Plata, los que a su vez, son los minerales arcillosos dominantes en la fracción granulométrica inferior a dos micrones de diámetro.

Una comparación entre los resultados obtenidos en este trabajo y los valores observados en sedimentos marinos por P. E. Biscaye (1965), parece indicar que, grandes cantidades de fases sólidas procedentes del Océano Antártico son depositadas en áreas adyacentes a la desembocadura del río de la Plata, enmascarando la asociación mineralógica original.

### ABSTRACT

This paper deals with the observed mineral assemblage in suspended solids and bed material from some rivers of the Río de la Plata Basin.

The Upper Paraná and Paraguay Rivers dominate the mineralogy, providing more than 67 % of the total suspended solids. About 72 % of the total illite and 73 % of the total montmorillonite—the two most abundant clay minerals—are provided by the above mentioned tributary basins.

The influence of the Antarctic Bottom Water is shown by the differing clay mineral suites from the Río de la Plata solid phases and those studied by P.E. Biscaye (1965) in adjacent deep-sea sediments.

### INTRODUCCIÓN

Considerable interés se ha despertado durante los últimos años, en el estudio integral de las cuencas fluviales, por su innegable importancia socio-económica, evidenciada por la Década Hidrológica de Naciones Unidas y por la relativa falta de información existente en muchos de los grandes sistemas fluviales del mundo.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Limnología. Becario del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina, en el Scripps Institution of Oceanography, USA.

El presente trabajo se refiere a la distribución mineralógica observada en muestras de sedimentos obtenidas en algunos ríos del Sistema Hidrográfico del Plata, efectuando consideraciones sobre el origen de dichos sedimentos e intentando establecer una comparación con los estudiados previamente por P. E. Biscaye (1965) en el Océano Atlántico.

Existe una notable variedad dentro de la geología de la Cuenca del río de la Plata, que se refleja directamente sobre la mineralogía de la fase sólida transportada por sus ríos: desde el Escudo Brasileño y los basaltos toleíticos del Paraná, que cubren más de un 30 %



de la superficie de la cuenca, hasta los sedimentos loessoides de la llanura Chaco-pampeana, que abarcan más de un 50 % de la misma cuenca, y las formaciones andinas y sub-andinas erodadas por los ríos Bermejo y Pilcomayo. Los factores climatológicos, que ejercen un importante control ambiental sobre la naturaleza de los productos finales de la meteorización, son igualmente diversos dentro de la gigantesca Cuenca del río de la Plata, que alcanza una superficie aproximada de  $3,1 \times 10^6$  km<sup>2</sup> (L. Tossini, 1959).

*Agradecimientos.* — El autor desea agradecer la valiosa cooperación del Dr. Argentino A. Bonetto y del Prof. Edmundo C. Drago, del Instituto Nacional de Limnología (CONICET), que suministraron las muestras utilizadas en el presente trabajo. Así también a John J. Griffin, del Scripps Institution of Oceanography (Universidad de California, San Diego), por su ayuda y crítica en el desarrollo del mismo y por facilitar los datos sobre las cloritas de los ríos Amazonas y Magdalena.

Este trabajo forma parte de las actividades realizadas por el autor, durante su permanencia en el Scripps Institution of Oceanography mediante una beca del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina.

#### MINERALOGIA

Utilizando las técnicas de difracción de rayos X descriptas por E. D. Goldberg y J. J. Griffin (1964), se realizaron análisis mineralógicos cualitativos y semicuantitativos en las fracciones menores y mayores de dos micrones de diámetro en 12 muestras de sedimentos suspendidos y dos muestras de sedimentos de cauce procedentes de distintos ríos de la cuenca del río de la Plata. Dichos análisis se efectuaron mediante un difractómetro de rayos X Norelco,

utilizando radiación Cu K  $\alpha$  a 45 kilovoltios y 15 miliamperes. Los resultados obtenidos aparecen en los cuadros I y II y algunos difractogramas representativos en las figuras 1 y 2.

El río Paraná, en su curso superior, y el río Paraguay proveen, dentro de la fracción granulométrica correspondiente al grupo de las arcillas (menor de dos micrones de diámetro), abundante illita y montmorillonita con menores cantidades de caolinita y clorita. La montmorillonita y caolinita son probablemente incorporadas por los ríos Paraguay y Paraná, en sus cursos superiores, donde erodan parte de la región tropical correspondientes al Escudo Brasileño, mientras que la illita y la clorita son posiblemente suministradas por el río Bermejo —y en menor porción por el Pilcomayo— que erodan el ambiente andino semidesértico.

El río Salado, por otra parte, tributario principal del Paraná en su curso inferior, provee abundante illita y menores cantidades de montmorillonita, que tienden a aumentar ligeramente sus concentraciones a expensas de la caolinita y clorita. Finalmente, el río Uruguay, que eroda una extensa área cubierta por suelos resultantes de la meteorización de los basaltos infrayacentes, contribuye con abundante caolinita y montmorillonita al río de la Plata.

Indicaciones de la intensidad de la meteorización dentro de la Cuenca del Paraná-río de la Plata, son la casi constante presencia de gibbsita en las muestras de sedimentos suspendidos y la pobreza cristalina de los individuos minerales en la fracción arcilla, que ha impedido en algunos casos, la diferenciación entre caolinita y clorita en los análisis mineralógicos efectuados.

Mediante el método desarrollado por W. Petruk (1964), se estudiaron algunas de las muestras más representativas con el propósito de determinar la naturaleza de las cloritas presentes en las fracciones mayores de dos micrones de diámetro. Los resultados obtenidos (cua-

CUADRO I

| Muestra | Rio                          | Fecha de muestreo | Tipo de muestra | Composición aproximada en porcentaje |        |           |         | Otros minerales |
|---------|------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------------|--------|-----------|---------|-----------------|
|         |                              |                   |                 | Montmorillonita                      | Illita | Caolinito | Clorita |                 |
| PS-1    | Paraná.....<br>(Sta. Fe)     | Julio 1967        | Susp.           | 18                                   | 34     | 31        | 17      | Gibbsita, M. L. |
| PS-2    | Paraná.....<br>(Sta. Fe)     | Junio 1967        | »               | 14                                   | 38     | 33        | 15      | Gibbsita        |
| CR-1    | Coronda.....<br>(Sta. Fe)    | Julio 1967        | »               | 24                                   | 41     | 22        | 14      | Gibbsita?       |
| CR-2    | Coronda.....<br>(Sta. Fe)    | Junio 1967        | »               | 20                                   | 43     | 22        | 14      | Gibbsita, M. L. |
| CL-1    | Colastiné....<br>(Sta. Fe)   | Julio 1967        | »               | 18                                   | 37     | 28        | 17      | Gibbsita?       |
| CL-2    | Colastiné....<br>(Sta. Fe)   | Junio 1967        | »               | 17                                   | 40     | 25        | 18      | Gibbsita?       |
| SS-1    | Salado.....<br>(Sta. Fe)     | Julio 1967        | »               | 18                                   | 67     |           | 16*     | M. L.           |
| SS-2    | Salado.....<br>(Sta. Fe)     | Junio 1967        | »               | 26                                   | 46     | 17        | 11      |                 |
| SF-1    | Salado.....<br>(Sta. Fe)     | Junio 1967        | Lecho           | 26                                   | 55     |           | 20*     |                 |
| SF-2    | Salado.....<br>(Sta. Fe)     | Julio 1967        | »               | 25                                   | 56     |           | 18*     | M. L.           |
| PS-3    | Paraná.....<br>(Rosario)     | Nov. 1967         | Susp.           | 36                                   | 44     | 13        | 7       | Gibbsita        |
| UR-1    | Uruguay....<br>(Concep.)     | »                 | »               | 32                                   | 15     |           | 53**    | Gibbsita? M. L. |
| PR-1    | R. de la Plata<br>(Bs. As.)  | »                 | »               | 34                                   | 44     | 13        | 8       | Gibbsita? M. L. |
| PR-2    | R. de la Plata<br>(La Plata) | »                 | »               | 26                                   | 44     |           | 31*     | Gibbsita? M. L. |

\* Valores asignados a caolinita + clorita ; \*\* Casi totalmente compuesto de caolinita ; M. L. : arcilla de mezcla o « mixed layer ».

**CUADRO II**  
**Mineralogía de la fracción granulométrica mayor de dos micrones**

| Muestra | Río                    | Clorita | Mica | Anfib. | Piro-<br>xenos | Cuarzo | Plagioclasas | Feldes.<br>potásico | Otros                             |
|---------|------------------------|---------|------|--------|----------------|--------|--------------|---------------------|-----------------------------------|
| PS-1    | Paraná....             | Pr      | ×××  | Pr     | Pr             | ××××   | ×××          | ××                  | Anastasa, Piro-<br>filita         |
| PS-2    | Paraná....             | Pr      | ×××× | Pr     | Tr             | ××××   | ××××         | ×××                 | Anastasa, Piro-<br>filita, Rutilo |
| CR-1    | Coronda...             | Pr      | ×××× | Tr     | Tr             | ×××    | ×××          | ××                  |                                   |
| CL-1    | Colastiné..            | Pr      | ×××× | —      | —              | ××××   | ×××          | ××                  | Rutilo                            |
| CL-2    | Colastiné..            | Pr      | ×××× | Tr     | —              | ××     | ××           | ××                  |                                   |
| SS-1    | Salado.....            | Tr      | ×××× | Tr     | —              | ××     | ×××          | ××                  | Anastasa, Piro-<br>filita         |
| SS-2    | Salado.....            | Tr      | ×××× | Tr     | —              | ×××    | ×××          | ××                  | Anastasa, Piro-<br>filita         |
| PS-3    | Paraná....             | Pr      | ××   | Tr     | Tr             | ××     | ××           | —                   | Rutilo                            |
| UR-1    | Uruguay...             | Tr      | ×    | —      | —              | ××     | ×××          | ××                  | Anastasa                          |
| PR-1    | Río de la<br>Plata.... | Tr      | ×××× | Tr     | —              | ××     | ××××         | ××××                | Anastasa, Ruti-<br>lo, Pirofilita |
| PR-2    | Río de la<br>Plata.... | Pr      | ×××  | Tr     | —              | ××     | ××           | ××                  | Anastasa, Ruti-<br>lo, Pirofilita |

Pr : Presente ; Tr : Traza ; ×× : Semi-abundante ; ××× : Abundante ; ×××× : Muy abundante.

**CUADRO III**  
**Relaciones de las intensidades de Rayos X difractados por los planos basales de las cloritas**

| Muestra N° | Ubicación                         | 1002/1004 | 1002/1003 | (1002 + 1004)/1003 |
|------------|-----------------------------------|-----------|-----------|--------------------|
| PS-2       | Río Paraná.....<br>(Sta. Fe)      | 1,7       | 3,8       | 6,0                |
| PS-3       | Río Paraná.....<br>(Rosario)      | 1,6       | 3,6       | 5,9                |
| CR-2       | Río Coronda.....<br>(Sta. Fe)     | 1,8       | 4,7       | 7,3                |
| SS-2       | Río Salado.....<br>(Sta. Fe)      | 2,2       | 3,6       | 5,2                |
| PR-2       | Río de la Plata....<br>(La Plata) | 1,5       | 3,3       | 5,4                |
|            | Río Amazonas.....                 | 1,5       | 4,7       | 7,7                |
|            | Río Magdalena.....                | 1,8       | 4,7       | 7,3                |

dro III) muestran una notable similitud entre las muestras procedentes de la Cuenca del Plata y las incluidas correspondientes a los ríos Amazonas y Magdalena, sugiriendo un origen andino en todos los casos.

rados con los publicados por W. Petruk (1964, pág. 67), indican una riqueza intermedia de átomos pesados (Fe + Mn + Cr), alojados por substitución isomórfica, en las capas octahédricas de dicho mineral.

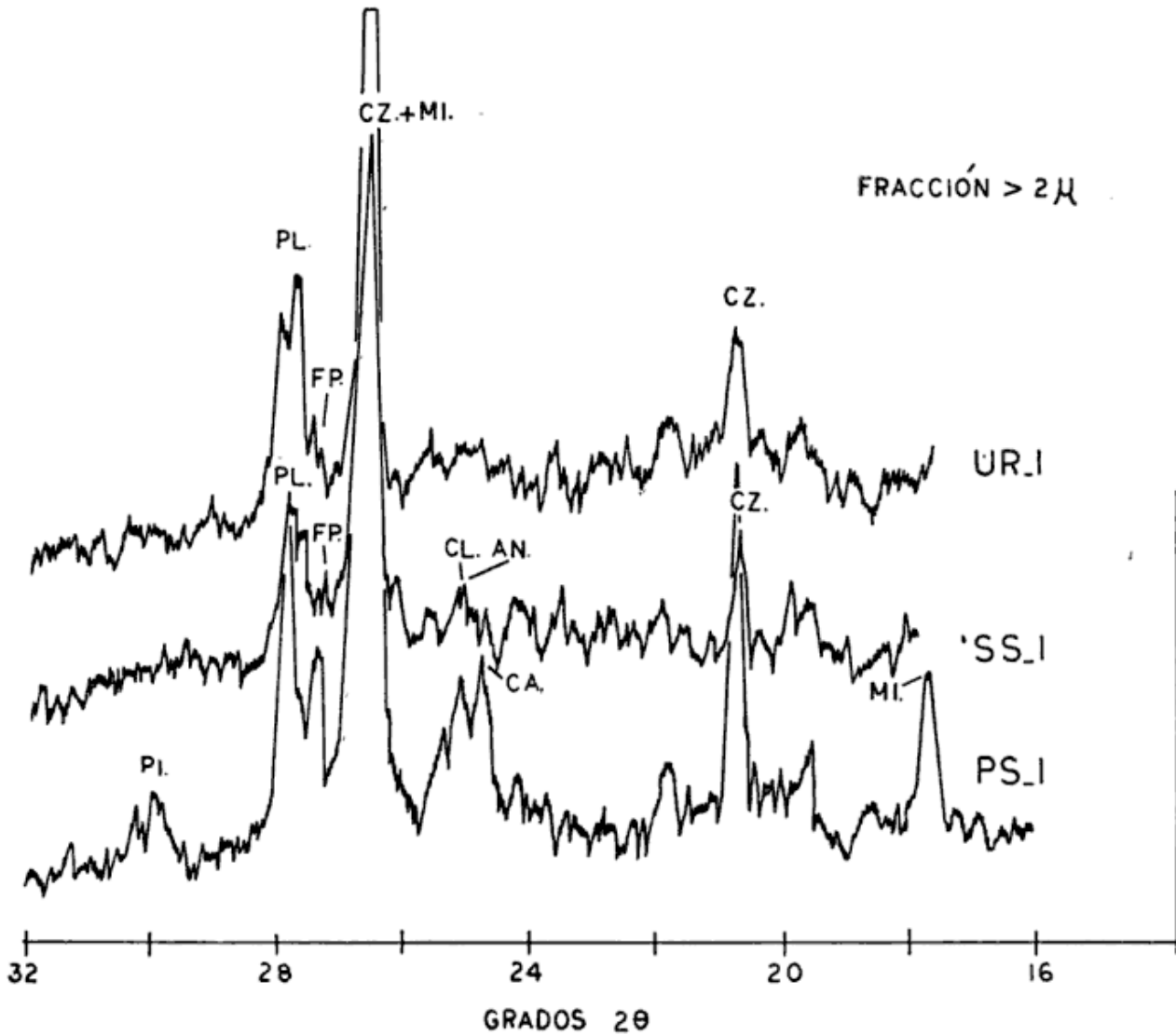


Fig. 1. — Difractogramas de arcillas presentes en la fracción granulométrica inferior a dos micrones de diámetro de muestras seleccionadas provenientes de la Cuenca del río de la Plata. Por poseer arcillas expandibles, las mismas han sido tratadas previamente con glicol: MA, montmorillonita; ILL, illita; CA, caolinita; CL, clorita; GI, gibbsita; CZ, cuarzo.

