

REVISTA

DE LA

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

SUMARIO

RUBÉN J. CUCCHI, Petrofábrica del conglomerado de la formación La Lola, <u>sierras australes de la provincia de Buenos Aires</u>	71
JORGE H. SALSO, La Cuenca de Macachín, provincia de La Pampa. Nota <u>preliminar</u>	107
ELSA ROSSI DE GARCÍA, Sobre la presencia del género <i>Cytheridea</i> en la <u>depresión de El Sampal (Chubut)</u>	118
EDUARDO JORGE LLAMBÍAS Y MIGUEL ANGEL LEVERATTO, Buchitas en basaltos del volcán Payún Matrú, Mendoza, y de la base conjunta Tte. <u>B. Matienzo, sector Antártico Argentino</u>	119
IGNACIO A. MÉNDEZ, Foraminíferos, edad y correlación estratigráfica del Salamanquense de Punta Peligro (45°30' S ; 67°11' W) provincia del Chubut.....	127
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS.....	161

BUENOS AIRES

REPUBLICA ARGENTINA

—
1966

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. CARLOS D. STORNI; *Vicepresidente:* DR. EDGARDO O. ROLLERI; *Secretario:* DR. ARTURO J. AMOS; *Tesorero:* DR. JOSÉ CARLOS BANCHERO; *Vocales:* DR. JUAN C. M. TURNER, DR. OSCAR RUIZ HUIDORO, DR. FÉLIX RODRIGO; *Vocales Suplentes:* LIC. HÉCTOR J. PÉNDOLA, DR. RENATO R. ANDREIS Y GEÓL. NORMA PEZZUTTI.

SUBCOMISION DE LA REVISTA: DR. ARTURO J. AMOS, DR. JUAN C. M. TURNER Y GEÓL. NORMA PEZZUTTI.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

t) 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.

PETROFABRICA DEL CONGLOMERADO
DE LA FORMACION LA LOLA, SIERRAS AUSTRALES
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Por RUBEN J. CUCCHI

Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

La región estudiada, ubicada al sudoeste del cerro Chaco, comprende los cerros San Mario, Pan de Azúcar y del Corral; en ella afloran rocas del basamento cristalino, del conglomerado de La Lola y de la Formación Mascota, y sedimentos terciarios y cuaternarios. La estructura del área es de anticlinales volcados al este, cuyos ejes, de rumbo noroeste, buzan al norte en el extremo septentrional y al sur en el meridional. Se postula, además, la existencia de fallas inversas en San Mario y del Corral.

En el conglomerado de La Lola, portador de rodados deformados, hay dos orientaciones preferenciales del eje mayor de los rodados; una (azimut 20° , inclinación 22° sudoeste), normal al rumbo de la estructura, se encuentra en los cerros San Mario y del Corral; la otra (azimut 320° , inclinación 6° sudeste a 10° noroeste) es paralela a la estructura y caracteriza al cerro Pan de Azúcar.

El plano principal de los rodados, XY, en San Mario y del Corral, coincide con la posición de la esquistosidad ($347/41$ SW), lo que no ocurre en el cerro Pan de Azúcar, donde el eje intermedio Y de los rodados tiene mayor libertad de posición. Además, en los cerros San Mario y del Corral los rodados están más fuertemente alineados que en el Pan de Azúcar.

En los cerros San Mario y del Corral el porcentaje de aumento de la relación axial X/Y alcanza un valor máximo del 98 % y mínimo de 70 %; para Y/Z el máximo es 100 % y el mínimo llega al 66 %. En el cerro Pan de Azúcar el valor máximo de X/Y es 58 %, el mínimo es sólo del 41 %, y para Y/Z el máximo es de 62 % y el mínimo 42 %.

Se han estudiado exclusivamente rodados de cuarcita para eliminar la probable influencia de la litología sobre la fábrica interna. Los megaclastos de cuarzo de los rodados deformados tienen orientación dimensional concordante con el eje mayor de los rodados y la forma de los granos de dicho mineral reproduce la forma elipsoidal de éstos.

El examen petrofábrico de los rodados revela la tendencia a la formación de un par de anillos de cuarzo que se intersectan en el eje intermedio Y (*b*), formando un ángulo promedio de $69 \pm 20^\circ$, o bien un anillo mejor desarrollado, paralelo o subparalelo al plano YZ (*bc*) del rodado. A su vez la mica se orienta en superficies subparalelas al plano principal del rodado XY (*ab*). Asimismo, en cada zona se mantiene el rumbo e inclinación de los anillos: en Pan de Azúcar el rumbo general de los anillos mejor desarrollados es noreste y su inclinación varía de sudeste a noroeste; en cambio en los cerros San Mario y del Corral el rumbo de los anillos es noroeste e inclinan con preferencia al noreste.

En la matriz del conglomerado no hay orientación dimensional ni reticular del cuarzo. En el basamento cristalino no hay mayores indicios de orientación significativa del cuarzo, excepción hecha de muestras de Las Lomitas y del Corral; sí la hay de la mica, que es coincidente con la superficie de esquistosidad. En las cuarcitas de la Formación Mascota tampoco hay orientación preferencial del cuarzo.

En San Mario y del Corral las características mega y microestructurales se pueden explicar mediante la hipótesis del "shear normal flow", no así en el cerro Pan de Azúcar, cuya interpretación ofrece más dificultades. A modo de ensayo, la fábrica en este lugar se puede atribuir a un mecanismo compresivo-rotatorio.

This One



9051-PER-1 2PY

Evidencias de campo y características petrofábricas permitirían proponer que, en San Mario y del Corral, el contacto entre el basamento cristalino y la Formación La Lola está determinado por fallas inversas de alto ángulo.

ABSTRACT

The petrofabric of a deformed conglomerate from Sierras Australes, provincia de Buenos Aires, is studied. The geology of the area comprises phyllonites and mylonitized igneous rocks of the Pre-Cambrian basement, conglomerates of La Lola formation and quartzites of Mascota formation (both Silurian); and sediments of Tertiary and Quaternary age. The structure is dominated by asymmetrical anticlines with axial planes which dip SW and strike NW; fold axes plunge NW in the northern part of the area and SE in the southern part. High angle reverse faults in San Mario Hill and del Corral Hill are suggested by field and petrofabric evidence.

The conglomerate of La Lola formation contains deformed pebbles, mostly of quartzitic composition. The longest (X) axes of the pebbles show two types of preferred orientation: 1) normal to the strike of the structure in the San Mario and del Corral Hills; 2) parallel to the trend of fold axes, in Pan de Azúcar Hill. Of the two, the former type shows stronger orientation. The main (XY) symmetry plane of the pebbles is parallel to the schistosity plane in the most deformed areas (San Mario y del Corral), not so in Pan de Azúcar.

There are two types of lineation in the area; an *a* lineation in mylonitized igneous rocks, quartzites of the Mascota formation and X-axes of the pebbles in San Mario and del Corral, and a *b* lineation arising from the preferred orientation of the X-axes of pebbles in Pan de Azúcar Hill.

Petrofabric analysis of the pebbles shows two weak XOZ quartz girdles, at an angle with each other of about 70° and intersecting along the intermediate Y-axis; or conversely, a simple girdle parallel or subparallel to the YZ plane. The mica flakes coincide with the XY plane. In Pan de Azúcar the girdles strike NE with variable dips (SE or NW), while in San Mario and del Corral, they strike NW with generally NE dips. No preferred orientation of quartz was detected in the matrix, but the average position of the mica generally coincides with the pole of the schistosity plane. In the mylonites, there is a weak preferred orientation of quartz and (001) of mica parallel to S₂ surfaces.

Quartz subfabrics show, in general, triclinic symmetry while mica subfabrics have monoclinic or axial symmetry; consequently, the fabric is heterotactic.

The degree of pebble deformation is relatively small, as measured from the axis ratio respective to the sphere. There is no clear relationship between degree of deformation and internal fabric of the pebbles.

Macroscopic and microscopic features can be explained, in San Mario and del Corral, in terms of the shear-normal flow hypothesis of schistosity. The fabric, in Pan de Azúcar Hill, could result from the combination of rotational movement and compression normal to the direction of stretching.

INTRODUCCION

El estudio de conglomerados portadores de rodados deformados ofrece la posibilidad de realizar estimaciones cuantitativas de la deformación sufrida por las rocas mediante el análisis de las relaciones axiales de los ejes principales de los rodados. Strand (1944), Elwell (1955) y Flinn (1956), entre otros, han intentado encontrar un mecanismo de deformación que explicara las relaciones entre las fábricas micros-

cópica y mesoscópica de conglomerados deformados.

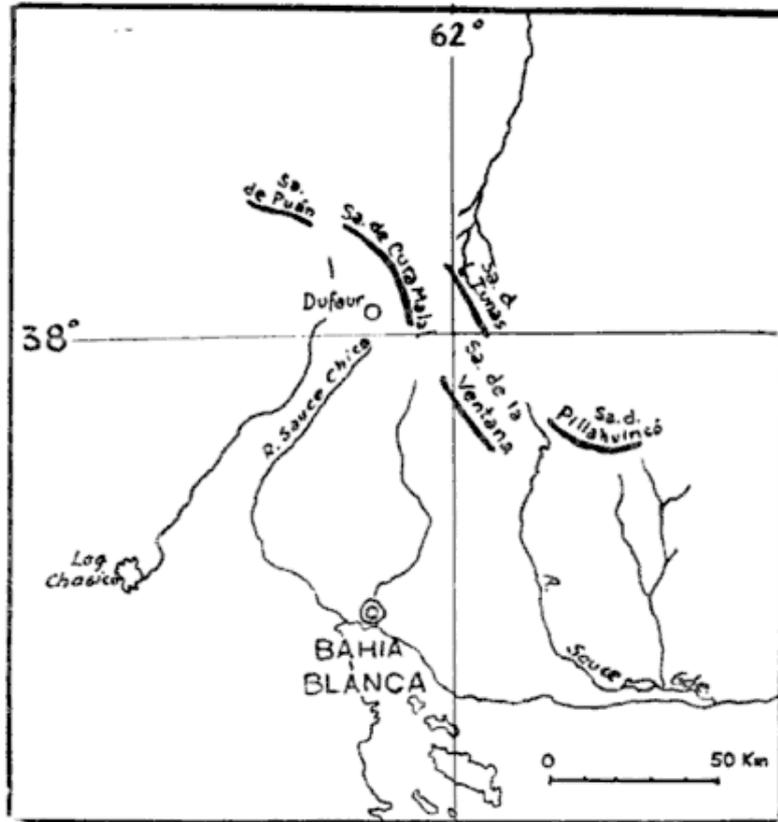
La presencia de rodados deformados en la vecindad del cerro Pan de Azúcar ha sido mencionada por Schiller (1930), Rayces (1941) y Harrington (1947).

En este trabajo se presenta un análisis estructural y petrofábrico detallado del conglomerado de La Lola y se intenta una determinación cuantitativa de la deformación. La zona de estudio se encuentra ubicada aproximadamente

a 10 km al este del pueblo de Dufaur, provincia de Buenos Aires.

El estudio fue realizado en el Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires, como requisito para la obtención del grado de doctor, merced a una beca otorgada por la Universidad de Buenos Aires,

institución a la que el autor expresa su reconocimiento; debe también quedar agradecido al Dr. Jorge Polanski por su estímulo, y muy especialmente al Dr. Félix González Bonorino, por su ayuda y asesoramiento en la interpretación y discusión de numerosos problemas.



Mapa de ubicación de la zona estudiada, Prov. de Buenos Aires

METODOS DE TRABAJO

El trabajo de campo consistió en el relevamiento de los elementos estructurales principales: estratificación, esquistosidad, diaclasas, lineación y ejes de pliegues. Estas observaciones fueron representadas en el mapa del área San Mario-Pan de Azúcar, en escala 1:15.000, cuya topografía y límites geológicos pertenecen a Rayces (1941).

El análisis petrofábrico comprende el examen de 44 cortes delgados orientados de 22 muestras, cuyas localidades se indican en el mapa. Se prepararon 64 diagramas petrofábricos de cuarzo y 12 de mica, algunos de los

cuales se reproducen en las figuras D.1 a D.25.

Por cada muestra se estudiaron dos cortes delgados, aproximadamente normales entre sí; en los rodados un corte es perpendicular al eje X (eje mayor) y el otro normal al eje Y (eje intermedio). En cada corte se midieron por lo menos 200 ejes ópticos de cuarzo. Cuando fue posible se realizaron diagramas de orientación de mica, en cuyo caso se hicieron 100 mediciones de las perpendiculares al clivaje (001). Todos los diagramas que se presentan, petrofábricos y de mesoestructuras, están preparados según el método usual

(Knopf e Ingerson, 1938; Fairbairn, 1949), utilizando una red de Schmidt. Las mediciones se proyectaron sobre el hemisferio inferior de referencia, utilizándose contadores de puntos que representan el 1 % del área total del plano de proyección.

En cada diagrama de fábrica se indica el rumbo e inclinación de la superficie del corte delgado; la flecha representa la línea horizontal (rumbo) que yace en la superficie del corte, y el número indica el azimut del rumbo. El valor de la inclinación está señalado junto a un corto trazo, normal a la flecha. Angulos que varían de 1 a 90° representan planos que inclinan hacia el observador y valores mayores de 90° corresponden a planos que inclinan fuera del observador, es decir, planos colgantes. Además, en cada diagrama se ha colocado alguno de los siguientes datos: ejes de fábrica mesoscópica *a*, *b*, *c*; ejes X, Y y Z, en los diagramas correspondientes a los rodados; cuando se estima necesario también se indica la posición de los anillos y de las superficies S visibles en la localidad de la muestra. Con S₁ se designa la estratificación, la esquistosidad con S₂ y los anillos con G₁ y G₂. Los máximos están numerados para facilitar su correlación.

Se consideró conveniente medir la esquistosidad del conglomerado independientemente de la posición del plano XY de los rodados, recurriendo en los casos posibles a determinaciones de la esquistosidad en su mátrix. La homogeneidad de fábrica se verificó superponiendo, previa rotación, los diagramas de ambas secciones de una misma muestra (Ingerson, 1936).

Aun en las rocas más deformadas la orientación preferencial del cuarzo que revelan los diagramas es débil. Los máximos no pasan, en general, del 5 % de densidad y los anillos pueden ser más o menos definidos. Solamente se tomaron en consideración aquellos máximos

y anillos que se repiten en ambas secciones perpendiculares de una roca. La falta total de coincidencia entre estos elementos de una y otra sección se interpreta como ausencia de una fábrica orientada.

Rasgos generales de la estratigrafía y estructura de las Sierras Australes

Las consideraciones que siguen han sido tomadas de los trabajos de Harrington (1947) y Suero (1957). En el cuadro que sigue se ha resumido la estratigrafía de las Sierras Australes.

Las Sierras Australes poseen, como lo ha señalado Harrington (1947), una estructura de arcos de plegamiento "pura". Los grandes pliegues primarios a su vez están replegados hasta pliegues del séptimo y octavo orden. En estas sierras se puede distinguir una zona occidental y otra oriental, con diferentes características estratigráficas, litológicas y estructurales. De oeste a este las formaciones van disminuyendo de edad y se reconoce una variación en la composición de las sedimentitas: al oeste predominan las psamitas, mientras que en la zona oriental hay mayor participación de pelitas.

En la zona occidental, formada por rocas del Paleozoico inferior, el plegamiento es más intenso, en partes de tipo similar y disarmónico; los planos axiales inclinan al sudoeste y los ejes de los pliegues buzan al noroeste — principalmente en el norte de esta zona — o al sudeste, como sucede en la parte sur. Dentro de la zona occidental el plegamiento se va amortiguando de sudoeste a noreste, decreciendo tanto la longitud de onda como la amplitud de los pliegues (Harrington, 1947, p. 38). Según este autor, en las sierras más occidentales, especialmente en el flanco sudoeste de la sierra de Curamalal, como así también en las sierras de Bravard y de la Ventana, la longitud de onda de los pliegues oscila entre los

Edad	Formación	
Holoceno	Cubierta húmida, limos, conglomerados, tosca, rodados pleistocenos	
discordancia erosiva		
Pleistoceno		
discordancia erosiva		
Plioceno	Areniscas	
discordancia erosiva		
Mioceno	Conglomerado rojo	
discordancia angular		
	Formación Tunas	
Antracólitico	» Bonete	Grupo
	» Piedra Azul	Pillahuincó
	» Sauce Grande	
hiatus		
	Formación Lolén	
Devónico inferior	» Providencia	Grupo
	» Napostá	Ventana
	» Bravard	
discordancia erosiva		
	Formación Hinojo	
Silúrico	» Trocadero	Grupo
	» Mascota	Curamalal
	» La Lola	
discordancia		
Precámbrico	Granitos y pórfidos cuarcíferos	

3.000 y 4.000 metros, mientras que la amplitud de onda varía entre 500 y 1.000 metros. En el pie oriental de la sierra de la Ventana, en la Formación Lolén, la longitud de onda ya es menor, se reduce a 2.500 metros, y la amplitud de los pliegues decrece a valores de 200 ó 300 metros.