El método consiste, esencialmente, en el examen y comparación de las intensidades de los picos de segundo (002), tercero (003) y cuarto (004) orden en cloritas estudiadas por técnicas de difracción röntgenográfica. Los resultados así obtenidos (cuadro III), compa-

#### BALANCE DE LAS ARCILLAS

Utilizando las cifras del cuadro I y las recientemente publicadas por los sedimentos suspendidos en algunos tributarios de la Cuenca del Plata (P. J. Depetris, 1968, cuadro III), se intentó es-

tablecer un balance o comparación, entre la mineralogía de las arcillas observada en dichos sedimentos y aquella estudiada en el río de la Plata y en los sedimentos oceánicos adyacentes (P. E. Biscaye, 1965).

ciaciones mineralógicas observadas en Rosario y Santa Fe, respectivamente, fue tomada como representativa de los minerales arcillosos erodados anualmente en las cuencas de los ríos Paraná superior y Paraguay. La composición mi-

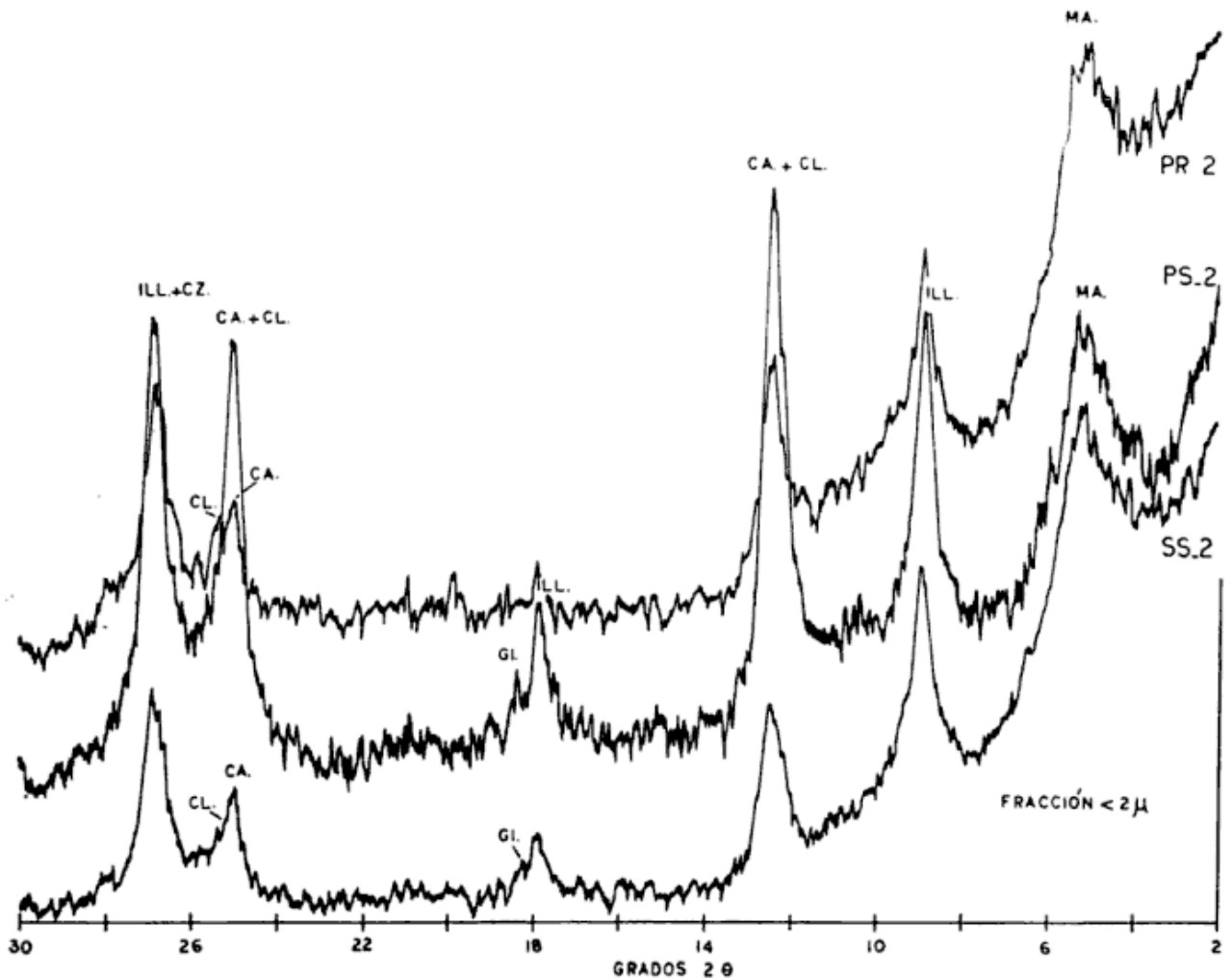


Fig. 2. — Difractogramas obtenidos en la fracción mayor de dos micrones; PI, piroxenos; PL, plagioclasas; FP, feldspatos potásicos ; CZ, cuarzo ; MI, mica ; CL, clorita ; AN, anastasa ; CA, caolinita

Con el propósito de realizar los cálculos correspondientes, se presumió que las principales cuencas consideradas poseen aproximadamente las mismas proporciones de material inferior a dos micrones de diámetro (un 50%), de forma tal que los valores de sedimentos suspendidos, a los que se hace referencia más arriba, pudieran ser utilizados.

La diferencia existente entre el valor total calculado para la cuenca del río Paraná, y aquel asignado al curso inferior del mismo río utilizando las aso-

neralógica media de las arcillas transportadas por el río Salado, fue utilizada para calcular la de los sedimentos erodados anualmente en la porción inferior del río Paraná, partiendo del hecho de que dicho río es el principal proveedor de sedimentos en la cuenca del Paraná inferior. El mismo método fue utilizado para obtener la contribución anual de la cuenca del río Uruguay.

Las cantidades absolutas de las arcillas erodadas anualmente en cada una de las cuencas tributarias aquí consi-

**CUADRO IV**

**Arcillas erodadas en cada cuenca tributaria (en millones de toneladas por año)**

| Cuenca tributaria                      | Montmorillonita | Illita | Caolinita | Clorita | Total |
|----------------------------------------|-----------------|--------|-----------|---------|-------|
| Paraná superior y Paraguay * . . . . . | 17,0            | 19,0   | 5,0       | 2,5     | 43,5  |
| Paraná inferior . . . . .              | 3,0             | 6,0    | 2,0       | 1,5     | 12,5  |
| Paraná total . . . . .                 | 20,0            | 25,0   | 7,0       | 4,0     | 56,0  |
| Uruguay . . . . .                      | 3,0             | 1,5    | 4,0       | —       | 8,5   |
| Río de la Plata . . . . .              | 23,0            | 26,5   | 11,0      | 4,0     | 64,5  |

\* Paraná total — Paraná inferior = Paraná superior y Paraguay.

**CUADRO V**

**Composición mineralógica calculada y observada en sedimentos suspendidos del río de la Plata y de fondos oceánicos adyacentes (fracción menor de dos micrones)**

|                                                            | Aproximada composición mineralógica de las arcillas (%) |        |           |         |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------|-----------|---------|
|                                                            | Montmorillonita                                         | Illita | Caolinita | Clorita |
| Río de la Plata. Calculado a partir del cuadro 4 . . . . . | 35                                                      | 41     | 17        | 7       |
| PR-1 . . . . .                                             | 34                                                      | 44     | 13        | 8       |
| PR-2 . . . . .                                             | 26                                                      | 44     |           | 31 *    |
| Promedio de 16 muestras oceánicas <sup>1</sup>             | 27                                                      | 52     | 6         | 16      |

<sup>1</sup> Según P. E. Biscaye (1965).

\* Caolinita + Clorita.

**CUADRO VI**

**Contribución de minerales arcillosos por cuenca tributaria, en por ciento**

|                                      | Montmorillonita | Illita | Caolinita | Clorita |
|--------------------------------------|-----------------|--------|-----------|---------|
| Paraná superior y Paraguay . . . . . | 73              | 72     | 46        | 62      |
| Paraná inferior . . . . .            | 13              | 23     | 18        | 38      |
| Paraná total . . . . .               | 86              | 95     | 64        | 100     |
| Uruguay . . . . .                    | 14              | 5      | 36        | —       |

deradas, están indicadas en el cuadro IV y en la figura 3.

De los valores totales encontrados de esta forma para el río de la Plata, se procedió a calcular la composición mineralógica aproximada de la fracción

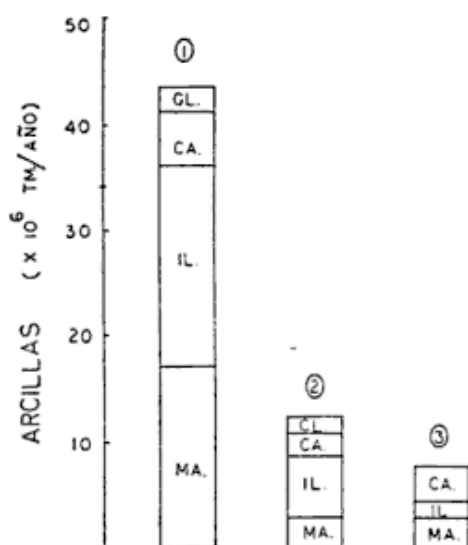


Fig. 3. — Composición de la fracción arcilla (menor de dos micrones de diámetro) erodada anualmente en las cuencas de los ríos (1) Paraná superior y Paraguay; (2) Paraná inferior y (3) Uruguay; MA, montmorillonita; IL, illita; CA, caolinita; CL, clorita.

arcillosa (en por ciento) y compararla con los valores observados en sedimentos suspendidos del río de la Plata y con el promedio de 16 testigos estudiados por P. E. Biscaye (1965) cerca de la desembocadura del sistema, ubicados entre los paralelos 30° y 40° de latitud Sur y los meridianos 30° y 60° de longitud Oeste (cuadro V).

Los resultados calculados y los observados, para el río de la Plata, concuerdan bien, pero existe una notable diferencia con los sedimentos oceánicos. Este fenómeno puede ser explicado por la acción de las masas de agua fría procedentes del Océano Antártico (P. E. Biscaye, 1965) que proveen abundante illita y clorita, aumentando sus concentraciones a expensas de la montmorillonita y caolinita, de evidente origen detrítico.

Basándose en la evidencia provista

por el balance realizado, se calculó la contribución de minerales arcillosos de cada cuenca tributaria considerada (cuadro VI). El Paraná superior y Paraguay dominan la mineralogía de las arcillas entregadas por el Sistema del Plata al Océano Atlántico, al proveer aproximadamente un 67 % del total (P. J. Depetris, 1968). Puede mencionarse, como ejemplo, el hecho de que un 73 % de la montmorillonita y un 72 % de la illita son erodados en las cuencas más arriba mencionadas.

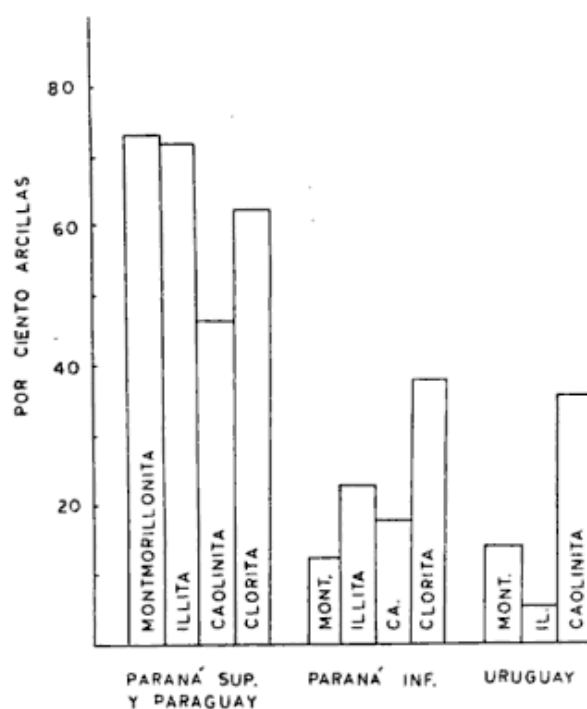


Fig. 4. — Contribución de arcillas por cuenca tributaria, en por ciento

### CONCLUSIONES

Partiendo de los resultados obtenidos en el presente trabajo, es posible efectuar, a manera de conclusión, las siguientes observaciones:

1) Los ríos Paraná superior y Paraguay —con sus tributarios andinos— proveen la mayor parte de los sedimentos transportados por el río de la Plata, al erodar en sus cuencas un 73 % de la montmorillonita, un 72 % de la illita, un 62 % de la clorita y un 46 % de la

caolinita, finalmente depositados en el Océano Atlántico Sur-Occidental.

2) La composición mineralógica de la fracción arcillosa resultante de los procesos de meteorización, refleja claramente la variedad geológica y climatológica existente en las cabeceras del Sistema del Plata.

3) Illita, mineral arcilloso frecuentemente asociado con la meteorización en regiones áridas (E. D. Goldberg, 1965), es dominante en la cuenca del río de la Plata, seguido en orden de importancia por montmorillonita (meteorización de productos volcánicos básicos) y caolinita (meteorización en clima tropical). La similitud existente entre las cloritas estudiadas en los sedimentos suspendidos procedentes de algunos ríos de la Cuenca del Plata y aquellos originados en las cuencas de los ríos Amazonas y Magdalena, sugieren un origen andino común.

4) El balance efectuado con los minerales arcillosos demuestra que, las cifras publicadas previamente (P. J. Depetris, 1968) para los sedimentos acarreados en suspensión por el río de la Plata y sus principales tributarios, son esencialmente correctas.

5) Una comparación entre los resultados obtenidos en este trabajo y los publicados por P. E. Biscaye (1965) para los sedimentos del Océano Atlántico, demuestran que la acción de la Corriente Antártica de Fondo, puede

ser responsable del acarreo de fases sólidas procedentes del Océano Antártico y el Mar de Weddell, en cantidades suficientes como para enmascarar la mineralogía de los sedimentos entregados por el río de la Plata al Atlántico Sur-Occidental.

6) Los sedimentos oceánicos adyacentes a la desembocadura del río de la Plata, poseen un innegable origen detrítico.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Biscaye, P. E., 1965. Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and Oceans. Geol. Soc. — Soc. Amer. Bull., 76, 803-831.
- Depetris, P. J., 1968. Algunas consideraciones sobre la velocidad de la erosión en la República Argentina. — Rev. Asoc. Geol. Argentina, XXIII, 3, 237-245.
- Goldberg, E. D. y J. J. Griffin, 1964. Sedimentation rates and mineralogy in the South Atlantic. — Jour. Geophys. Res., 69, 4293-4309.
- Goldberg, E. D., 1965. The oceans as a geological system. Trans. N.Y. — Acad. Sci., 27, 7-19.
- Petruk, W., 1964. Determination of the heavy atom content in chlorite by means of the X-ray diffractometer. — Am. Mineral., 49, 61-71.
- Tossini, L., 1959. El sistema hidrográfico de la cuenca del Río de la Plata. — An. Soc. Cient. Argentina, 167, 41-64.

Recibido el 1º de Agosto de 1968.

### CORRIGENDA

En el trabajo *Algunas consideraciones sobre la velocidad de erosión en la República Argentina*, publicado en esta revista (tomo XXIII, nº 3, págs. 237-245), en la línea 5 del Resumen, donde dice: "...ocupando el río San Francisco (Cuenca del río Bermejo) el segundo lugar con 271 mm/10<sup>3</sup> años.", *debe leerse* "...ocupando el río Mendoza (Cuenca del río Colorado) el segundo lugar con 338 mm/10<sup>3</sup> años".

De igual modo, en el Abstract, línea 5, donde dice: "...followed by the San Francisco River (Bermejo River Basin) with 271 mm/10<sup>3</sup> years.", *debe leerse* "... followed by the Mendoza River (Colorado River Basin) with 338 mm/10<sup>3</sup> years".