En la zona oriental, preferentemente con sedimentitas del Paleozoico superior, los pliegues en general son simétricos, con planos axiales verticales o muy inclinados al noreste. En esta zona, Suero (1957, p. 19-20) reconoce tres fajas estructurales con diferentes grados de plegamiento, de las cuales la intermedia presenta mayor deformación y tiene pliegues de tipo similar.

GEOLOGIA Y ESTRUCTURA DEL AREA DEL CERRO PAN DE AZUCAR

El área del cerro Pan de Azúcar involucra, en este trabajo, a los cerros San Mario, Pan de Azúcar, del Corral y del Hueco. La descripción de las formaciones más importantes que afloran en la zona estudiada está basada en el trabajo de Rayces (1941), complementada por observaciones propias.

Las rocas graníticas y cuarzo-porfíricas del BASAMENTO CRISTALINO y sus derivados dinamometamórficos aparecen al sudoeste, en las suaves elevaciones de Las Lomitas; al noreste, en el cerro del Corral, y en el faldeo oriental del cerro Pan de Azúcar. En general se trata de rocas en las que resulta di-

fácil reconocer a simple vista su original naturaleza granítica debido a la milonitización que han soportado. En Las Lomitas y del Corral, el grado de milonitización aumenta hacia los contactos con el conglomerado de La Lola; allí la roca es deleznable. En Pan de

(fig. 2) observada sobre la superficie de esquistosidad está determinada por "rayas" de mica; su desarrollo es notable en las filonitas. Esta lineación concuerda con el eje *a* de fábrica mesocópica.

Los conglomerados de la Formación

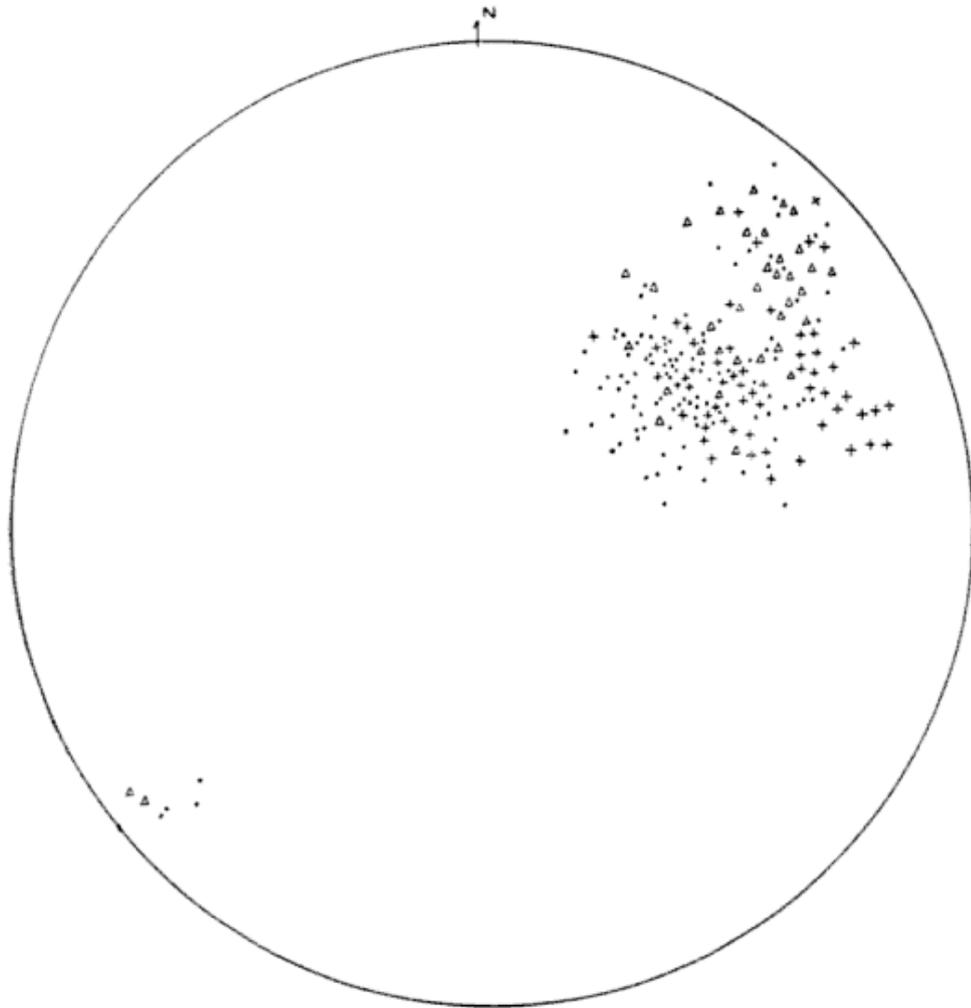


Fig. 1. — Proyección estereográfica de 227 polos de la esquistosidad. Δ , cuarcitas de Mascota; .. conglomerado de La Lola; +, basamento cristalino

Azúcar hay filonitas de color verde claro, que afloran principalmente en la parte media del faldeo oriental, mientras que en la parte más baja aparecen rocas de aspecto gnéissico; en esta localidad hay también rocas cuarzo-porfíricas, con pasta afanítica y escasos fenocristales.

En las rocas del basamento se ha desarrollado una marcada esquistosidad (fig. 1), de rumbo noroeste e inclinación variable al sudoeste. La lineación

La Lola afloran en tres lugares: dos fajas de rumbo norte-sur en los cerros San Mario y del Corral y una faja que rodea al cerro Pan de Azúcar (ver mapa). El espesor de esta formación es estimado en 95 metros; los 60 metros inferiores están formados por bancos de conglomerado, el resto lo constituyen areniscas conglomerádicas, que hacia arriba pasan a areniscas gruesas y medianas. Los bancos de conglomerado tienen intercaladas capas de areniscas

gruesas de una potencia variable entre 0.50 y 3 metros, con estratificación diagonal; la composición de estas capas es semejante a la de la matriz del conglomerado, el grano es mediano a grueso y el color es amarillento, rosado, pardo rojizo o púrpura. La matriz del

eje mayor del rodado pueden ser elípticas o casi circulares. Predominan los rodados de cuarcita y cuarzo de veta; la cuarcita es de color rosado, amarillento, gris claro y oscuro y tiene escasa mica.

En el conglomerado de La Lola la li-

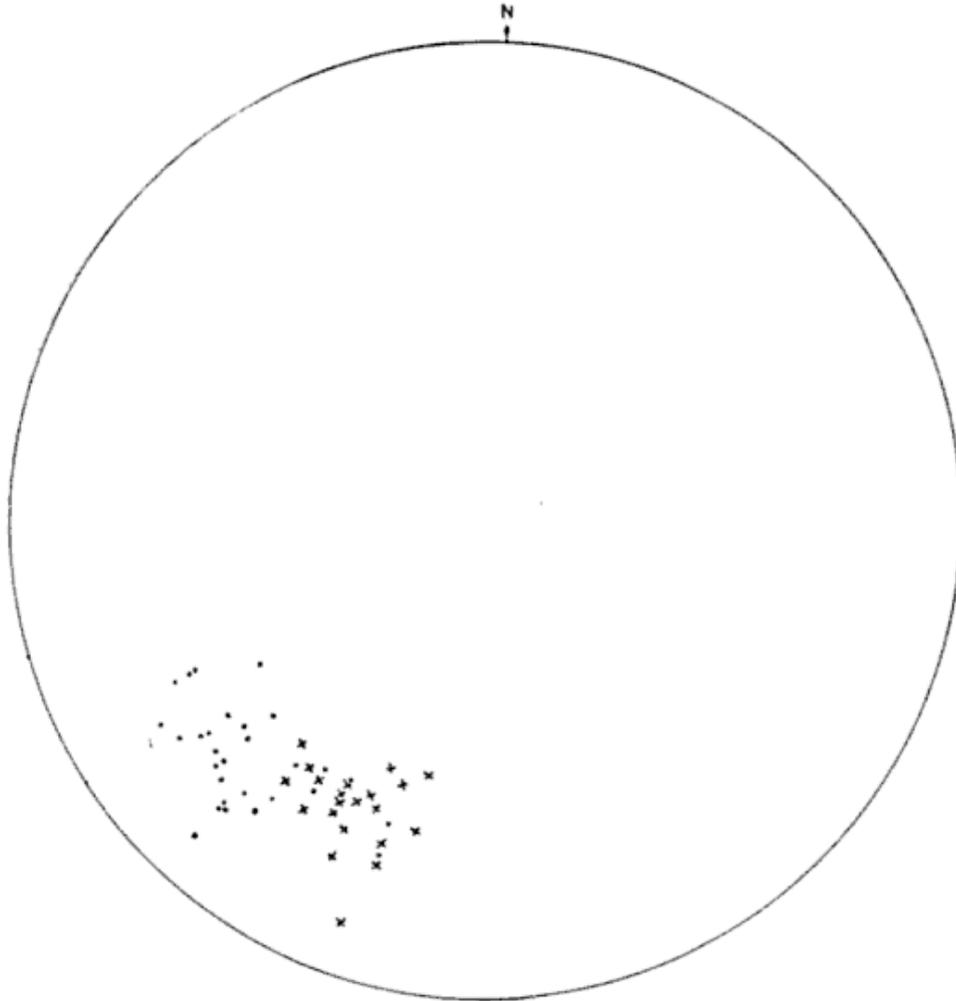


Fig. 2. — Proyección de estereográfica de la lineación en cuarcitas de la formación Mascota . y basamento cristalino ×, 52 medidas

conglomerado es cuarzo-micácea con bajo contenido de feldespato y está silicificada; sus clastos, que carecen de orientación dimensional, tienen señales de deformación interna, las que faltan en el cemento.

Los rodados (lám. I, fig. 1) deformados de la Formación La Lola son generalmente elipsoidales, con variable grado de achatamiento; algunos tienen aspecto de huso o cigarro, otros de pala de remo; las secciones normales al

neación está determinada por la orientación de los ejes mayores de los rodados. Se distinguen dos orientaciones:

- 1) en el cerro Pan de Azúcar, donde la orientación preferencial del eje mayor de los rodados (fig. 3), no muy marcada, es aproximadamente paralela a los ejes de plegamiento;
- 2) en los cerros San Mario y del Corral (figs. 4 y 5), los ejes ma-

yores de los rodados son subnormales a los ejes de los pliegues, formando con ellos ángulos que varían entre 70° y 80° .

La esquistosidad dada por el plano XY de los rodados tiene, aproximada-

alrededor de 0,5 milímetro en las rocas deformadas, y 0,1 milímetro o menos, en los granos más cataclásticos; en zonas de mayor deformación la textura es cataclástica.

Las rocas de la Formación Mascota llevan, especialmente en la mitad supe-

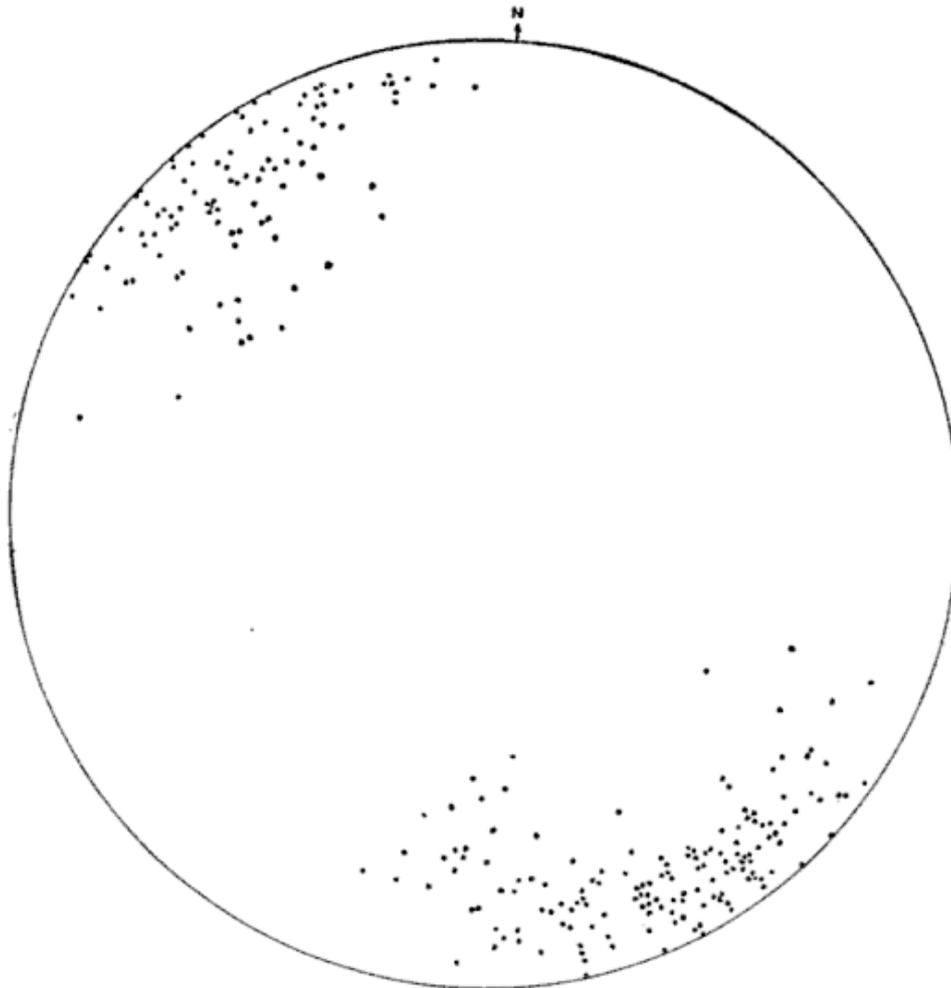


Fig. 3. — Representación estereográfica de 250 ejes X de rodados de los afloramientos del C° Pan de Azúcar

mente, la misma posición que la esquistosidad de la matriz del conglomerado; inclina menos que la del basamento cristalino y de la Formación Mascota (fig. 1).

Los afloramientos de la Formación MASCOTA ocupan la mayor parte del área de trabajo; esta formación tiene un espesor de 200 metros y está constituida por areniscas cuarcíticas y cuarcitas grises blanquecinas, rosadas y verdes claras; el tamaño del grano varía

rior, intercalaciones de material arcilloso, de color pardo rojizo o gris verdoso, las que constituyen lentes de dimensiones reducidas. Un rasgo muy destacado de esta formación es la estratificación diagonal cuya laminación, de pocos centímetros de espesor, forma un ángulo promedio de 12° con la superficie de estratificación. En las cuarcitas, la lineación (fig. 2) es normal al eje de los pliegues; es más notable en los lugares donde el plegamiento es más in-

tenso, especialmente al oeste de El Portezuelo y en el cerro del Hueco. Posiblemente se ha originado por deslizamiento diferencial entre capas durante la flexión de los estratos.

de estos anticlinales hay granito milonizado, que en los cerros San Mario y del Corral se encuentra sobrepuesto al conglomerado. Según Rayces, esta superposición no es consecuencia de una