## ACERCA DEL DESCUBRIMIENTO DE AMMONOIDEOS DEVONICOS EN LA REPUBLICA ARGENTINA

(*TORNOCERAS BALDISI* N. SP.)

POR ARMANDO F. LEANZA <sup>1</sup>

### ABSTRACT

The first two goniatitic ammonoids of Devonian age found in Argentina are described in this paper.

The marine beds which have yielded these ammonoids outcrop in the western slope of the Precordillera Range, in the Quebrada de la Chavela, left tributary of the Rio Blanco, in the San Juan Province, Argentina.

These ammonoids represent a new species of *Tornoceras* Hyatt, 1884, which is named *Tornoceras baldisi* n. sp. in honour of Lic. Bruno A. Baldis who collected them. Because *Tornoceras* s. str. is reported from North America, Europa, Asia, North Africa and Western Australia in the Upper Devonian, the same age is given to the new South American representative of the genus. *T. baldisi* certify the existence of Upper Devonian in Argentina for the first time.

The stratigraphical relations between the sedimentites bearing *Tornoceras* and those containing the typical (*Australospirifer*, *Australocoelia*) Lower Devonian (Austral) fauna can not be established, since their respective outcrops are not in contact.

### RESUMEN

En este trabajo se describen los primeros dos ammonoideos goniatíticos de edad devónica hallados en la Argentina.

Las capas marinas que suministraron estos ammonoideos afloran en la pendiente occidental de la Precordillera, en la quebrada de la Chavela, tributaria de izquierda del río Blanco, en la Provincia de San Juan, República Argentina.

Estos ammonoideos representan una nueva especie de *Tornoceras* Hyatt, 1884, y es denominada *Tornoceras baldisi* n. sp., en honor del Lic. Bruno A. Baldis que los coleccionó. Puesto que *Tornoceras* s. str. se encuentra en el Devónico superior de Norte América, Europa, Asia, Norte de África y Australia Occidental, la misma edad es asignada al nuevo representante sudamericano del género. *Tornoceras baldisi* n. sp. certifica por primera vez la existencia de Devónico superior en la Argentina.

Las relaciones estratigráficas entre las sedimentitas portadoras de *Tornoceras* y las que contienen la fauna típica (*Australocoelia*, *Australospirifer*) del Devónico inferior austral no han sido establecidas, ya que sus respectivos afloramientos no se encuentran en contacto.

<sup>1</sup> Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

## INTRODUCCION

Los ammonoideos goniatíticos que describiré a continuación fueron hallados por el Licenciado Bruno A. Baldis en una de las campañas dedicadas por el mencionado colega al estudio de la Precordillera de San Juan y Mendoza. El yacimiento fosilífero está situado en la quebrada de la Chavela, afluente de izquierda del río Blanco en la provincia de San Juan (aproximadamente 69° long. Oeste-Gr. y 29°55' L. S. Junto con los ammonoideos, el Lic. Baldis coleccionó otros elementos faunísticos, especialmente trilobites, que él mismo publicará próximamente.

También el doctor Furque había hallado fósiles en la misma localidad, debiéndose a este colega la descripción geológica de la serie estratigráfica que allí aflora.

Según el doctor Furque (1963, p. 38), el Devónico aflora extensamente en el Cordón la Punilla y las serranías bajas situadas más al Oeste, sin pasar el río Blanco. De arriba hacia abajo, distinguió las siguientes formaciones:

- c) Formación Chavela.
- b) Formación Ramadita.  
*Discordancia*
- a) Formación La Punilla.

Los fósiles aquí descriptos proceden de la parte superior de la Formación Chavela, cuya base y techo coinciden lamentablemente con contactos tectónicos. La fauna indudablemente devónica que alberga esta formación es totalmente diferente a la que contienen los estratos con *Australospirifer* y *Australocoelia* referibles al Devónico inferior y que se encuentran extensamente distribuidos en la Precordillera. Pero estas sedimentitas del Devónico inferior no afloran en las inmediaciones de la quebrada de la Chavela y sus afloramientos más próximos se encuentran a varias decenas de kilómetros de dicha quebrada.

Los afloramientos de la Formación Chavela integran una tira de unos 1400 metros de ancho por unos 15 kilómetros de largo, en sentido norte-sur. Hacia el Oeste está en contacto con la Formación Ramadita por medio de una falla. La Formación Ramadita contiene restos de plantas fósiles (*Haplostigma*, *Cyclostigma*). Por el E, también la Formación Chavela está limitada por una fractura que la separa de la Formación Volcán que contiene una flora del Carbonífero inferior.

## DESCRIPCION DE LOS FOSILES

Suborden GONIATITINA Hyatt, 1884

Fam. **TORNOCERATIDAE** Arthaber, 1911

Gén. **TORNOCERAS** Hyatt, 1884

**Tornoceras baldisi** Leanza n. sp.

Figs. 1-4

El holotipo fue hallado en el interior de una concreción partida *ex profeso* en busca de fósiles. Dos de los diámetros de ella son equidimensionales y forman un plano coincidente, en forma aproximada, con el plano de simetría del fósil. El tercer diámetro, perpendicular a los otros dos, es bastante más corto. La concreción se abrió según el plano determinado por sus diámetros mayores en dos mitades subiguales. En una de ellas (fig. 2) se encuentra la impresión de la superficie externa de la conchilla, mientras en la otra (fig. 1) se conserva parte del phragmacono y parte de la cámara de habitación. Faltan las vueltas iniciales del phragmacono.

Examinado estos restos se adquiere la impresión de que corresponden a una conchilla lenticular, con flancos suavemente convexos y con ancho máximo en el tercio interno del flanco. Las vueltas son unas tres veces más altas que anchas, siendo la apariencia de la con-



1.



4

2.



3.



Fig. 1-4. — *Tornoceras baldisi* Leanza n. sp. : 1, parte del phragmacono y de la cámara de habitación del Holotipo  $\times 2$ . CPUBA 8088 a ; 2, impresión de la superficie externa del Holotipo  $\times 2$ . CPUBA 8088 b ; 3, material adicional, vista lateral de la conchilla  $\times 3$ . CPUBA 8089 ; 4, líneas lobales del Holotipo  $\times 2$ . El punto negro indica la situación aproximada del ombligo. Fotos obtenidas por el Sr. J. C. Rodríguez del Inst. Nac. de Geol. y Minería.

chilla la de un oxycono. El ombligo es cerrado.

La superficie externa de la conchilla está recorrida por estrías de crecimiento sinuosas y finas. En la mitad interna del flanco se inclinan hacia adelante y luego se encorvan para disponerse más o menos radialmente o ligeramente dirigidas hacia atrás. Cerca de la periferia las estrías no se observan bien, pero, al parecer, vuelven a inclinarse hacia adelante. El curso de las estrías es, pues, biconvexo.

El phragmacono y parte de la cámara de habitación que se hallan en la otra mitad de la concreción no están bien conservados en la zona periférica y están mutilados en la región umbilical. Lo que parecería ser un ombligo amplio en la figura 1 es, en realidad, una parte de una cámara de aire correspondiente a la primera silla lateral. Los pormenores de la línea lobal se muestran en la figura 4. Se aprecia un lóbulo externo, adventicio, y una única silla lateral bien redondeada. En la línea lobal correspondiente al septo que con mayor integridad se ha conservado, se advierten indicios de un pequeño lóbulo umbilical.

*Observaciones.* Por la trayectoria sinuosa de sus estrías de crecimiento, por su ombligo cerrado, por su conchilla discoidal y por los caracteres de su línea lobal, el ejemplar descrito encuentra ubicación en el género *Tornoceras* Hyatt, 1884 (especie tipo *Tornoceras triangularis* (Conrad)), esto es, un género de goniatites ampliamente distribuido en diversas regiones de la Tierra.

La forma redondeada del lóbulo adventicio externo acerca los ejemplares descritos a especies tales como *Tornoceras* (*Tornoceras*) *uniangulare* (Conrad) tal como esta especie ha sido ilustrada por Miller (1938, p. 157, Lám. 31, figs. 5-9, Lám. 32, figs. 5-10, Lám. 34, figs. 1-4, Lám. 35, figs. 5 y 6) o *Tornoceras* (*Tornoceras*) *rhysum* Clarke (Miller, 1938, Text. fig. 33, p. 157)

y nos previene en contra de su asignación a otros subgéneros de *Tornoceras*, como *Pseudoclymenia* y *Polonoceras*. El contorno no anguloso del primer lóbulo lateral adventicio se encuentra en formas atribuidas por Wedekind a su género *Parodiceras* Wdk., actualmente considerado como sinónimo de *Tornoceras*, y algunas de cuyas especies, como "*P*" *brilonense* (Wedekind, p. 115, text. fig. 24) lo muestra claramente.

El curso de las estrías de crecimiento del material descrito se asemeja al que posee *Tornoceras discoideum* (Hall) en cuyos flancos las estrías muestran una fuerte y amplia convexidad dirigida hacia la apertura de la conchilla.

El ejemplar descrito, si bien reúne los caracteres del género *Tornoceras*, no puede ser atribuido a ninguna de las especies que le han sido referidas y ello especialmente por la altura relativa que alcanza su silla lateral mucho más proyectada ad-oralmente.

En conclusión, me parece oportuno crear una nueva especie de dicho género con el nombre de *Tornoceras baldisi* en honor de su descubridor el licenciado Bruno A. Baldi, geólogo de Yacimientos Petrolíferos Fisales de la República Argentina.

#### EDAD DEL FÓSIL

El género *Tornoceras* es casi exclusivo del Devónico superior. Uno solo de sus subgéneros, *Protornoceras* Dybczynski, 1913, desciende hasta el Devónico medio. Pero, nuestro material no puede ser incluido en este subgénero por tener un ombligo cerrado y una línea lobal con mayor relieve. *Tornoceras* (*Tornoceras*) s. str. está confinado al Devónico superior y como el material descrito puede ser asimilado a este círculo de formas se le atribuye la misma edad.

Además del ejemplar descrito se dispone de un pequeño núcleo de 14 milímetros de diámetro en mal estado de conservación. Su ilustración es ofrecida en la figura 4 del presente traba-

jo. En él se advierte un diminuto (cerrado) ombligo y tramos de la línea lobal que coinciden bien con las del holotipo.

*Material examinado.* Dos ejemplares. Holotipo 8088 a-b. Material adicional 8089. El material se encuentra depositado en la cátedra de Paleontología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS  
EN EL TEXTO

Furque, G., 1963. *Descripción Geológica de la Hoja 17 b, Guandacol, Prov. La Rioja-Prov.*

*San Juan. Carta Geológica económica de la República Argentina escala 1:200.000.* Bol. Núm. 92 Dir. Nac. Geol. y Minería (Bs. Aires), 104 págs., 8 láms., un plano Geol.

Miller, A. K., 1938. *Devonian Ammonoids of America.* Geol. Soc. Amer. Sp. Paper 14, 262 págs., 39 lám., 41 text. figs.

Miller, A. K.; Furnish, W. M. y Schindewolf, O. H., 1957. *Paleozoic Ammonoidea.* In *Treatise on Invertebrate Paleontology* (Ed. R. Moore), Part L, 11-81, 123 figs. Geol. Soc. Amer. & Univ. Kansas Press.

Wedekind, R., 1918. *Die Genera der Palaeo-ammonoidea (Goniatiten) (mit Ausschluss der Mimoceratidae, Glyphioceratidae und Prolecanitidae).* Paleontographica, LXII, 85-184, Láms. XIV-XXII, 54 text. figs.

Recibido el 7 de septiembre de 1968.

A D D E N D A

En el trabajo del doctor Carlos A. Rinaldi, *Estudio de las pegmatitas uraníferas de las sierras de Comechingones, provincia de Córdoba* (tomo XXIII, nº 3, pág. 161), a continuación del pie de página *debe decir:* Comisión Nacional de Energía Atómica (República Argentina), Servicio Laboratorio. Resumen del trabajo presentado como Tesis doctoral en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U. B. A.



## DR. JUAN FRANCISCO TOGNON

1919 - 1968

En este momento en que, por habernos dejado definitivamente, queremos reavivar viejos recuerdos y evocar la trayectoria de un amigo muy querido y un cabal profesional, percibimos cuánto puede ofrecer un hombre a su profesión, a su Empresa y a su país, de una manera honesta y callada, sin declamaciones. Así, este geólogo, perteneciente al plantel profesional de Y.P.F., se abocó a su tarea con una constancia y una dedicación íntegra durante 27 años, de los cuales insumió 18 en los trabajos de campaña, con el sacrificio no sólo propio sino del núcleo familiar, viviendo en apartados parajes del país, de rudo clima y comodidades precarias.

Es indudablemente una triste comprobación el que, solamente cuando la noticia de su deceso nos conmueve, hagamos públicos los méritos de personalidades como la suya, que por actuar en empresas que requieren, además de la dedicación total, la discreción y el necesario resguardo de sus investigaciones, no trascienden fuera del conocimiento de su núcleo de amigos y compañeros de trabajo. Pero, en todo caso, la natural modestia y esa profunda discreción que lo caracterizó siempre, no nos hubiesen permitido jamás hacerlo de otra forma.

Efectuemos pues ese breve resumen de su actuación profesional, con la convicción de que el llevarla a conocimiento público no es un consuelo tardío, pero es, en cambio, un ejemplo para todos y, particularmente, para las jóvenes generaciones de geólogos, que también deben comprender que inclusive el relativo anonimato a que condena la ejecución de una tarea en equipo en determinados sectores de la actividad geológica, se ve ampliamente compensado, como en este caso, por el enorme valor de la contribución realizada al engrandecimiento de la Nación Argentina.

Ingresó en Yacimientos Petrolíferos Fiscales como alumno-geólogo, becado tras una campaña de selección en el año 1941. Luego de rendir su tesis doctoral en el año 1945, actuó en las Comisiones Geológicas Nos 14 y 15, que a la sazón realizaban exploraciones en las provincias de San Juan y Mendoza.

Luego de haber alcanzado el cargo de Jefe de Comisión Geológica, en octubre de 1948 se incorporó a la Comisión Gravimétrica n° 30, que se encontraba actuando en General Alvear (Mendoza). De allí, en diciembre de 1949 se le trasladó a Las Lomitas (Formosa), como Jefe de la Comisión Gravimagnetométrica n° 37. Esta Comisión fue al poco tiempo trasladada a la Patagonia, donde bajo la jefatura del doctor Tognon releva gran parte de la Cuenca del Golfo San Jorge y, prácticamente, toda la Cuenca Austral, en la provincia de Santa Cruz.

De esos largos 12 años de actividad en la Patagonia, no solamente queda el trabajo científico y de investigación que con tanto empeño llevara a cabo y que sirviera de punto de apoyo a la exploración petrolífera. Queda también el recuerdo del hombre con inquietudes y vocación para el mejoramiento de la comunidad, que era la otra fase destacada de su personalidad.

Así, en la localidad de Colonia Las Heras, impulsa la fundación de un club cultural y social y en las horas libres, con el personal de la Comisión, construyen y donan un campo de deportes para una escuela local.

Posteriormente, en la localidad de Comandante Luis Piedrabuena encabeza, junto con distinguidos pobladores locales, la fundación de una escuela secundaria en el año 1954 que en la actualidad, ya oficializada, permite a los jóvenes patagónicos de la región adquirir conocimientos de otra forma vedados a quienes no disponen de medios. Fue su primer Director y destacado profesor, y sus ex-alumnos conservan perennes recuerdos, no sólo de su capacidad científica, sino de sus lecciones de ética, predicadas con la palabra y el ejemplo.

Cómo no mencionar también ese hogar suyo, que en la lejana Patagonia estaba siempre abierto, con una franca y cordial hospitalidad, para todos aquellos a los que su profesión apartaba de la familia, y que encontraban allí, en los momentos de descanso, ese calor de la amistad que les ayudaba a sobrellevar la soledad y la distancia.

En 1962, luego de su traslado al Yacimiento de Comodoro Rivadavia, comienza una nueva etapa en la vida profesional del Dr. Tognon, a la que se entregó con el entusiasmo y la dedicación que su perenne juventud espiritual le dictaba.