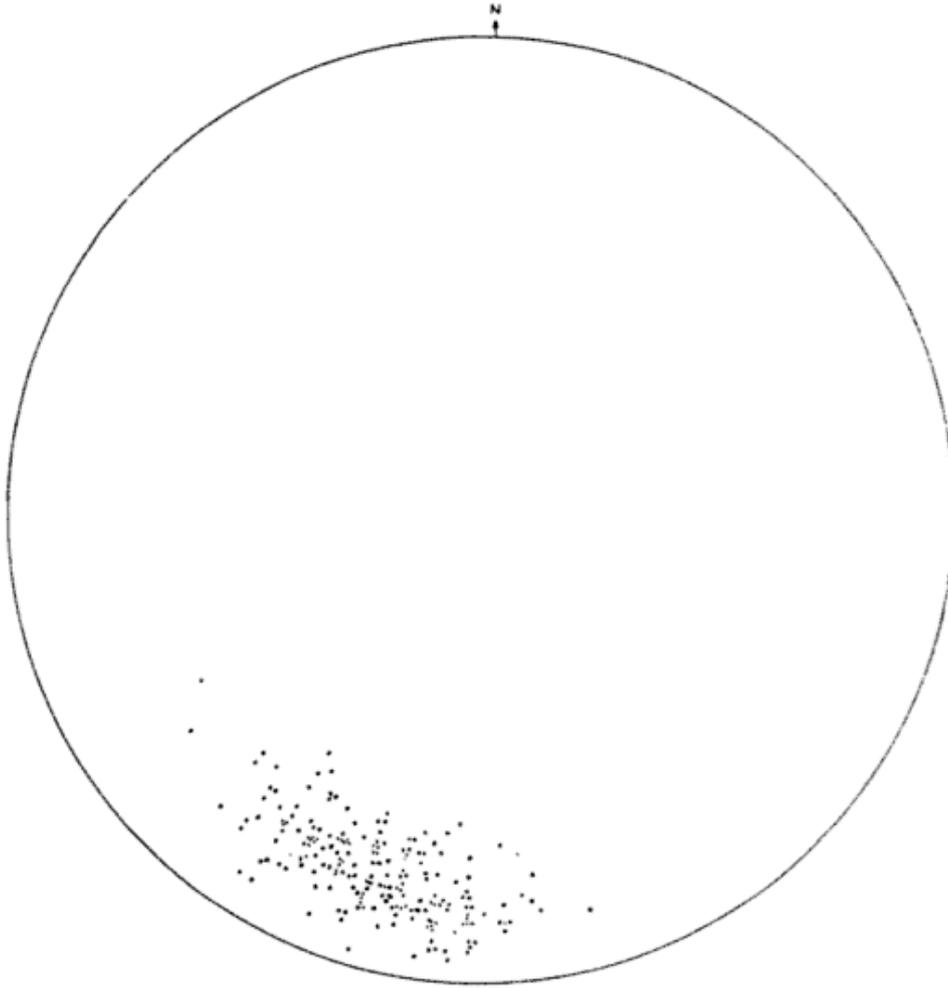


Fig. 4. — Representación estereográfica de 200 ejes X de rodados correspondientes a los afloramientos del Cº San Mario

ESTRUCTURA

La primer referencia a la estructura de la zona del cerro Pan de Azúcar pertenece a Schiller (1930). Rayces (1941), quien realizó un estudio geológico detallado de esta zona, considera que en ella hay dos anticlinales compuestos, en "echelon", volcados al este, cuyos ejes buzan al norte en la parte septentrional y al sur en la meridional, en tanto que en planta describen sendos arcos cóncavos al sudoeste. En el nú-

falla inversa sino del vuelco de los anticlinales hacia el este.

Sin embargo, más al oeste el basamento cristalino del pie occidental del cerro San Mario (fig. 6 A-B) apoya sobre el conglomerado de La Lola como resultado de una falla inversa de alto ángulo, según evidencias de campo y petrofábricas. Asimismo, se disiente con aquel autor cuando afirma que en San Mario los estratos del conglomerado en contacto con el basamento inclinan al oeste pues, según las observaciones del que escribe ellos inclinan al este

(lám. I, fig. 2) si bien la esquistosidad dada por los planos X-Y de los rodados deformados y la mátrix inclina al oeste.

Los estratos de las formaciones La Lola y Mascota están plegados en forma apretada, con sinclinales y anti-

Desde el pie oriental de dicho cerro hasta el cerro del Corral, la erosión ha eliminado la cubierta sedimentaria paleozoica que reaparece al este de la última elevación nombrada. Lo mismo que en San Mario, el contacto entre basamento y conglomerado de La Lola está seña-

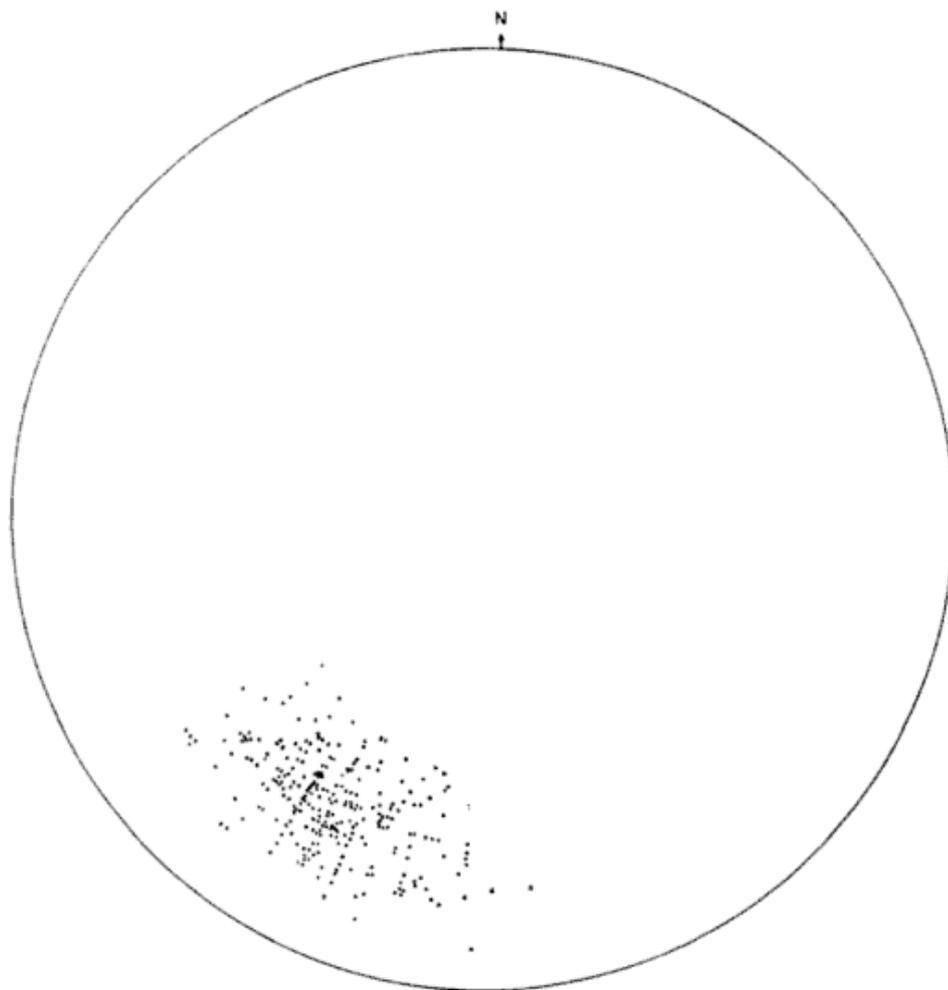


Fig. 5. — Proyección estereográfica de 200 ejes X de rodados pertenecientes a la faja de afloramientos del C° del Corral

clinales cuyos ejes distan entre sí 70 a 100 metros, especialmente al oeste de El Portezuelo (fig. 6, CD). En esta localidad hay una pequeña falla inversa (141/40 W) y se ha formado una brecha tectónica.

Desde El Portezuelo hacia el este los estratos comienzan a elevarse gradualmente y el plegamiento es más abierto (fig. 6, EF). En el cerro Pan de Azúcar la Formación La Lola apoya en discordancia sobre el basamento cristalino.

lado por una falla inversa de rumbo aproximado norte-sur e inclinación 60° a 70° al oeste. El plegamiento retoma su carácter apretado; mas a diferencia de San Mario tanto las capas normales como las invertidas inclinan al oeste.

En el cerro del Hueco existe una zona de deformación (mapa) de rumbo WSW-ENE, que ha producido una intensa fracturación de las cuarcitas de Mascota, la variación del rumbo de los ejes de pliegues y la interrupción de

la faja de conglomerados que "choca" contra la ladera norte del cerro del Hueco.

En el área de estudio la esquistosidad es paralela al plano axial de los pliegues, tiene un rumbo general noroeste e inclina al sudoeste (fig. 1). La inclinación varía por la refracción de la esquistosidad según el grado de competencia de la roca. En el conglomerado la inclinación de la esquistosidad es menor que en las cuarcitas de Mascota y la de éstas, a su vez, es menor que la de las rocas más competentes del basamento cristalino.

Las diaclasas (fig. 7) están orientadas paralelas a un eje aproximadamente vertical. Al representar por separado las diaclasas de cada formación, se encuentran las siguientes orientaciones preferenciales (los pares de cifras indican, respectivamente, rumbo e inclinación):

Mascota	25/82 E	103/82 N	60/78 SE
La Lola	20/80 E	100/85 S	65/80 SE
Basamento..	30/80 E	96/80 N	

Las planos 1 y 2 (fig. 7) corresponden a diaclasas diagonales, mientras que el plano 3 es transversal y subnormal a los ejes de los pliegues. Desde el punto de vista genético, los planos 1 y 2 podrían ser diaclasas de sisa conjugadas, cuyo ángulo de 76° es bisectado por el esfuerzo dirigido desde el sudoeste. El ángulo es un poco mayor que el de 60° generalmente aceptado (Billings, 1956) aunque en algunos casos dicho ángulo puede fluctuar entre 15° y 90° (de Sitter, 1956). El plano 3 correspondería a diaclasas de tensión, resultando de una ligera elongación paralela a los ejes de los pliegues; se desarrollarían en la última etapa de la deformación afectando únicamente a las rocas de la cubierta sedimentaria.

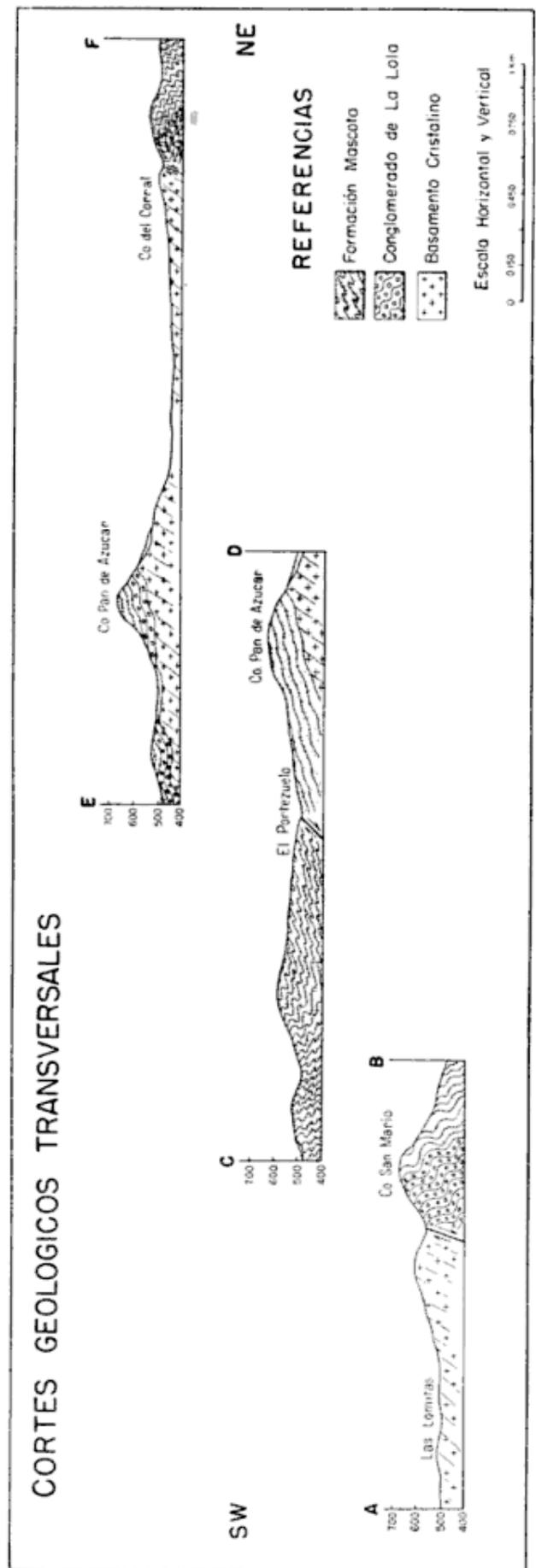


Figura 6

PETROFABRICA DEL CONGLOMERADO
DE LA LOLA

1. MESOFÁBRICA

a) Ejes de fábrica mesoscópica.

De acuerdo con las normas corrientes para la elección de los ejes de fábrica

cada por los ejes X de los rodados, está contenida en el plano de esquistosidad mientras que la concentración máxima de ejes de pliegue e intersección de superficies S cae aproximadamente a 80° de la lineación, en el mismo plano. Si bien es cierto que la lineación es considerada por numerosos au-

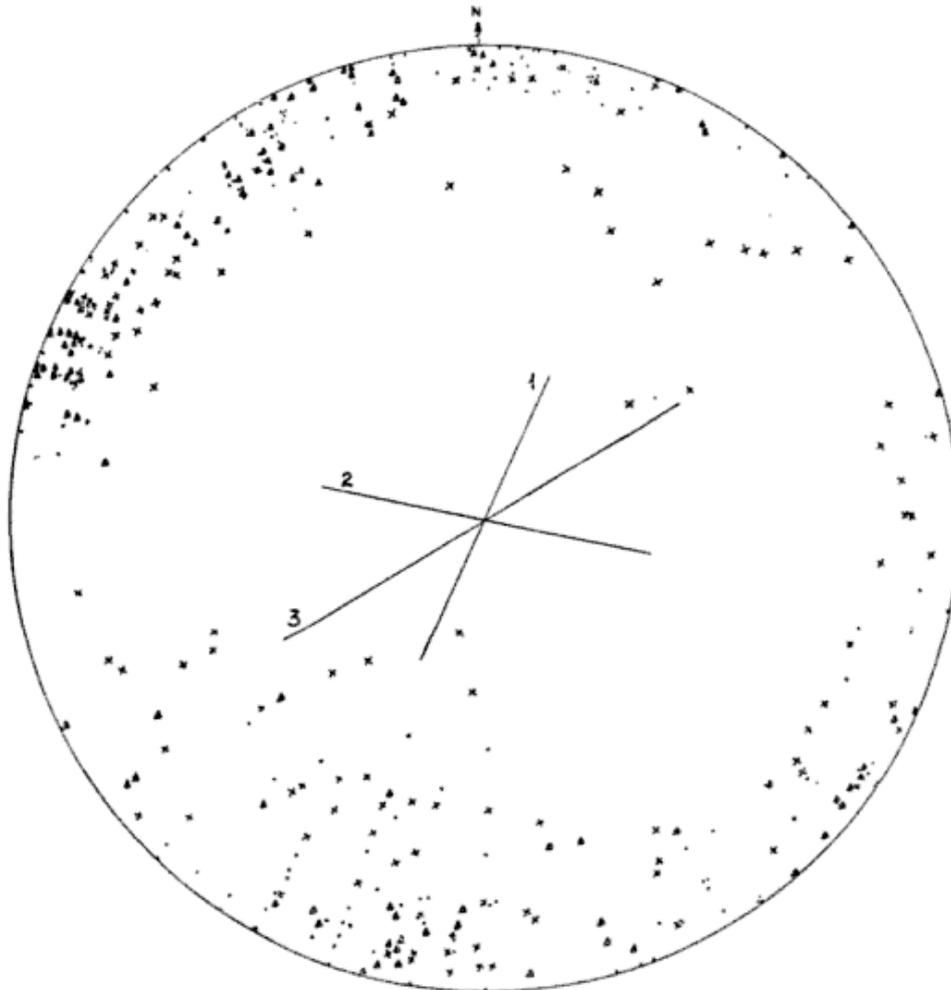


Fig. 7. — Representación estereográfica de 376 polos de diaclasas proyectados sobre el hemisferio inferior: Δ , cuarcitas de Mascota; ., conglomerado de La Lola; \times , basamento cristalino

se toma como plano *ab* la superficie de esquistosidad más visible. Los ejes de pliegue y la intersección de las superficies de estratificación (S_1) y de esquistosidad (S_2) determinan el eje de fábrica *b*. La lineación del eje mayor de los rodados coincide con *a*. Al superponer en un mismo diagrama (fig. 8) lineación, esquistosidad, ejes de pliegue e intersección de S_1 con S_2 , se encuentra que la lineación mar-

tores como el eje de fábrica *b*, este eje también está determinado por el eje de plegamiento y la intersección de S_1 y S_2 .