Debiendo ocuparse de disciplinas totalmente distintas a las que hasta el momento y por 15 años cultivara, se abocó al estudio y al desarrollo de diversos temas referidos a la exploración de los yacimientos petrolíferos, comenzando por la aplicación del análisis cuantitativo de registros eléctricos, disciplina relativamente nueva para la cual lo capacitaban particularmente su preparación geológica y sus profundos conocimientos matemáticos. De estos trabajos quedan varias publicaciones e informes inéditos, que figuran entre los primeros efectuados en el país sobre el particular.

Se dedicó asimismo a prepararse en distintos aspectos de la producción de petróleo, tanto desde el punto de vista técnico como del empresario. Por ese entonces fue designado 2º Jefe del Distrito de Comodoro Rivadavia, cargo que ocupaba cuando en 1965, con motivo de pasar a operar Y.P.F. en áreas que hasta ese momento pertenecían a empresas contratistas, se requirió sus conocimientos para que se ocupara de las operaciones en las áreas mencionadas. Su preparación y capacidad de trabajo, le permitieron salir airoso de esta dura prueba, en la que tuvo que mantener en plena eficiencia la explotación de yacimientos que compañías de notoria capacidad habían llevado adelante hasta ese momento.

Para dar una idea más clara del aspecto de su personalidad que tal vez más llamaba la atención, su capacidad de trabajo, baste decir que al par que ejecutaba esa tarea, dictaba cátedras en el Colegio Nacional de Comodoro Rivadavia en horarios nocturnos y frecuentemente colmaba sus horas libres preparando en distintas materias del bachillerato a los hijos de amigos que tuvieran dificultades en sus estudios.

Terminado el proceso que significó la ocupación por Y.P.F. de las áreas de las empresas contratistas, el doctor Tognon fue trasladado a la Dirección General con el objeto de integrar un sector denominado Estudios Especiales, una de cuyas finalidades es programar la utilización de computadoras en la elaboración de datos geológicos.

En esta tarea se encontraba cuando la enfermedad primero y la muerte después, interrumpieron definitivamente una vida que no había conocido el descanso.

Ante la muerte, por más incomprensible que resulte, sólo queda la resignación, pero una resignación que no incluye el olvido.

PEDRO LESTA

# ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

## *Miembros Honorarios*

- † Prof. Dr. JUAN KEIDEL
- † Prof. Dr. FRANCO PASTORE
- † Prof. Dr. JOAQUÍN FRENGUELLI
- † Prof. Dr. PABLO GROEBER
- Prof. Dra. EDELMIRA MÓRTOLA
- Prof. Dr. HORACIO J. HARRINGTON
- Prof. Dr. ARMANDO F. LEANZA
- Prof. Dr. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO
- Prof. Dr. JORGE POLANSKI
- Prof. Dr. PERCY QUENCEL (Suecia)
- Dr. OSVALDO I. BRACACCINI
- Ing. VICTORIO ANGELELLI
- Prof. Dr. ANGEL V. BORELLO
- Prof. Dr. RICHARD FOSTER FLINT (U.S.A.)

## *Miembros Correspondientes*

- † Prof. Dr. ARNOLDO HEIM (Suiza)
- Prof. Dr. VÍCTOR M. LÓPEZ (Venezuela)
- Prof. Dr. LUCIANO JACQUES DE MORAES (Brasil)
- Prof. Dr. ENRIQUE GERTH (Alemania Occidental)
- † Prof. Dr. ABEL HERRERO DUCLOUX
- Prof. Dr. GUILLERMO ZULOAGA (Venezuela)
- Prof. Ing. HÉCTOR FLORES WILLIAMS (Chile)
- † Prof. Ing. JORGE MUÑOZ CRISTI (Chile)
- Prof. Ing. CARLOS RUIZ F. (Chile)
- Prof. Dr. RODOLFO MÉNDEZ ALZOLA (Uruguay)

## *Miembros Protectores*

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.  
Yacimientos Petrolíferos Fiscales.  
Instituto Nacional de Geología y Minería (ex Dirección de Minas y Geología)  
Yacimientos Carboníferos Fiscales.  
Esso S. A. P. A.  
Shell C. A. P. S. A.  
Pan American Argentina.  
Tennessee Argentina.

## *Miembros Activos*

Abait, Juan P., Calle 55, N° 541. 9º, dep. 1, La Plata.  
Aceñolaza, F. Gilberto, Rivadavia 137, La Rioja.  
Achen, Héctor, T. Luzuriaga 219, Mendoza.



- Aguilera, Carlos, Independencia 258, Chilecito, La Rioja.  
Alemanni, Amanda S., San Martín 468, dep. 2, Bahía Blanca.  
Aliotta, Guida, Florida 1033, Bahía Blanca.  
Altevogt, Gustavo, Geol. und. Paleontol. Inst. (der Universität) Pferdegasse 3-44  
Munster Alemania Occidental.  
Amos, Arturo J., Museo, Paseo del Bosque, La Plata.  
Andreis, Renato R., Libertad 683, Quilmes.  
Andreoli, Sergio, Alsina 505, Bahía Blanca.  
Angeleri, Alberto D., Derqui 601, Mendoza.  
Anselmino, Adolfo M., Perú 562, Capital Federal.  
Antinori de Gutierrez, Alicia, Estafeta « Dr. García » Diamante, Entre Ríos.  
Antonietti, Carlos E., Calle Chile 939, Mendoza.  
Antonoli, Jorge A. Calle 7, N° 1494, La Plata.  
Antuña, Eloy J., Rivadavia 6003, Capital Federal.  
Aparicio, Emiliano P., Tierra del Fuego 19, Mendoza.  
Arcidiácono, Eva Carmen, Brandsen 425, Capital Federal.  
Archangelsky, Sergio, Av. Santa Fe, 3344, p. 12, dep. 27, Capital Federal.  
Aristarain, Lorenzo F., Harvard University, Dep. of Geological Sciences, Geological  
Museum, 24 Oxford Street Cambridge, Massachusetts 02138. U. S. A.  
Armando, Vicente, Calle Chile 939, Mendoza.  
Arrigó, Marcolín A., Santa Fe 331, Bahía Blanca.  
Arrondo, Oscar, Museo, Paseo del Bosque, La Plata.  
Asociación de Geólogos Sudpatagónica. Barrio Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Auge, Miguel P., Calle 46, N° 331, La Plata.  
Avila Fenelón, CC. 1538, La Rioja  
Azcu, Carlos Leopoldo, Somellera 5665, Capital Federal.  
Azpilcueta, Juan, Calle 8, N° 281, La Plata.  
Bachmann, Elsa W. de, O'Higgins 2030, 7° A., Capital Federal.  
Baín, Hugo G., Virrey Loreto 1590, A. Capital Federal.  
Baldís, Bruno A., Salguero 1859, Capital Federal.  
Baldomir, Héctor, Juan A. García 1740, dpto. C, Capital Federal.  
Balmaceda Alberto N. Goya 378, Capital Federal.  
Baluszka, Juan C., San Juan de Dios 2125, Dorrego, Mendoza.  
Banchero, José C., Güemes 4629, 8° dto. A, Capital Federal.  
Banks, Luis M., Tacuarí 336, 6° A, Capital Federal.  
Barcat Carlos, CC 25, Neuquén.  
Barranquero, Héctor, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Barrionuevo, Luis A., Calle Chile 939, Mendoza.  
Bassi, Hugo G. L., El Vergel 2748, Santiago, Chile.  
Battaglia, Atilio, Piedras 1162, B, Capital Federal.  
Baulés, Oscar L., Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.  
Bayarsky, Adelma, Estomba 1375, Bahía Blanca.  
Bedlivy, Dora, José Penna 1166, Capital Federal.  
Belcastro, Humberto, Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.  
Belluco, Alberto E., La Plata 469, Mendoza.  
Bengochea, Jorge D., Santa Fe 4301, Mar del Plata.  
Benvenuti, Juan C., San Lorenzo 4581, Rosario.  
Bercowski Felisa, Jean Jaures, 659 -3°, Capital Federal.  
Bergmann, Federico, Chacabuco 159, Bernal, F. C. R.  
Bertels, Alvine, Terrada 1278, Capital Federal.  
Bianchi, José Luis Y.P.F., Hotel de Huéspedes, Comodoro Rivadavia.  
Biscossa, Jorge S., 3 de Febrero 1271, Capital Federal  
Bitar, Antonio, Congreso 1735, Capital Federal.  
Bitesnik, Hugo Osvaldo, Av. Julio A. Roca 651, 9°, Capital Federal.  
Blasco Graciela, Humberto I° 1274. Capital Federal.  
Boëhm, Karl Egon, General Roca 21, dpto. B., Villa Ballester.  
Boggi, Héctor, C. C. 379, Comodoro Rivadavia.

- Bohorquez, Mario, General Artigas 416, Capital Federal.  
Bojanich, Mario E., Uruguay 2913, Santa Fé.  
Bojarski Salomón, Terrero 1782, Capital Federal.  
Bolsi, Alfredo S., Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
Bonaccorso, Felipe, Rivadavia 623, Punta Alta, F. C. R.  
Bonaparte, José, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
Bonorino, Alfredo, Salta 2726, Mar del Plata.  
Bordas, Alejandro, Alvarez Jonte 3789, piso 11 dep. B, Capital Federal.  
Borrazas, Carlos H., 25 de Mayo 560, Bernal, F. C. R.  
Bosnero Hernán, A. Moreno 1850, Capital Feseral.  
Bosselli, Ricardo R., Pedro Morán 4420, Capital Federal.  
Bossi, Gerardo (no comunico su dirección postal).  
Bozzolo, Alberto, Calle 5, N° 1331, La Plata.  
Braidot, Jorge, San Martín 2002, Florida (Bs. As.)  
Brarda, Santiago, Echeverría 1528, Capital Federal.  
Briatura, Eduardo F., Lavalle 526, dpto. 5, Salta.  
Brocca, Hugo Mario, Y. P. F. Campamento Vespucio, Salta.  
Brodtkorb, Milka K. de, Avenida Santa Fe 1771. 4° D., Martínez Buenos Aires.  
Brown Federico, Pueyrredón 274, Bahía Blanca.  
Bucich Norberto G., Zamudio 5250, Capital Federal.  
Busignani, Vicente, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
Bustos Ricardo G. F., Alvarado 751, Salta.  
Burnet, Bruce Roland, Belgrano 1670, Capital Federal.  
Caldironi, Carlos, Salta 330, Bahía Blanca.  
Caligari, Horacio R., Piedras 1319, Capital Federal.  
Calmels, Augusto P., Viamonte 685, Bahía Blanca.  
Calvelo, Ríos J. Manuel, Pellegrini 1243, 2°, Capital Federal.  
Camacho, Horacio H., Alsina 3203, 7°, dpto. 15, Capital Federal.  
Cambra, Higinio, Rawson 533, Trelew, Chubut.  
Caminos, Roberto, O'Connor 136, Ramos Mejía.  
Caminos, Regina L. de, O'Connor 136, Ramos Mejía.  
Cané Tomás C. H., Rivadavia 1653, Capital Federal.  
Cangini, Jorge O., Y. P. F. Casa 52 Camp. 1, Plaza Huincul, Neuquén.  
Capitanelli Ricardo G., Calle Juan B. Justo 295, Godoy Cruz, Mendoza.  
Cappaunini, Dino A., Calle 36, N° 1029, La Plata.  
Carrara, Eduardo C., C. C. 25, Neuquén.  
Casas, Julio H., Barrio General Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Casamiquela, R., Casilla 787, Santiago, Chile.  
Caserta, Nicolás, Acoyte 483 2°, Capital Federal.  
Castaño, Arturo, C. C. 345, La Paz, Bolivia.  
Castaño, Omar F., CC. 1538 La Rioja.  
Castellanos, Alfredo, Alem 1626, Rosario.  
Castellani, Juan D., Rioja 1137, San Luis.  
Castellaro, Hildebranda, A., Esmeralda 1073 5°, Capital Federal.  
Cavalié, Casimiro, Calle Chile 939, Mendoza.  
Cazau, Luis, Juan B. Alberdi 267, Neuquén.  
Cayo, Roberto M., Joaquín V. González 572, dep. 3, Capital Federal.  
Ceci, José A., Calle 54, N° 1363, La Plata.  
Cefaly, Walter, Hipólito Yrigoyen 1974, B., Capital Federal.  
Cela Carlos A., Calle 42, N° 754, 1° A., La Plata.  
Cellini Nestor, Bravard 752, Bahía Blanca.  
Cesari, Omar, (no comunicó su dirección postal).  
Cetrángolo, Zulema Ch. de, Melincué 3733, Capital Federal.  
Cingolani, Carlos A., Calle 56, N° 649, La Plata.  
Civalero, Horacio F., C. C. 379, Comodoro Rivadavia.  
Clayton, Rogelio C., Clasificador 1146, Santiago Chile.  
Coco, Alberto L., Cangallo 3494, 4° A., Capital Federal.

- Codignotto, Jorge O., Patricios 267, Ramos Mejía.  
Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires, Calle 6, N° 1136,  
La Plata.  
Coira, Beatriz, Av. Parral 587 Capital Federal,  
Conti, Luis, Callao 1253, 2° A., Capital Federal.  
Colón, Héctor, Malaver 187, Haedo, Bs. As.  
Colqui, Benito S., Francisco Portela 1255, Lomas de Zamora F. C. R.  
Corbella, Jorge H., Olazábal 5265, Capital Federal.  
Cordon, Victor, Inspección de Riego, Cinco Saltos, (Río Negro.)  
Coronado, Julio, CC 15, Malargüe, Mendoza.  
Corte, Arturo, Av. de los Constituyentes 741, Bahía Blanca.  
Cortelezzi, César, Calle 6, N° 1264, La Plata.  
Cosentino, José T., Santa Fe 2245, Capital Federal.  
Crouset, Alejandro, Ituzaingó 333, Villa Ballester.  
Cucchi, Rubén J., Esquiú 1256, B., Capital Federal.  
Cuerda, Alfredo, J., Ministro Brin 438, Block 22, 1° 6°, Capital Federal.  
Cuomo, Jorge R., Callao 1253, 3° C., Capital Federal.  
Curuchet, Jorge, Mitre 716, Tandil.  
Chaar, Edmundo. Leiva 4073. 2° A., Capital Federal.  
Chamot, Guy A., C. C. 642 (Bolivian Gulf) Santa Cruz, Bolivia.  
Chebli, Gualter, Pedro Lozano 3461, Capital Federal.  
D'Angelo, Hugo A., Barrio Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Dalla Salda Luis M., Casa 107, Destilería YPF, La Plata.  
Dalla Salda Héctor L., Calle 18, N° 513, La Plata.  
Dangavs Nauris, Alvear y Urquiza, City Bell, F. C. R.  
Daniel, Joaquín, Juncal 3648 5°, Capital Federal.  
Danieli, Celestino Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
Dawson, Lorenzo, Calle 7, N° 66, City Bell, F. C. R.  
De Alba, Enrique, Libertador 2887, Florida, Bs. As.  
De Carli, Josefina U. de., Alsina 164, 12°, Bahía Blanca.  
De Ferrariis, Carmelo, Paraguay 3359, dep. 36, 9°, Capital Federal.  
De Francesco Fernando O., Libertad 63, Ensenada F.C.R.  
De Giusto, José E., Calle 59 N° 885 1/2, La Plata.  
De Golyer, and Mac Naughton Inc, 5625 Daniels Avenue, Dallas, Texas, U. S. A.  
De la Iglesia Héctor, Alem 424, 6° of 603, Capital.  
De la Motta, Cristobal R., Calle Chile 939, Mendoza.  
De la Motta, Héctor, Salta 672, Y. P. F., Godoy Cruz, Mendoza.  
De Salvo Omar, Calle 58, N° 326, La Plata,  
Delneri, Arnaldo C., Virgilio 778, Capital Federal.  
Del'Vo, Angel, Tucumán 375, Neuquén.  
Departamento de Geología, de la Universidad del Sur, Alsina 504, Bahía Blanca.  
Dessanti, Raúl N., General Paz 155, 5° dep. 1°, Bahía Blanca.  
Devizia (h) Carlos, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Díaz, Horacio, A., 5 de Julio, 1267, Vicente Lopez,  
Díaz Peña, Isolina, Calle 58, N° 564, La Plata.  
Dienger, Luciano, Alsina 1097, Ramos Mejía,  
Di Benedetto Héctor J., Calle 14, N° 320, La Plata.  
Di Blassio, Raúl H., Alvarado 99, Bahía Blanca.  
Di Gregorio, José H., Guayaquil 343, (P. B.) dep. C., Capital Federal.  
Di Lena, Juan Pablo, Rivadavia 1934, Capital Federal.  
Di Paola de Piterbarg. Elda C., Lavalleja 949, Planta Baja, Capital Federal.  
Di Persia, Carlos A., Presidente Yrigoyen 219, Paraná.  
Dirección de Minas, (Provincia de Santa Cruz) Roca 690, Río Gallegos.  
Doliner, Luis, Tucumán 2525, Capital Federal.  
Domazet, Isaac A., Miralla 1031, Capital Federal.  
Domínguez, César, (no comunicó su dirección postal).  
Dujmovich, Oscar A., Calle 66, N° 2727, La Plata.  
Durango Cherp, Josefina, Lamadrid 623, San Miguel de Tucumán.