En este trabajo se ha tomado como eje *a* de fábrica la lineación que forma el eje mayor de los rodados en San Mario y del Corral, donde la orientación es más fuerte, lineación *a* que también aparece en la Formación Mascota y en el basamento cristalino. A 90° de este

eje (*a*), en el plano *ab* de esquistosidad, se ha fijado la posición del eje de fábrica *b*. Entre éste y el máximo correspondiente a los ejes de pliegue y las intersecciones de superficies *S*, hay sólo 10° de diferencia. Como el número de medidas de ejes X de roda-

b) Dimensión y forma de los rodados

Para el análisis de la mesofábrica del conglomerado se eligieron rodados de cuarcita pues con ello se evita la influencia de la litología. Se midieron los ejes mayor, intermedio y menor de

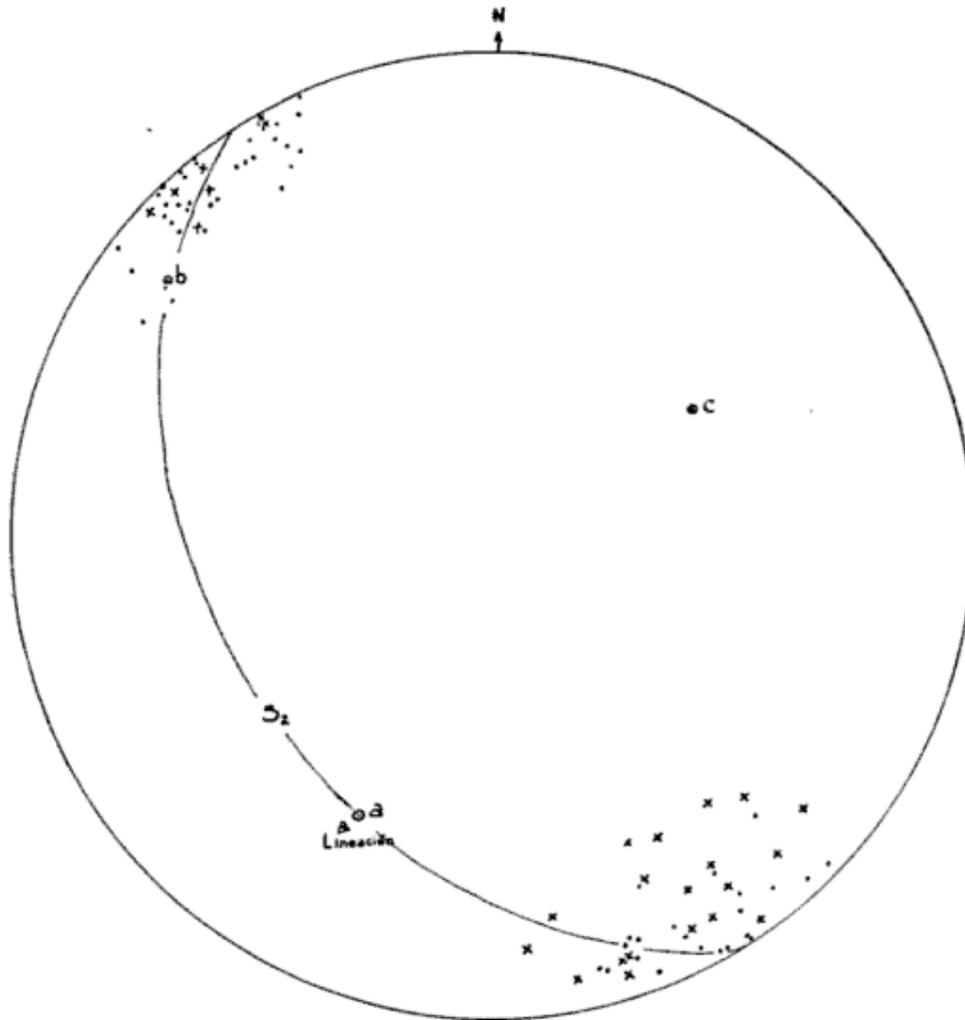


Fig. 8. — Proyección estereográfica de ejes de pliegues e intersección de S_1 con S_2
 ·, $S_1 \times S_2$, 58 medidas ; ×, ejes de pliegues, 26 medidas

dos es mayor que el de ejes de pliegue e intersecciones de S_1 con S_2 , se ha preferido fijar el eje *a* de fábrica con respecto a aquellas medidas y no hacerlo a 90° de un eje *b* determinado por una cantidad menor de mediciones. Los ejes así elegidos son ejes de fábrica mesoscópica. Criterios de simetría, que se expondrán más adelante, aplicados a la subfábrica de la mica confirman esta elección.

los rodados en 11 localidades; en 10 de ellas se midieron 500 rodados, 50 por localidad, y en la restante solamente 10. Además, en 13 localidades se tomaron entre 20 y 100 medidas del rumbo e inclinación del eje mayor de los rodados. La ubicación de las localidades están indicadas en el mapa.

X, Y y Z representan los ejes principales de los rodados, siendo $X > Y > Z$; el volumen de un rodado (elipsoide)

CUADRO I

Dimensión y forma de los rodados del Conglomerado de La Lola. Valores promedio de las relaciones axiales X/Y e Y/Z; de la desviación standard DS; del diámetro d de las esferas equivalentes y de la esfericidad d/X.

Localidad	X/Y	DS _{X/Y}	Y/Z	DS _{Y/Z}	d mm.	d/X
1	1.85	0.5	1.66	0.4	74	0.59
2	1.70	0.4	1.72	0.5	76	0.59
3	1.41	0.3	1.62	0.4	68	0.68
4	1.58	0.4	1.56	0.3	67	0.63
5	1.86	0.6	1.99	0.5	70	0.53
6	1.76	0.4	1.92	0.6	70	0.56
7	1.98	0.5	1.73	0.4	60	0.53
8	1.74	0.4	1.83	0.6	62	0.57
9	1.83	0.4	2.00	0.5	66	0.54
10	1.86	0.5	1.90	0.6	61	0.55
11	1.55	0.3	1.42	0.3	72	0.67

Localidades 1 y 2, cerro San Mario; 3, 4 y 11, cerro Pan de Azúcar y 5 a 10, cerro del Corral.

está dado por la fórmula $\frac{1}{6} \pi XYZ$. Para estimar el grado de deformación pueden compararse los rodados con esferas de volumen igual al del rodado; el diámetro de la esfera es $d = \sqrt[3]{XYZ}$. Además, se comparan los rodados con uno ideal construido con las medidas de 50 rodados que se supone han sufrido mínima deformación, elegidos sin discriminación de localidad.

El cuadro I muestra los valores de X/Y e Y/Z de cada localidad y su correspondiente desviación standard; el diámetro d calculado a base de la media aritmética de los valores de los ejes de los rodados, y la esfericidad.

El cuadro II muestra el grado de deformación medio en cada localidad, expresado por las diferencias porcentuales de las relaciones axiales X/Y e Y/Z respecto de un rodado esférico (X/Y = Y/Z = 1) y respecto de un elipsoide (X/Y = 1.27 e Y/Z = 1.34) calculado con los ejes de 50 rodados que más se aproximan a la forma esférica.

CUADRO II

Porcentaje de aumento de las razones promedio X/Y e Y/Z respecto: a), de un rodado esférico y b), de un elipsoide con X/Y = 1,27 e Y/Z = 1,34.

Localidad	a)		b)	
	X/Y %	Y/Z %	X/Y %	Y/Z %
1	85	66	46	23
2	70	72	34	28
3	41	62	11	20
4	58	56	24	16
5	86	99	46	48
6	76	92	39	43
7	98	73	55	29
8	74	83	38	36
9	83	100	44	49
10	86	90	46	41
14	55	42	14	6

La figura 9 permite comparar los rodados deformados con un rodado esférico ($X/Y = Y/Z = 1$) y con rodados que no han sufrido deformación del eje intermedio Y (la línea $Y = d$ corresponde a una deformación biaxial sin cambio de volumen); así, se puede establecer que la deformación de los

rodados —expresada por las relaciones axiales— de las localidades 3, 4 y 11 del cerro Pan de Azúcar, es menor que en las restantes (ver lám. II, figs. 1 y 2). Además, en la mayoría de las localidades se observa que el eje Y promedio es mayor que d .

La figura 10 se ha realizado con los valores individuales de las relaciones axiales de 150 rodados de las localidades 1, 3 y 1. Se escogieron estas localidades porque cualitativamente parecían tener un grado de deformación diferente entre sí y porque el contacto basamento-conglomerado en la localidad 3 es normal e inverso en las otras dos. En esta figura se ve que hay una gran dispersión de los puntos que representan a los rodados respecto de la línea $Y = d$ y que el número de rodados cuyo eje intermedio Y es mayor que d , es ligeramente más elevado que el de aquellos en que Y es menor que d . La comparación de ambas figuras muestra

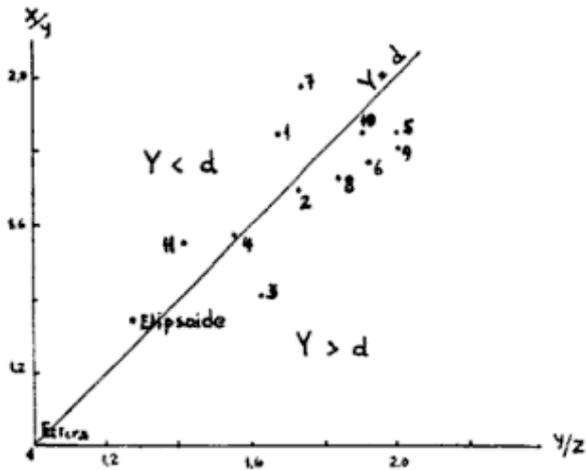


Fig. 9. — Valores promedio para 11 localidades de las relaciones X/Y e Y/Z . Datos basados en el cuadro I.