Elizalde, César O., José María Moreno 1074, dep. 1, Capital Federal.  
Epelman Celia H., Saavedra 1082, Bahía Blanca.  
Erramauspe, Lorenzo S., 25 de Mayo 267, 7° Capital Federal.  
Erdmann, Juan R., Km 3, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Esparza, Ana María, Espora 222, Bahía Blanca.  
Espisna, Eduardo, Remedios de Escalada 243, Sáenz Peña, F. C. G. S. M.  
Espizúa, Lydia Elena, Yrigoyen 615, Coronel Dorrego (Bs. As.).  
Esteban, Celestino M., Maciel 125, Cor. Dorrego, F. C. R.  
Etchart, Luis M., Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.  
Etchevehere, Pedro H., Granaderos 186, Capital Federal.  
Etchichury, de Lorenzo, María C., Gral. J. G. de Artigas 416, 5°, Capital Federal.  
Evans Morgan, Eilir, Av. Libertador, Gral. San Martín 8250, Capital Federal.  
Facultad de Ciencias Naturales, Buenos Aires 177, Salta.  
Fabbian, Tiberio, Núñez 1891, Capital Federal.  
Fadrique, Adolfo, Alberdi 655, Bahía Blanca.  
Faroux, Roberto H., C. C. 1538, La Rioja.  
Favero, Luis A., Roma 1462, 4°-1, Olivos (Bs. A.).  
Fernández, Esther, San Martín 766, Neuquén.  
Fernández, Gerardo, Pueyrredón 140, Mendoza.  
Fernández, Rubén, Clark 363 Mendoza.  
Fernández, Julián A., Plaza Güemes 167, La Plata.  
Fernández Carro, Alfredo, Y. P. F. Campamento Vespucio, Salta.  
Fernández Coria, Hugo A., Calle 49, N° 921, La Plata.  
Fernández Lima, J. C. R., Francia 2977, Castelar.  
Fernández Garrasino, César, Pueyrredón 2050, Capital Federal.  
Ferello, Roberto, Barrio Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Ferreiro, Vicente J., Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
Ferreyra, Raúl E., C. C. 1538, La Rioja.  
Ferrer, José A., Mansilla 3419, Capital Federal.  
Fidalgo, Francisco, Calle 119, N° 229, La Plata.  
Figueroa, León, Donado 664, Bahía Blanca.  
Figueroa Caprini, Marcelo (no comunicó su dirección postal).  
Filardo, Juan José, Km. 3, Barrio Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Fili, Mario F., Italia 46, Bahía Blanca.  
Flores, Miguel, Mansilla 3682, 2° A. Capital Federal.  
Flores, Williams Héctor, Eleodoro Flores 2425, La Ñuñoa, Santiago, Chile.  
Fontanina, Carlos, Dirección Provincial de Minería, C. C. 1538, La Rioja.  
Francia V., Miguel, Pintos 1925, Bánfield.  
Franchini, Arístides, Hipólito Yrigoyen 1628, 10°, Capital Federal.  
Freytes, Eduardo, Entre Ríos 34, Neuquén.  
Frieboe, Hans, Calle 22, N° 432, La Plata.  
Friz, Carlos T., José C. Paz 1658, Martínez, Bs. As.  
Fuertes, Alfredo, Y. P. F. Campamento Vespucio, Salta.  
Furque, Guillermo, Comodoro Py 547, Mármol, F. C. R.  
Fuschini, Mario Carlos. (no comunicó su dirección postal)  
Galante, Oscar A., Casa 203, Camp. 1, de Y.P.F., Plaza Huinul, Neuquén.  
Galindez, Pablo, Calle Chile 939, Mendoza.  
Galván, Amílcar P., Santiago Valerga 1017, Quilmes.  
Gamba, José Luis, Ramallo 1967, 6° C, Capital Federal.  
Gamba, Mirta A., Gaona 771, Ciudadela Buenos Aires.  
Gancedo, Francisco, Nother 1158, Adrogué, F. C. R.  
Goravilla, Raul, El Aguilar, Tres Cruces, Jujuy.  
García, Elsa del C. Rossi de, Roque Saenz Peña 1898, dep. 3, Olivos, Bs. As.  
García, Héctor H., Las Heras 1333, Vicente López, Bs. As.  
García, José, Bermúdez 971, La Lucila, Bs. As.  
García Vizcarra, Pedro, Belgrano 682, Lomas de Zamora.  
Gastaldi, Carlos A., Calle 18, N° 1320, dep. B., La Plata.  
Gazzani, Roberto H., Calle 116, N° 174, La Plata.

- Gay, Hebe Dina, Lavalleja 975, Córdoba.  
Gelos, Eduardo M. (no comunicó su dirección postal).  
Gentili, Carlos A., Av. Maipú 1759, 2º, dep. 5, Vicente López. Bs. As.  
Ghiorzi Alberto, Barrio Y. P. F. Colonia Catriel, Río Negro.  
Giai, Santiago B., Calle 58, N° 566, La Plata.  
Gianolini, Luis, Y. P. F. Guaymallén, Mendoza.  
Gingins, Mario Omar, San Martín de los Andes, Neuquén.  
Giovine, Alberto T. J., Av. Libertador Gral. San Martín 7790, Capital Federal.  
Giustozzi, Carlos O., Cuadro Nacional 6702, Rodeo de la Cruz, Mendoza.  
Giuliani, Carlos A., Alem 206, Ucaha (Córdoba).  
González, Carlos A., Las Piedras 1178, San Miguel de Tucumán.  
González, Eduardo M., Echeverría 2755, Capital Federal.  
González, Ismael (no comunicó su dirección postal).  
González, Nilda, Canal de Reunión 23, Ensenada, F. C. R.  
González, Osvaldo Edgar, Unión 158, Canals (Córdoba).  
González, Rafael R. L., Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucuman.  
González Amorín, R., Estanislao Zeballos 391, Bernal, F. C. R.  
González Astorquiza M., Maipú 216, 11º B. Capital Federal.  
González Díaz, Emilio, Pasaje Virrey Melo 964, Capital Federal.  
González Laguinge, Horacio, L., Echeverría 2755, 3º H, Capital Federal.  
González Uriarte, Magdalena, Chile 1581, 7º C, Capital Federal.  
Gorcas, Juan A. J. A. Seguí 3984, 4º B, Capital Federal.  
Gordillo, Carlos, Av. Vélez Sarsfield 299, Córdoba.  
Gorelik, Pedro, Barrio Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Gracia, Rubén, Hipólito Yrigoyen 1074, Corrientes.  
Gramajo, Arnoldo, Boedo 908 LL, Capital Federal.  
Grondona, Mario F., Eduardo Costa 1558, dep. 16, Martínez, Bs. As.  
Grossi, Bartolomé S., Madero 1474, Vicente López (Bs. As.)  
Guerrero, Federico, C. C. 15, Malargüe, Mendoza.  
Guerrero, Miguel A., C. C. 1538, La Rioja.  
Guerstein, Beatriz Melba, Republicuetas 3542, 2º dep. 11, Capital Federal.  
Guichardot, Gabriel E., Boulogne Sur Mer 345, Capital Federal.  
Guillou, Jorge, CC. 1538, La Rioja.  
Gutiérrez, Casimiro (no comunicó su dirección postal).  
Haupt, Manfredo M., Monseñor Galcagno 131, Boulogne, Bs. As.  
Hayase, Kitaro, John F. Kennedy 357, Bahía Blanca.  
Heisecke, Ana María, Avda. Santa Fe 2444, Martínez Bs. As.  
Herbst, Rafael, Las Heras 1843, Corrientes.  
Hernández, José Pedro, Diag. 113, N° 314, La Plata.  
Herrera, Amílcar, Plaza Ercilla 803, Santiago (Chile).  
Herrera Hebe, Moreno 60, Ensenada, Bs. As.  
Herrero, Duclorx Juan J., Calle 13 N° 739, La Plata.  
Hirtz Pierre, S., 58 Rue La Fontaine 16º, Paris, France.  
Hogg, Stanley, O., Dardo Rocha 264, Martínez, Bs. As.  
Holmberg, Eduardo, D. F. Sarmiento 2060, Olivos.  
Humphrey, William E., P. O. Box 8368, Chicago Illinois 60680, U. S. A.  
Hünicken, Mario A., Tomás de Irobi 790 (Marques de Sobremonte), Córdoba.  
Hurtado, Martín A., Calle 47, N° 539, La Plata.  
Ibañez, Guillermo H., Diag. 74, N° 1541, La Plata.  
Ibarguren, Roberto A., Moreno 1850, 3º Capital Federal.  
Imbelone, Perla A., Calle 49, N° 783, La Plata.  
Incarnato. Aristides, Nicolás Videla 434, Capital Federal.  
Ingrassia, Valiente, Y. P. F., Casa 149, Camp. I, Plaza Huincul, Neuquén.  
Iñiguez Rodríguez, Adrián M., Calle 20 N° 1282, dep. 5º, La Plata.  
Iribarne, Sergio, O'Higgins 1974, 4º A, Capital Federal.  
Jemma, Raimundo J. A., Güemes 43, Ramos Mejía.  
Jutorán, Abraham, Lafuente 138, Capital Federal.  
Kamerman, Jorge A., Enrique Granados 1726, Córdoba.

Kapelusz, Verena K. de, Malabia 2777, 9º, Capital Federal.  
Kejner, Mauricio, C. C. 1538, La Rioja.  
Kerfeld, José A., Calle 72, N° 533, La Plata.  
Kerlleñevich, Sara Cecilia, Córdoba 3088, Olivos Bs. As.  
Kilmurray, Jorge O., Calle 3 N° 273 1/2, La Plata.  
Klein, Mario, Sargento Cabral 851, 6º A., Capital Federal.  
Kolomi Pedro, Complejo Pico Truncado, C. C. 467, Comodoro Rivadavia.  
Konzewitsch, Nicolás, Cintra 1440, Hurlingham.  
Korten, Herbert, C. C. 49, Las Heras, Santa Cruz.  
Kouklarsky, Magdalena, Liniers 723, Tigre Bs. As.  
Kreimer, Roberto, Santa Fe 1440, Capital Federal.  
Kröger, Juan, Pueyrredón 756, Bahía Blanca.  
Lago, Alberto Baltazar, Emilio Mitre, 84, 8º A, Capital Federal.  
Lago, Juan José, Chacabuco 3244, Mar del Plata.  
Langsteiner, Rodolfo, Venezuela 1312, Capital Federal.  
Laufranco, Juan José, El Aguilar, Tres Cruces Jujuy.  
Lapidus, Alberto, Marques de Loreto 1966, Castelar.  
Latorre, Carlos O., Allende 4145, Capital Federal.  
Lavandaio, Eddy O. L., C. C. 1538, La Rioja.  
Laya, Aroldo A., Estación Experimental del INTA, Bariloche.  
L. E. M. I. T., Calle 52 entre 121 y 122, La Plata.  
Leiva, César O., Calle 66, N° 385, La Plata.  
Lena, Rubén, San Martín 10, Corrientes.  
Leonardi, Pedro A., Y. P. F. Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Lesta, Pedro, R., Bucharcho 916, La Lucila, Bs. As.  
Leveratto, Miguel A., J. B. Ambroseti 120, 6º E, Capital Federal.  
Levin, Manuel, Calle 56, N° 560, La Plata.  
Limousin, Tulio, A., Calle 45, N° 564, 4º B, La Plata.  
Linares, Enrique, Lugones 2864, Capital Federal.  
Lippmann, Marcelo, Giribone 1325, Capital Federal.  
Lizasoian, Wilfredo, Murature 985 Punta Alta, F. C. R.  
Lobo, Francisco Ramón, Perú 562, Capital Federal.  
Lombard, Ernesto, (no comunicó su dirección postal).  
López, Carlos R., Iriarte 1392, Temperley F. C. R.  
López, Héctor A., Calle 124, N° 1507, La Plata.  
López Raúl Omar, Av. Turista 33, Salta.  
López, Rubén, Martín García 576, 9º F, Capital Federal.  
López Polo, Oscar, (no comunicó su dirección postal).  
Losada, Oscar Alberto, Angel Brunel 268, Bahía Blanca.  
Luengos Pardo, Miguel, Misiones 684, Neuquén.  
Luna Reyero, Alberto, Miguel Lilo 205, San Miguel de Tucumán.  
Luque Samuel C., Junín 470, 2º F. Capital Federal.  
Lurgo, Carlos, Italia 465, Hernando. Córdoba.  
Lustig, Lidia, Melo 999, Vicente López Buenos Aires.  
Lüters, Juan A., Del Campo 400, San Isidro Buenos Aires.  
Llambías, Eduardo, Gerónimo Salguero 1706, 6º, 14, Capital Federal.  
Llambías, Horacio, E. Morello 637, San Andrés, Bs. As.  
Llambías, Lidia Malvicini de., Gerónimo Salguero 1706, 6º, 14, Capital Federal.  
Llano, Julio A., Perito Moreno 86, Godoy Cruz, Mendoza.  
Magliola Mundet, Horacio, Villa Belgrano, de Calamuchita Córdoba.  
Magnou, Eduardo, Montes de Oca 27, Capital Federal.  
Mailh , Arturo, Uruguay 959, Capital Federal.  
Mainardi, Enrique Carlos, Y. P. F., Campamento Vespucio, Salta.  
Malumián, Norberto, Av. Centenario 248 San Isidro Bs. As.  
Mancuri, Carlos Daniel, Calle 48, N° 1147, La Plata.  
Manfredi, Jorge H., Fernando del Toro 149, Monte Grande, F. C. R.  
Manzollilo, Claudio D., CC. 379, Comodoro Rivadavia.  
Maraggi, Eduardo S., Av. Santa Fe 3942, Capital Federal.

- Marchese, Humberto G., Lavalleja 1244, 2° A., Capital Federal.  
Marelli, Néstor G., Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Marinkeff, Kirilo, Diag. 74, N° 421, La Plata.  
Martínez Cal, Doris (no comunicó su dirección postal).  
Martínez, Carlos G., Calle 34, N° 717, La Plata.  
Martínez, Pablo, Dean Funes 967, Córdoba.  
Martinelli, Pedro L., Junín 2150, Corrientes.  
Masiuk, Vladimiro, Humberto 1° 380, Lanús Oeste, F. C. R.  
Mastandrea, Otto O., Canale 682, Adrogué F. C. R.  
Mauri, Enrique, Córdoba 875, 13. Capital Federal.  
Maurici, Jorge, Cerrito 1587, Capital Federal.  
Mauriño, Víctor E., Calle 7, N° 65, City Bell, F. C. R.  
Mazzieri Guillermo E., Félix Olmedo 405, Córdoba.  
Mazzoni, Mario Martín, Nicolás Videla 140, Quilmes, F. C. R.  
Méndez, Ignacio A., Copello 529, Banfield, F. C. R.  
Mendez, Eduardo J., Calle 17, N° 1022, La Plata.  
Menéndez, Carlos A., San Martín 259, Quilmes, F. C. R.  
Menoyo, Edgardo, Córdoba 875, 11° E., Capital Federal.  
Menzel, Margarita, Muñoz 1150, Martínez Buenos Aires.  
Mésigos, Marcelo, Gutiérrez 2618, 7° B., Capital Federal.  
Methol, Eduardo J., Espora 434, D, Ramos Mejía,  
Meyer, Roberto Jorge, F. Spiro 184, San Isidro, Bs. As.  
Mezzetti, A. M., Estados Unidos 3704, 8° 28, Capital Federal.  
Mingramm, Alberto, Remedios de Escalada 2433, Martínez, Bs. As.  
Miras, Hector, Julio A. Roca 518, Rawson (Chubut).  
Miró, Roberto, Cornelio Saavedra 278, Capital Federal.  
Mirre, Juan C., Juramento 2960, 2° A., Capital Federal.  
Mischkovsky, Nina, Vicente López 459, La Lucila Buenos Aires.  
Mon, Ricardo, Mitre 607, Morón, F. C. D. F. S.  
Monteverde, Agustín, Palpa 2376, Capital Federal.  
Morelli, Jorge R., Av. de los Incas 5020, Capital Federal.  
Morrison, Robert P., Dep. of Physic (Geophysics) Univ. of Toronto, Toronto 5, Ontario, Canada.  
Moreno, Jorge A., Y. P. F. Campamento Vespucio, Salta.  
Moreno, Rodolfo L., San Martín 6, Vespucio, Y. P. F., Salta.  
Moreno Espelta, Carlos, Gral. Güemes 342, Salta.  
Moscatelli, Gustavo N., Jtuzaingo 2255 Lanus F. G. R.  
Muhlman, Paulina, Santa Fe 3443, Piso 13 dep. A., Capital Federal.  
Mujica, Héctor, Washington 864, José León Suárez Bs. As.  
Müller, Raúl A., Av. Salvador María del Carril 3297, Capital Federal.  
Muñoz, Nobel, Pringles 994, Capital Federal.  
Musacchio, Eduardo, Yerbal 5488, Capital Federal.  
Museo de Historia y Ciencias Naturales, Alvear 181, Lobería, Bs. As.  
Muset, Jorge, Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.  
Murra Juan José, Av. Tillart 47, Córdoba.  
Nakayama, Carlos, Y. P. F. Gral. Mosconi Comodoro Rivadavia.  
Navarini, Aldo, (no comunicó su dirección postal).  
Navone, Santiago, Paraguay 4537, 1° dep. 3, Capital Federal.  
Nicolli, Hugo B. Av. Libertador San Martín 8250, Capital Federal.  
Niedernhauser, von Barth, French 3085, Capital Federal.  
Nóbile, Elsa P. de, (no comunicó su dirección postal).  
Nóbile, Félix Juan, (no comunicó su dirección postal).  
Núñez, Enrique, (no comunicó su dirección postal).  
Nullo, Francisco E., Villarroel 1973, Capital Federal.  
Oblites, Juan Carlos, Suipacha 1022, 1° C., Capital Federal.  
Olazábal, Aníbal de, Zuloaga 702, Remedios de Escalada, F. C. R.  
Oliveri, Jorge Carlos, Pasaje Escolar, Punta de rieles, San Juan.  
Olsen, Hugo, Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.

Opizzi, Roberto, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Orlandini, Luis F., Güemes 4426, 50, Capital Federal.  
Orlando, Aristides, (no comunicó su dirección postal)  
Orlando, Héctor, Solís 76, Quilmes, F. C. R.  
Oliver, Joaquin, Italia 1050, Adrogné F. C. R.  
Ortega Furlotti, A., Francisco Alvarez 1488, San José, Mendoza.  
Ortiz, Jorge, C. C. 1538, La Rioja  
Padula, Eduardo, Cerrito 840, 3º, Capital Federal.  
Pagés, César S., Francisco de Gurruchaga 259, Salta.  
Palacios, Juan P., Calle 9, N° 6264, La Plata.  
Palma, Alejandro, Calle Chile 939, Mendoza.  
Paoloni, Juan D., Euskaldi 66, Bahía Blanca.  
Parera, Carlos A., Av. Turista 27, Salta.  
Parker, Gerardo, (no comunicó su dirección postal).  
Pascual, Crespo, Primitivos, Casa 19, Campamento 1 de Y. P. F., Plaza Huincul.  
Pascual, José, Venezuela 1692, 9º 19, Capital Federal.  
Pascual, Rosendo, Calle 60, N° 1333, La Plata.  
Pasquin, Carlos, Olazábal 5202, 8º, Capital Federal.  
Pasotti, Pierina, Av. Pellegrini 494, Rosario  
Pees, Samuel T., Skelly International Oil Company.-Tulsa, Oklahoma 74102 USA.  
Péndola, Héctor J., Migueletes 2066, dep. B., Capital Federal.  
Peña, Hugo Alberto, Balcarce 42, San Miguel de Tucumán.  
Peralta, Edmundo, Yrigoyen 217, Punta Alta, F. C. R.  
Peralta Eduardo, C. C. 1538, La Rioja.  
Perazzo, Juan Carlos, Independencia 3427, 3º, Capital Federal.  
Pérez, Héctor N., Jaramillo 2296, Capital Federal.  
Pérez, Oscar M., (no comunicó su dirección postal).  
Pereira, Emma M. T. de, Daniel Cerri 1071, Capital Federal.  
Perinetti, José, Y. P. F., Godoy Cruz, Mendoza.  
Perino, Horacio, San Martín 1251, San Luis.  
Pernas, Ricardo D., Castelli 1660, Lomas de Zamora, F. C. R.  
Perrot, Carlos José, C. C. 379, Comodoro Rivadavia.  
Petersen Cristian, Estrada 1954, Martínez Bs. As.  
Petrarca, G. D., Y. P. F. Plaza Huincul, Neuquén.  
Pezzi Eduardo E., Casilla Correo 25, Neuquén.  
Pezutti, Norma, Republicuetas 2542, 2º dep. 11, Capital Federal.  
Planas Federico H., O'Higgins 2029, 1º H., Capital Federal.  
Plaza, David, Calle Chile 939, Mendoza.  
Pocoví, Antonio Sebastián, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Porro, Néstor, Uriarte 2330, Planta Baja, Capital Federal.  
Porto, Juan C., Suipacha 588, San Miguel de Tucumán.  
Posse Paz, Jorge A., Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Pozzo, Anibal, Orcadas 3567, Barrio Gral. San Martín, Comodoro Rivadavia.  
Prelat, Alfredo, Diag. 74, N° 867, La Plata.  
Primo, Leandro, Casa 7071, Cañada Seca, Santa Cruz.  
Proserpio, César Angel, Azcuénaga 2176, Martínez Bs. As.  
Prozzi, César R., Alvarado 370, Tres Arroyos.  
Pucci, Juan C., Calle 54 N° 459, La Plata.  
Quarleri, Paulina, Leandro N. Alem 1597, Bánfield, F. C. R.  
Quartino, Bernabé J., Olazábal 1367, Ituzaingó, F. C. D. F. S.  
Quiroga Jorge (no comunicó su dirección postal).  
Ramón, Fernando, Rivera Indarte 638, Capital Federal.  
Ramos, Víctor, Larraya 3471, Capital Federal.  
Raposo, Emilio, Italia esq. 9 de Julio, Cipolletti, Río Negro.  
Raskovsky Mario A., 3 Cerritos. dep. 14, Salta.  
Raso, Manuel, Comodoro Rivadavia.  
Ravazzoli, Juan A., Calle 7, N° 3214, La Plata.  
Regairaz, Alberto, C. C. 109, Mendoza.



- Regalado, Alfonso T., Calle 7, N° 1725, La Plata,  
Reijenstein, Carlos E., D. Pombo 17, San Andrés Bs. As.  
Revérberi, Oscar, Martín I. Omar 350, 2° dep. E, San Isidro, Bs. As.  
Rey, Silvia, Necochea 724 Ramos Mejía.  
Reyes, Julio César, Plaza 1553, Capital Federal.  
Riccardi, Alberto C., Calle 8, N° 693, La Plata.  
Rigal, Remigio, Virrey Melo 1895, Capital Federal.  
Riggi, Juan Carlos, Rivadavia 2516, 7° 31, Capital Federal.  
Rimoldi, Horacio V., Almirante Daniel Solier 1152, Capital Federal.  
Rinaldi, Carlos A., Sarmiento 2334, Olivos, Bs. As.  
Riva, Otaviano, Córdoba 1367, 7°, Capital Federal.  
Rivas, Rochea, Carlos H., 25 de Mayo 315, Trenque Lauquen, Buenos Aires,  
Rizzolo, Ernesto, Santa Fe 2245, 10° D, Capital Federal.  
Robbiano, Juan Alberto, Casa 140 Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Robles, Daniel Edmundo, Calle 30, N° 853, Mercedes, Bs. As.  
Rodrigo, Félix, Ladislao Martínez 148, 5° Martínez, Bs. As.  
Rodríguez, Eduardo J., Granaderos 2143, Mendoza.  
Rodríguez, Raúl, Pasteur 192, Rio Gallegos, Santa Cruz.  
Rodríguez González, Eduardo, España 5375, Cochabamba, Bolivia.  
Roellig, Federico, Calle 16, entre 503 y 504, B. Gonnet, F. C. R.  
Rolleri, Edgardo O., Calle 40, N° 1271  $\frac{1}{3}$ , La Plata.  
Romani, Remo R., Chile 939, Mendoza.  
Romero, Rolando, Calle Chile 939, Mendoza.  
Rossi, Natalia J., Las Heras 381, Ituzaingó, F. C. D. F. S.  
Rousseau, Carlos A., Av. San Martín 77, San Rafael, Mendoza.  
Ruiz Huidobro, Oscar, Av. Libertador Gral. San Martín 836, 10° B, Capital Federal.  
Russo, Aniello, Francisco Bilbao 2384, Capital Federal.  
Saccione, Ernesto, Belgrano 447, Sarmiento, Chubut.  
Saenz, Ferreyra José Alberto, Calle 119, N° 1710, La Plata.  
Sala, José M., Calle 58, N° 629, La Plata.  
Salas Costas, José A., Avenida General Paz 675, 50, Vecente López.  
Salcedo, Elio Noé, Roger Balet 317, Desamparados, San Juan.  
Salazar Lea Plaza, Juan C., Calle 122, N° 530, La Plata.  
Salfity José A., Catamarca 129, Salta.  
Salinas Hipólito A., Gral. Güemes 1180, Salta.  
Salso, Jorge H., Rivadavia 5586, 4°, Capital Federal.  
Sanchez, Teodoro, Calle 50, N° 461, A. La Plata.  
Sander, Walter, Billinghamurst 1843, Beccar, Bs. As.  
Santa Cruz, Jorge N., Vieytes 7, Ciudadela, Bs. As.  
Santeliz Belli, D. H., Av. Colón 652, San Miguel de Tucumán.  
Santomero, Angel, Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.  
Scalabrini Ortiz, Jorge, (No comunicó su dirección postal)  
Scoppa, Carlos O., Concordia 4099, Capital Federal.  
Schalamuk, Isidoro B.,  
Schauer, Osvaldo, Diag. 79, N° 689, La Plata.  
Schnack, Enrique J., Calle 45, N° 422, La Plata.  
Schwab, Klaus, A. Geol. Institut. Saartrasse 21, 65 Mainz, Alemania Occidental.  
Sesana, Fernando L., Federico Lacroze 2336, 3° B., Capital Federal.  
Shaffield, Carlos, Dirección de Minas Rawson, (Chubut).  
Siegel, Federico R., University George Washington, Washington D. C. 20006 U. S. A.  
Simonato, Italo B., Chacabuco 166, Haedo, F. C. D. F. S.  
Siragusa, Alfredo, Sanabria 2471, 1° A., Capital Federal.  
Sister Raúl A., C. C. 1538, La Rioja.  
Somaruga, Juan B., Giribone 3074, A., Capital Federal.  
Soria, Beatriz O., Rondeau 1047, San Miguel de Tucumán.  
Soruceo, Luis A., Calle 3, N° 1376, La Plata.  
Söcic, Mario J. V., Islas Malvinas 478, Quilmes, F. C. R.  
Soto, Adrián, Av. Colón 664, Mendoza.

- Sourrouille, Ernesto A., Neocochea 1059, Hurlingham.  
Spalletti, Luis Antonio. Calle 24 N° 620, dep. 6, La Plata.  
Sperati Piñero, Oscar, Cranwell 767, Capital Federal.  
Spigelman, Alicia, Bernardo de Irigoyen 760, 8° E, Capital Federal,  
Spikermann, Juan P., Beruti 2862, Capital Federal.  
Stipanovic, Pedro N., Mansilla 2856, Capital Federal.  
Storni, Carlos D., Zapiola 1701, Capital Federal.  
Strelczenia, Victor B., Moreno 1850. 3°, Capital Federal.  
Suárez Mario T., C. C. 1538, La Rioja.  
Tabacchi, Martín H., Río Negro 815, El Palomar, F. C. G. S. M.  
Taddei, Héctor P. P., Estación Experimental del INTA, Pergamino Bs. As.  
Taddeo, Osvaldo, M. Pelliza 2486, Olivos Bs. As.  
Tauber, Marta Y. Romeri de : Azcuénaga 89, 7° B, Capital Federal.  
Taverna, María R., Irigoyen 537, Punta Alta, F. C. R.  
Tealdi, Osvaldo L., San Jose 1964, 1° E, Capital.  
Terrero, Juan M., Las Heras 2107, 1°, Capital Federal.  
Teruggi, Mario E., Calle 59, N° 685. La Plata.  
Tezón, Roberto V., Perú 743 3°, Capital Federal.  
Tineo, Alfredo, Ortíz Ocampo 1700, La Rioja.  
Tipping, Enrique Aiza, 25 de Mayo 146, City Bell, F. C. R.  
Tonel, Héctor N., San Lorenzo 444, 3°, 50 Mendoza,  
Torrea, Aniceto H., Ciudad de La Paz 1544, 3° A, Capital Federal.  
Torres, Horacio A., Machado 1706, Castelar.  
Torres Buteler, Francisco, Moreno 797, San Rafael, Mendoza.  
Toubes, Roberto O., Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.  
Turazzini, Guillermo E., Quito 4150, Cap.  
Turner, Juan C. M., Arroyo 1015, Capital Federal.  
Turic, Mateo Alberto, Dep. Exploración Y. P. F. Km 3, Comodoro Rivadavia  
Tattolomondo, Fernando E. U., Cía Minera Aguilar, Tres Cruces, Jujuy.  
Ubal dini, Marta S., Rondeau 185, Bahía Blanca.  
Ugarte, Félix E. R., Y. P. F. Cañadón Seco, Santa Cruz.  
Ulbrich, Horstpeter, Dep. of Geology and Geophysic, Berkeley California 9472. U.S.A.  
Uliana, Miguel Angel, Calle 47 N° 670, 8°-3, La Plata,  
Ulibarrena, Javier, Calle 44, N° 1540, La Plata.  
Urduñeta Hortigoza, A., Av. Colón 595, A, San Miguel, de Tucumán.  
Urteaga, Carlos E., Av. Alem 619, Cía. Astra ; Capital Federal.  
Urien, Carlos M., Albarello 2494. Martínez, Bs. As.  
Valania, Jaime, Perú 562. Capital Federal.  
Valencia, Rafael F., Av. Quintana 16, 7° O, Capital Federal.  
Valencio, Daniel, Juncal 3648, Capital Federal.  
Valdéz, Raúl, Perú 562, Capital Federal.  
Valerdi, Carlos J., Chile 939, Mendoza.  
Vallés, Jorge Manuel. Beruti 705, Banfield. F. C. R.  
Vallejos, Rubén H., Calle 14, entre 5 y 7, Ranelagh, F. C. R.  
Vargas Gil, José R., Calle 4, N 1134 1/2, La Plata.  
Vázquez, Juan B., 2° Congreso 137, Barrio Maipú, Córdoba.  
Venier, Alberto J., Calle 42, N° 414, 1° E., La Plata.  
Vervoors\*, Federico, Bulnes 63, Villa Luján, Tucumán.  
Viand, Jorge, L. Méndez 3612. Remedios de Escalada, F.C. R.  
Vicente, Omar, C. C. 379, Comodoro Rivadavia.  
Videla, Juan Ramón, Emilio Jofré 228. Mendoza.  
Vilela, César R., Luis María Campos 1160, 4° B, Capital Federal.  
Viloni, Eugenio, Tenneco International Oil Company P. O. Box 2511, Houston, Texas  
77001, U. S. A.  
Villar, Luisa M., Arias 2070, Capital Federal.  
Villafañe, David E. R. de, Y. P. F. Plaza Huincul, Neuquén.  
Villanueva García, Arturo, Av. de Mello Franco 360 B, Jesús María Lima Perú.  
Villegas, Carlos, Pueyrredón 540, Bahía Blanca.

Viviers, Marta C., Matienzo 740, Ciudad Jardín, Lomas del Palomar, Prov. de Bs. As.  
Volkheimer, W., Jorge Newbery 1650, dep. 23, Capital Federal.  
Walter, Edgardo F., Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.  
Yrigoyen, Marcelo R., Obligado 1240, 4° P., Capital Federal.  
Xicoy, Alfredo, Roque Saenz Peña 1190, 2°, Capital Federal.  
Zambrano, Juvenal, Maipú 215, 8°, Capital Federal.  
Zanettini, Juan C., Centro América 1168, Barrio Gral. Paz (Córdoba).  
Zanoni, Estela M., San Lorenzo 444, 3°,50 Mendoza.  
Zardini, Raúl A., Perú 222, 3° Capital Federal.  
Zeballos, Raúl A., (no comunicó su dirección postal).  
Zuccal, Ricardo, Comodoro Rivadavia.  
Zuccolillo, Ubaldo, Diag. 80, N° 829, La Plata.  
Zuzek, Andrés B., Bolívar 1969, Ramos Mejía.  
Zunino, Juan José, Aráoz 2725, Capital Federal.

#### *Miembros Adherentes*

Adur, Augusto O., Teodoro García 3217, Capital Federal.  
Achili, Jorge, Calle 74, N° 662, La Plata.  
Alderete, Mario C., Italia 1147, Concepción, Tucumán.  
Alvarez, Rubén, Alsina 3039, dep. 20, Capital Federal.  
Ambasch, Mario, Calle 3, N° 1465, La Plata.  
Argañaraz, Rafael, España 771, Salta.  
Auge, Miguel P., Calle 46, N° 331, La Plata.  
Avila, Julio C., Monteagudo 574, San Miguel de Tucumán.  
Balán, Ana Esther, Calle 7, N° 1745, La Plata.  
Barbery, Rolando, Diag. 80, N° 925, La Plata.  
Barrera, Ricardo E., Pasaje Alma Fuerte 2595, San Miguel de Tucumán.  
Becerra, Bazán Wilfredo, Calle 7, N° 943 dep. 32, La Plata.  
Bejarano Napoleón, Calle 9, N° 205, La Plata.  
Benítez, Aldo F., Alvarado 737, Bahía Blanca.  
Bianco, Elsa Esther (no comunicó su dirección postal).  
Bianchini, Juan J., Calle 11 N° 1348, La Plata.  
Bifano, Julio, Matheu 62, Lomas de Zamora, F. C. R.  
Birgione, Rubén Raúl, Museo de La Plata.  
Blasco, Jorge, Boul. San Juan 55, Córdoba.  
Bonuccelli, Carlos D., Padre Roque 139, San Miguel de Tucumán.  
Botellé Próspero, Villegas 1806, Gral. Roca (Río Negro).  
Böttcher, Graciela, Florida 1219, Bahía Blanca.  
Bravo Marcela, Estrada 4085, La Lucila (Bs. As.)  
Brussa, Rosanna, Alberdi 654, Punta Alta, F. C. R.  
Cacciuri, Carlos D., Luigi, 1040, Punta Alta, F. C. R.  
Calderón Campos, Juan M., Gral. Paz, 1672, San Miguel de Tucumán.  
Caló, Jorge Eduardo, Eliseo Casanova 528, Bahía Blanca.  
Campero Zabalaga, Jaime, Diag. 73, N° 312, La Plata.  
Cantú, Mario Pablo, Iriarte 1589, Capital Federal.  
Carrica, Carlos M., Calle 16, N° 440, La Plata.  
Carrión, Miguel H., Las Piedras 2043, San Miguel de Tucumán.  
Carriquiry, Guillermo, Calle 63, N° 1048, La Plata.  
Casajús, Guillermo, Calle 48, N° 324, dep. 4, La Plata.  
Casajús, Jorge A., Calle 51, N° 459, 1° B., La Plata.  
Casanova, Ricardo M., Las Heras 2417, Capital Federal.  
Caso Michel, Jaime, Calle 126, N° 1380, La Plata.  
Castaño, Héctor, Machain 3627, Lanús Oeste F. C. R.  
Cela, Carlos A., Calle 42, N° 754, 1° A., La Plata.  
Centro de Estudiantes de Ciencias Naturales del Museo, La Plata.  
Centro de Estudiantes de Geología, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.

Céspedes Paz, David, Calle 53, N° 1012, La Plata.  
Cionchi, José Luis, San Martín 111, Arroyo Seco, Santa Fe.  
Claver, Mariano A., Diag. 74, N° 2514, La Plata.  
Claros Vera, Carlos A., Calle 17, N° 1123, La Plata.  
Colado, Ubaldo R., Avellaneda 2848, Mar del Plata.  
Contreras, Julio R., Matienzo 1305, Berazategui, F. C. R.  
Cortés, Julia del Carmen, Funes 2058, dep. 8, Mar del Plata.  
Cruz Zulucta, Gonzalo G., Crisóstomo Álvarez 2191, San Miguel de Tucumán.  
Cueto Vilches, Julio, Los Gladiolos 60, Salta.  
Cuitiño, Oscar, Cangallo 1736, 2° 13, Capital Federal.  
Chabert, Mario Roberto, Diag. 79, N° 348, La Plata.  
Chiama, Carlos A., Maipú 3, Capital Federal.  
Dangavs, Nauris, V., Alvear y Urquiza, City Bell, F. C. R.  
D'Arlach Lema, Hugo, Calle 115, N° 1529, dep. 1, La Plata.  
Daymonnaz, César B., Calle 69, N° 693, La Plata.  
Delgado Gorrochotegui, H., Posta Restante, La Plata.  
Del Pino, Héctor R., R. Martín Melo 563, Moreno, F. C. D. F. S.  
De la Barra, Vazquez Rodolfo, Calle 26, N° 1413, La Plata.  
De Marino Iris Ada, Acevedo 1917, Banfield, F. C. R.  
De Ormaechea, José A., Jose Evaristo Uriburo 1059, 7° 43, Capital Federal.  
De Peri, Raúl, Concordia 1036, Haedo F. C. D. F. S.  
Di Salvo, Carlos A., San Nicolás 3648, Capital Federal.  
Donnari, Eva Isabel, Alvear 321, Bahía Blanca.  
Dorado, Eduardo, Calle 56, N° 621, La Plata.  
Duranti, Nello, Vidal 2180, Capital Federal.  
Epstein, Lidia M. de, Colón 727 San Julian, Santa Cruz.  
Fallet, Juan, Calle 38 N° 415, La Plata.  
Farinati Esther A., Sarmiento 94, Bahía Blanca.  
Ferrandi, Elba Lidia, Roca 654, Bahía Blanca.  
Ferrari, Carlos A., Talcahuano 110, Banfield, F. C. R.  
Fernández, Adolfo, Sarmiento 2046, 1° dep. 8, Capital Federal.  
Fernández, Jorge, Mina Aguilar, Tres Cruces, Jujuy.  
Fernández Casson, Roberto, Calle 126, N° 1380, La Plata.  
Fernández Gianotti, Jorge, Arenales 2828, Florida Bs. As.  
Franchi Mario R., Calle 44, N° 807, La Plata.  
Gallino, Luis A., Sarmiento 178, Lomas de Zamora, F. C. R.  
Gaudrup, Raúl P., Calle 65, N° 1239, La Plata.  
García, Alicia María, Chacabuco 1578, Bahía Blanca.  
García, Carlos Alberto, Chacabuco 482, Banfield, F. C. R.  
García, Carlos Cirio, Moreno 567, Bahía Blanca.  
García, Eduardo R., Blandengues 373, Bahía Blanca.  
García, Froilán, Diag. 78, N° 444, La Plata.  
García Saleme, Manuel, San Juan 341, San Miguel de Tucumán.  
Gawron, Ricardo E., Liniers 2036, Olivos Bs. As..  
Gëbhard, Jorge A., Calle 53, N° 477, La Plata.  
Gentili, Mario, San Martín de los Andes, Neuquén.  
Gigolat, Mario, Roca 224, Punta Alta F. C. R.  
Giovanniello, Ricardo, Cuba 38, San Miguel de Tucumán.  
Giudici, Alfonso Rafael, Luis Saenz Peña 141, 2° C., Capital Federal.  
Gobelián, Luis, Calle 17, N° 1506, La Plata.  
Gondar, Dolores, Calle 15, N° 329, La Plata.  
Gómez, Juan Carlos, Calle 61, N° 482, La Plata.  
Gómez Verónica, C., Calle 5, N° 521, La Plata.  
González, Carlos R., La Piedras 1178, San Miguel de Tucumán.  
Grandi, Pedro, Calle 2, N° 519, La Plata.  
Greco, Ernesto A., O'Higgins 141, Bahía Blanca.  
Greco, Romeo, Entre Ríos 2676, Olivos.  
Gronchi, N. (no comunicó su dirección postal).

Guichon, Martín E., Calle 41, N° 162, La Plata.  
Guinazú, José R., Juramento 3769, Capital Federal.  
Guzmán Moreira, Héctor, Calle 25, N° 869, La Plata.  
Guzmán Pérez, Víctor, Calle 51, N° 611, La Plata.  
Heredia, Tomás Manuel, Chiclana 1666, Bahía Blanca.  
Jenitens, Mara, Ugarteche 3236, Capital Federal.  
Johanssen, Kiel, Institute of Geology, Sölvagaten 13, Lunt, Suecia.  
Jurio, Raúl L., Calle 3, N° 1328, La Plata.  
Justiniano Arias, Ignacio, Cuellar 71, Santa Cruz, Bolivia.  
Kihien Collado, Alfredo, Gral. Paz, N° 1672, San Miguel de Tucumán.  
Koloszyc, Antonio Dionisio, Bahía Blanca 95, Llavallol F. C. R.  
Labudía, Carlos Horacio, Brown 1083, Bahía Blanca.  
Labruzky, Héctor, Federico Lacroze 2434, Capital Federal.  
Lagar, Jorge A., Laprida 1930, Capital Federal.  
Lage, Julio, Acassuso 5723, Carapachay, Bs. As.  
Lamy, Ladislao Pedro, Navarro 4103, Capital Federal.  
Leguizamón, María A., Calle 60, N° 781, La Plata.  
Leanza, Hector, Pueyrredón 149, dep. 1°, Córdoba.  
Lema Hebe Adriana, Labarden 110, 6° E, Capital Federal.  
Lizuaín Fuentes, Antonio, Ramón Falcón 3230, Capital Federal.  
López, Ricardo, Patrón 5869, Capital Federal.  
Lorélice, Jorge, Juan Bautista Alberdi 7025, dep. 5°, Capital Federal.  
Malán, José M., Sixto Laspiur 65, Bahía Blanca.  
Malajonski, Hugo, Callao 1910, Capital Federal.  
Manera, Teresa, Brown 1463, Bahía Blanca.  
Marcos, Oscar R., Calle 7, N° 1725, La Plata.  
Marinelli, Raúl V., Calle 40, N° 676, La Plata.  
Marturet, Roberto P., Calle 2, N° 1520, dep. 4, La Plata.  
Mas, Graciela R., Córdoba 77, Bahía Blanca.  
Méndez, Luis A., Guido 363, Mar del Plata.  
Mendía, José E., Martín Fierro 522, Wilde Bs. As.  
Migliore, Carlos, Chiclana 348, Bahía Blanca.  
Mira, Abelardo E., Franco 2924, Capital Federal.  
Mollón Palacios, José M., Perú 1066, Capital Federal.  
Moreno, Rafael, Soler 612, Bahía Blanca.  
Moreno, Juan P., Adolfo de la Vega (norte) 291, San Miguel de Tucumán.  
Moriones, Susana, Farías 726, Bahía Blanca.  
Mouzo, Félix H., Calle 44, N° 258, La Plata.  
Muglia, Vicente H., Calle 12, N° 1390, La Plata.  
Nabel, Paulina Esther, República de Israel, 483, San Martín, Bs. As.  
Odreman Rivas, Oscar, Calle 8, N° 889, La Plata.  
Okretic, Albano, Donado 2119, Capital Federal.  
Orchuela, Ismael A., Calle 47, N° 840, La Plata.  
Ortega, Enrique, Colombia 4939, Capital Federal.  
Palamarczuk, Eduardo A., Calle 7, N° 250, El Palomar, F. C. G. S. M.  
Palmeiro, Manuel E., Agustín Alvarez 2202, Florida, Bs. As.  
Pantorrilla, Ernesto M., Congreso 850, San Miguel de Tucumán.  
Pazos, Jorge A., Villegas 282, Cinco Saltos, Río Negro.  
Perel, Hebe, Chiclana 231, Bahía Blanca.  
Pérez, Alicia H., Caronti 710, Bahía Blanca.  
Pérez, Antonio, Alvarado 123, Bahía Blanca.  
Petrelli, Salvador, Dr. Pedro J. Rivera 5772, dep. 4, Capital Federal.  
Pflüger, Jorge Carlos, Pampa 3046, Capital Federal.  
Pisetta, Jorge Luis, Marcelo T. de Alvear 1185, 10° A., Capital Federal.  
Ponsati Wilde, Ricardo R., Lavalle 225, San Miguel de Tucumán.  
Ponte, Héctor, L., Rivadavia 46, San Nicolás.  
Prieto, Alfredo O., Av. Alem 876, Cipolletti, Río Negro.  
Puente, Idelfonso F., Calle 1 N° 1121, La Plata.

- Quattrucchio Mirta, Juan Molina 15, Bahía Blanca.  
Raudich, Francisco H., Virrey Liniers 115, Capital Federal.  
Rapela, Carlos W., Calle 37 N° 645, La Plata.  
Ribera S. Clay, Calle 51 N° 1290, La Plata.  
Ricci Héctor Italo, Bolivia 571, San Miguel de Tucumán.  
Risiga, Amilcar Hugo, Agustín Alvarez 1482, Bahía Blanca.  
Ridriguez Alvarez, E., CC 312, La Plata.  
Rodriguez Saravia, F. M., Melo 2977, Capital Federal.  
Ronco, Alicia, Brasil 374 1/2, Ensenada, F. C. R.  
Rosemán, Héctor L., Av. Meeck 1393, Temperley.  
Rufino Rojo, Mateo, Av. Mate de Luna 2428, San Miguel de Tucumán.  
Ruiz, Emilio Hugo, Stroeder 218, Salliqueló, F. C. R.  
Rutkowski, Esteban J. D., Libertad 640, Quilmes.  
Sabelli, Néstor Martín, Pampa 2037, 5° A., Capital Federal.  
Salas, Armando A., Rivadavia 5854, Capital Federal.  
Sancristobal, Jorge O., Calle 5 N° 26, dep. 4, La Plata.  
Sánchez Ruiz, Carlos E., Gral. Paz 1672, San Miguel de Tucumán.  
Sánchez Loza (no comunicó su dirección postal).  
Sarasua, Margarita S. de, Bravard 303, Bahía Blanca.  
Sardina, Antonio, Calle 10 N° 1845, La Plata.  
Sarudiansky, Roberto M., Esmeralda 640, Capital Federal.  
Saulniers, María E. (no comunicó su dirección postal).  
Scanavino, Raúl A., Calle 60 N° 408, 1/2 B., La Plata.  
Schillizzi, Roberto, Av. Colón 777, Bahía Blanca.  
Simini, Jorge A., San Martín 454, Trenque Lauquen, F. C. R.  
Simón, Wilco, Goya 378, Capital Federal.  
Solís, Rolando J. O., Calle 121 y 43 bis, N° 175, La Plata.  
Soria, Jorge G., Las Pirquitas, Catamarca.  
Soruco Mendoza, Carlos, Calle 49 N° 1482, La Plata.  
Suárez, Ramiro, Casilla 440, Cochabamba, Bolivia.  
Suárez Ruprecht, Guillermo, Charcas 3073, Capital Federal.  
Suayter, Luis E., Pasaje García 1409, San Miguel de Tucumán.  
Tejeda, Lidia, San Martín 589, Bahía Blanca.  
Tisera, Ana María, Misiones 346, Bahía Blanca.  
Thiede, Jörn, 2300 Kiel, Sternwortenweg 22, Alemania. Oeste.  
Tofalo, Ofelia R., Santa Fe 1563, 2°, Capital Federal.  
Tujehneider, Ofelia Clara, Libertador 354, Punta Alta, F. C. R.  
Valicente, Vicente Hugo, Calle 47, N° 480, La Plata.  
Vahnovan Ricardo, Calle 55 N° 1228, La Plata.  
Varela, Ricardo, Independencia 242, San Miguel de Tucumán.  
Vargas, Ramón, Calle 62, N° 621, dep. A, La Plata.  
Vázquez, Jorge O., Calle 50, N° 755, La Plata.  
Vera, David (no comunicó su dirección postal).  
Vergara, Guillermo Amilcar, Condarco 1368, Capital Federal.  
Villa, Roberto, Campamento 1 de Y. P. F., Plaza Huincul Neuquén.  
Vitone, Héctor, Rodríguez Peña 1875, Capital Federal.  
Vitulich, Emilio B., Villa Regina, Río Negro.  
Vonesch, Teodora L., Canning 1552, Capital Federal.  
Wartensleben, Erica, Corrientes 127, Capital Federal.  
Woroszylo María E., Ciudad Gral. Belgrano, Casa 4, Manzana 7, Sección 2ª Circunscripción 2ª Bs. As.  
Yelin, Rosa, Avda. de los Incas 4239, Capital Federal.  
Zagalsky, Ruth Sofía, 9 de Julio 174, Avellaneda Bs. As.  
Zamora Piñeiro, C. A., Calle 59, N° 1225, La Plata.  
Zaballos Bonet, Luis M., Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
Zetti, Jorge, Calle 42, N° 822, La Plata.  
Zibecchi Roberto Omar, Soler 130 dep. 1, Bahía Blanca.

## INDICE ALFABETICO DEL TOMO XXIII

|                                                                                                                                                                      |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| ABELEDO, M. E. J. DE, BENYACAR, M. A. R. DE, ANGELELLI, V. Y GORDILLO, C.,<br>Natroalunita y natrojarosita del departamento de Pocito, provincia de San Juan         | 113          |
| ACERÑOLAZA, F. GILBERTO, Geología estratigráfica de la región de la Sierra de Cajas.<br>Dpto. Humahuaca (provincia de Jujuy).....                                    | 207          |
| AMOS, ARTURO J. Y URIEN, CARLOS M., La falla «Abra de la Ventana» en las Sierras<br>Australes de la provincia de Buenos Aires.....                                   | 197          |
| ANGELELLI, V., ver ABELEDO, M. E. J. DE                                                                                                                              |              |
| ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA. LISTA DE MIEMBROS.....                                                                                                               | 333          |
| BACHMANN, ELSA IRENE WEBER DE, Las capas de la balsa al sur del paso Córdoba<br>(provincia de Río Negro).....                                                        | 246          |
| BALDIS, BRUNO ALBERTO Y CANÉ, TOMÁS C., El Paleozoico en la región occidental y<br>austral de Jáchal (provincia de San Juan).....                                    | 121          |
| BOSSI, GERARDO E. Y HERBST, RAFAEL, Noticias sobre la geología de la zona de La<br>Torre, provincia de La Rioja, República Argentina.....                            | 45           |
| BAULIES, OSCAR L., ver STIPANICIC, PEDRO N.                                                                                                                          |              |
| BENYACAR, M. A. R. DE, ver ABELEDO, M. E. J. DE                                                                                                                      |              |
| BUTSCHKOWSKYJ, M., Contribución al conocimiento de amiantos Argentinos. I. Antofilita                                                                                | 225          |
| BUTSCHKOWSKYJ, M., Contribución al conocimiento de amiantos argentinos II. Antofilita                                                                                | 312          |
| CANÉ, TOMÁS C., ver BALDIS, BRUNO ALBERTO                                                                                                                            |              |
| COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS.....                                                                                                                                      | 32, 159, 286 |
| COMENTARIOS Y NOTICIAS DEL COMITÉ NACIONAL DEL PROYECTO DEL MANTO SUPE-<br>RIOR.....                                                                                 | 251          |
| CORRIGENDA.....                                                                                                                                                      | 44, 106, 196 |
| COSENTINO, JOSÉ MARÍA, Contribución al conocimiento geológico del Cordón de Bonilla<br>(Uspallata-Mendoza).....                                                      | 21           |
| CREER KENNETH, ver VALENCIO, DANIEL                                                                                                                                  |              |
| CRÓNICA DE LA ASOCIACIÓN.....                                                                                                                                        | 62           |
| DEPETRIS, PEDRO J., Algunas consideraciones sobre la velocidad de la erosión en la<br>República Argentina.....                                                       | 237          |
| DEPETRIS, PEDRO J., Mineralogía de algunos sedimentos fluviales de la cuenca del<br>río de la Plata.....                                                             | 317          |
| DI PAOLA, ELDA C. DE, Clorita-montmorillonita interestratificada regularmente en<br>arenitas líticas de los alrededores del cerro China Muerta, provincia de Neuquén | 107          |
| DR. JUAN FRANCISCO TOGNON.....                                                                                                                                       | 331          |
| EGRESO DE GEÓLOGOS.....                                                                                                                                              | 20, 158      |
| ESPISÚA, EDUARDO, El Paleozoico inferior del río de las Chacritas, Dto. de Jáchal.<br>Pcia. de San Juan, con especial referencia al Silúrico.....                    | 297          |
| GAY, HEBE DINA, Fosfatos en las Pegmatitas del Cerro Blanco, Tanti, Provincia de<br>Córdoba.....                                                                     | 279          |
| GARCÍA, ELSA ROSSI DE, Terminología de la morfología de los ostrácodos fósiles, para<br>uso en lengua española.....                                                  | 55           |
| GORDILLO, C., ver ABELEDO M. E. J. DE                                                                                                                                |              |
| HERBST, RAFAEL, ver BOSSI, GERARDO E.                                                                                                                                |              |

|                                                                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| INDICE ALFABÉTICO DEL TOMO XXIII .....                                                                                                                                                     | 348 |
| LEANZA, ARMANDO F., Acerca del descubrimiento de amonoideos devónicos en la República Argentina ( <i>Tornoceras baldisi</i> n. sp.).....                                                   | 326 |
| LEVERATTO, MIGUEL ANGEL, Geología de la zona al oeste de Ullún-Zonda, borde oriental de la Precordillera de San Juan, eruptividad subvolcánica y estructura..                              | 129 |
| MARTÍNEZ, CARLOS G., ver STIPANICIC, PEDRO N.                                                                                                                                              |     |
| MILLS, J. PETER, ver SIEGEL, FEDERICO R.                                                                                                                                                   |     |
| MINGRAMM, ALBERTO, ver ROLLERI, EDGARDO O.                                                                                                                                                 |     |
| OTRAS NOTICIAS.....                                                                                                                                                                        | 252 |
| PIERCE, JACK W., ver SIEGEL, FEDERICO R.                                                                                                                                                   |     |
| PROFESOR INGENIERO JORGE MUÑOZ CRISTI.....                                                                                                                                                 | 196 |
| QUARTINO, BERNABÉ J. Y SPIKERMANN, JUAN P., Modificaciones en diques graníticos por hibridación y exo-endomorfismo.....                                                                    | 33  |
| REIMPRESIONES .....                                                                                                                                                                        | 296 |
| REINOSO, MARGARITA, Paleocorrientes en la Formación Providencia. Devónico, sierras australes de la provincia de Buenos Aires.....                                                          | 277 |
| RINALDI, CARLOS A., Estudio de las pegmatitas uraníferas de las Sierras de Comechingones, provincia de Córdoba.....                                                                        | 161 |
| RODRIGO, FÉLIX, ver STIPANICIC, PEDRO N.                                                                                                                                                   |     |
| ROLLERI, EDGARDO O. Y MINGRAMM, ALBERTO, Sobre el hallazgo de Ordovícico inferior al oeste de San Antonio de los Cobres (Provincia de Salta).....                                          | 101 |
| SEDE PROPIA .....                                                                                                                                                                          | 253 |
| SIEGEL, FEDERICO R., MILLS, J. PETER Y PIERCE, JACK W., Aspectos petrográficos y geoquímicos de espeleotemas de ópalo y calcita de La Cueva de La Bruja, Mendoza, República Argentina..... | 5   |
| SIEGEL, FEDERICO R., Sobre la composición química de la superficie de la Luna donde alunizaron los satélites Surveyor V, Surveyor VI y Surveyor VII.....                                   | 104 |
| SPIKERMANN, JUAN P., ver QUARTINO, BERNABÉ J.                                                                                                                                              |     |
| STIPANICIC, PEDRO N., RODRIGO, FÉLIX, BAULIES, OSCAR L. Y MARTÍNEZ, CARLOS G., Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes.....             | 67  |
| URIEN, CARLOS M., ver AMOS, ARTURO J.                                                                                                                                                      |     |
| VALENCIO, DANIEL A. Y CREER, KENNETH, El paleomagnetismo de algunas lavas cenozoicas de la República Argentina.....                                                                        | 255 |
| VILLAR FABRE, JORGE FÉLIX .....                                                                                                                                                            | 99  |
| VIRAMONTE OTERO, JOSÉ GERMÁN, Sobre el hallazgo de un nuevo cuerpo de granito orbicular en la Argentina .....                                                                              | 119 |



ESTE NUMERO  
SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 14 DE NOVIEMBRE DE 1968  
EN LA IMPRENTA Y CASA EDITORA CONI, PERU 684  
BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA

---

El presente trabajo se ha financiado en parte con un subsidio del  
Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Técnicas, que  
no se hace responsable del contenido del mismo

---

## ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. CARLOS D. STORNI; *Vicepresidente:* DR. PEDRO N. STIPANICIC; *Secretario:* DR. FÉLIX RODRIGO; *Tesorero:* DR. J. C. R. FERNÁNDEZ LIMA; *Vocales:* DR. PEDRO LESTA, DR. ENRIQUE DE ALBA y DR. ARTURO J. AMOS.

DIRECTOR DE LA REVISTA: DR. CARLOS D. STORNI.

COMISION DE LA REVISTA: DR. CARLOS D. STORNI, DR. JUAN C. M. TURNER y DR. HORACIO H. CAMACHO.

### INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

1) Los autores se ajustarán, en la preparación de sus originales, a las siguientes indicaciones:

1) Los originales deben ser escritos a máquina — *ne varietur* — a dos espacios y con las hojas escritas en una sola de sus caras.

2) La lista bibliográfica llevará por título: "Lista de trabajos citados en el texto". Será confeccionada por orden alfabético, según sus autores y en orden cronológico cuando se citen varias obras del mismo autor. Si dos o más obras del mismo autor han sido publicadas en el mismo año, se distinguirán con las letras *a*, *b*, *c*, etc. Las respectivas citas llevarán las indicaciones siguientes: apellido completo e iniciales del nombre del autor; título completo de la obra; lugar y fecha de publicación. Tratándose de artículos aparecidos en publicaciones periódicas, se incluirá el nombre de las mismas convenientemente abreviado, con indicaciones del tomo y la página en que dicho artículo se encuentra. Se evitará el uso de términos superfluos tales como tomo, volumen; páginas, etc. A este efecto y para evitar confusiones, los números para distinguir los tomos se escribirán en caracteres romanos y aquellos referentes a las páginas en caracteres arábigos.

3) Las citas bibliográficas deberán ser incluidas en el texto y referirse a la lista bibliográfica inserta al final de cada artículo.

4) Las ilustraciones consistentes en dibujos deberán ser confeccionadas en tinta china indeleble. A los efectos de su mejor reproducción, es conveniente que ellas sean presentadas a doble tamaño del que serán publicadas.

5) Los autores subrayarán con línea *entera* los vocablos que deban ser compuestos en bastardilla; con línea *cortada* los que deban ir en versalita y con línea *doble* los que deban ser compuestos en negrita.

La correspondencia de la Asociación deberá ser dirigida a

PERU 222, Buenos Aires (Rep. Argentina)

Toda la correspondencia referente a suscripciones, colecciones o números sueltos, debe ser dirigida a

LIBRART S. R. L., CORRIENTES 127, Buenos Aires

Representante y distribuidor exclusivo para toda la República Argentina y el exterior.

# LIBRART S. R. L.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS DE LAS PUBLICACIONES  
DE INSTITUCIONES Y SOCIEDADES CIENTIFICAS ARGENTINAS

*Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires*

## INDICE BIBLIOGRAFICO DE ESTRATIGRAFIA ARGENTINA

Dirigido y editado por el doctor ANGEL V. BORRELLO, 1966, 638 págs., con aproximadamente 4500 citas comentadas.

En un nuevo esfuerzo de labor específica la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires ha dado término a la preparación de esta obra, primera en su género en el país, ejecutada conforme a las exigencias del más moderno trabajo geológico.

Componen el trabajo más de 4500 citas de autor con sumaria explicación del contenido bibliográfico, distribuidas en sucesivas secciones, que estuvieron a cargo de colaboradores experimentados en la materia.

Se compone del temario siguiente:

PRECAMBRICO por Dr. R. A. Zardini  
CAMBRICO por Dr. A. V. Borrello  
ORDOVICICO por Dr. J. C. M. Turner  
SILURICO por Dra. H. A. Castellaro  
DEVONICO por Dr. G. Furque  
CARBONIFERO por Dr. A. J. Amos  
PERMICO por Geól. R. D. Pernas

TRIASICO por Dr. J. A. Cuerda  
JURASICO por Geól. O. C. Schauer  
CRETACICO por Dr. C. I. C. de Ferrariis  
TERCIARIO por Dres. S. J. Licciardo y  
C. I. C. de Ferrariis  
CUATERNARIO por Dr. A. N. Xicoy

La labor abarca principalmente el material bibliográfico publicado en el país, complementado por referencias de carácter inédito, todo ello con vistas a satisfacer las necesidades del conocimiento sistemático de la bibliografía argentina.

Con el *Indice Bibliográfico de Estratigrafía Argentina* queda expuesto en su mayor parte el volumen importante que caracteriza el acervo estratigráfico de la Argentina, por lo cual la tarea configura en su magnitud una expresión de la actividad geológica en el país, ampliada hasta el presente.

VENTA EXCLUSIVA:

# LIBRART S. R. L.

CORRIENTES 127

(EDIFICIO BOLSA DE CERALES)

BUENOS AIRES

T. E. 31 - 4368

*Dirección Postal:*

Casilla de Correo 5047