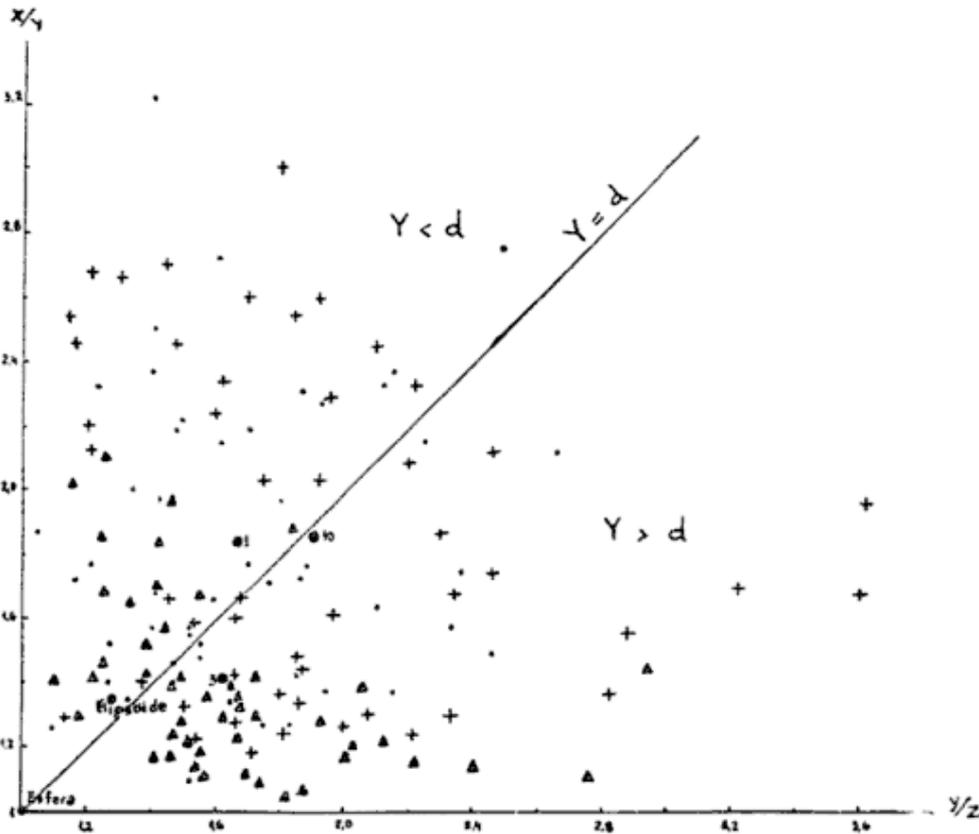


Fig. 10. — Valores individuales de las relaciones axiales X/Y e Y/Z de 150 rodados de las localidades 1, 3 y 10: \cdot , loc. 1; Δ , loc. 3; $+$, loc. 10; \bullet , valor promedio de dichas relaciones axiales en las mismas localidades.

asimismo que las relaciones axiales individuales de los rodados tienen mayor dispersión que las relaciones promedio.

c) *Orientación de los rodados*

Existen dos orientaciones preferenciales del eje mayor de los rodados. Una de ellas es característica del cerro Pan de Azúcar (fig. 3); la otra de los cerros San Mario y del Corral (figs. 4 y 5). En la primer localidad, el eje X se distribuye en los cuadrantes noroeste-sudeste, buzando al norte o sur, y es aproximadamente paralelo al eje de plegamiento. En las últimas dos localidades, el eje mayor X está orientado en dirección noreste-sudoeste, buzando al sudoeste.

La desviación standard del azimut del eje mayor de los rodados da una medida de su alineamiento. Cuanto mayor es el valor de la dispersión, medida en desviación standard, menor será la orientación preferencial de los ejes. Los valores de la desviación standard co-

rrespondientes al cerro Pan de Azúcar son más altos que los del cerro del Corral (cuadro III), es decir que en la zona de menor deformación la orientación de los rodados es más débil.

La correlación de la desviación standard con la relación axial X/Y, o sea entre la orientación y el alargamiento, no es muy clara. Se debería esperar una disminución del valor X/Y y un correspondiente aumento de la desviación standard —o dicho de otro modo una disminución de la orientación— pero esto no ocurre de manera sistemática (cuadro III). Tampoco hay una relación clara entre la desviación standard y la razón Y/Z.

II. MICROFÁBRICA

a) *Microfábrica de los rodados deformados*

En los cerros San Mario y del Corral, los ejes principales de los rodados son equiparables a los ejes de fá-

CUADRO III

Desviación standard del azimut y buzamiento de los ejes X de los rodados en los cerros Pan de Azúcar y del Corral. DS, desviación standard; N, número de medidas realizadas

Azimutes											
Pan de Azúcar. Buzamiento al :							del Corral. Buzamiento al :				
Localidad	NW			SE			Localidad	SW			
	DS	N	X/Y	Y/Z	DS	N		DS	N	X/Y	Y/Z
3.....	13.3	24	1.41	1.62	13.8	22	5.....	10.9	49	1.86	1.99
4.....	8.2	5	1.58	1.56	13.4	45	6.....	11.3	50	1.76	1.92
11.....	14.4	25	1.55	1.42	11.7	29	10.....	11.6	50	1.86	1.90
12.....	15.4	21	—	—	14.2	21	13.....	11.2	48	—	—
Buzamientos											
3.....	10.1	24			5.8	22	5.....	7.3	49		
4.....	3.9	5			9.8	45	6.....	8.2	50		
11.....	7.5	25			4.6	29	10.....	6.3	50		
12.....	11.9	21			8.4	21	13.....	8.9	48		

CUADRO IV
Características más destacadas de la fábrica de los rodados

Diagrama	$G_1 \wedge G_2$	$G_1 \wedge ac$	Tipo de anillo	Tipo de diagrama	Localidad	Rumbo e inclinación de los anillos	
						G_1	G_2
1	86	24	(XOZ)	NS	PA	50/52 SE	118/58 NE
2	89	30	(XOZ)	NS	PA	52/46 SE	116/64 NE
3	80	39	(XOZ)	NS	PA	30/68 NO	100/70 S
	70	33	(XOZ)	NS	PA	37/72 NO	92/62 S
4		$G_1 \wedge bc$					
		10	YZ	S. mier.	d.C	116/70 N	
		10	YZ	S. mier.	d.C	126/66 N	
5		22	YZ	NS	d.C	124/70 NE	
		15	YZ	NS	d.C	112/78 NE	
6	50	13	(XOZ)	NS	d.C	128/60 NE	128/10 NE
7	49	16	(XOZ)	NS	d.C	130/58 NE	118/ 9 NE
8	80	48	(XOZ)	NS	SM	96/78 S	60/26 NO
	52	40	(XOZ)	NS	SM	92/88 S	80/42 N
9	50	28	(XOZ)	NS	SM	94/35 N	130/76 NE
	60	23	(XOZ)	NS	SM	70/24 NO	130/76 NE
10		28	YZ	NS	SM	124/84 N	
		22	YZ	NS	SM	114/78 N	

NS, diagrama no selectivo ; S. mier., diagrama selectivo (grauo fino) ; PA, Pan de Azúcar ; d.C, del Corral ; SM, San Mario. Los diagramas correspondientes a un mismo rodado están agrupados por pares ; los no numerados son de diagramas no ilustrados en este trabajo.

brica *a*, *b* y *c*. Las diferencias observables se deben a que los rodados tienen cierta libertad de posición en la superficie de esquistosidad —y por consiguiente la tienen también sus ejes— mientras que los ejes de fábrica se han establecido sobre la base del análisis estadístico de las estructuras. Con excepción del cerro Pan de Azúcar, ya que en esta localidad el eje mayor de los rodados constituye una lineación *b*, en las demás localidades los ejes de los rodados pueden tomarse como ejes *a*, *b*, *c*. propios de la muestra que se considere. En el cuadro IV se indican las características de la fábrica.

1) *Textura de los rodados de cuarcita*: La cuarcita de los rodados deformados tiene textura de mosaico, en partes, milonítica ; el cuarzo se presenta en forma de megaclastos dentro de una masa de cuarzo de grano fino, recristalizada. Los megaclastos tienen forma aplastada, paralela a la de los rodados, y poseen extinción ondulatoria o en bandas, láminas de Boehm y señales de fracturación.

Existe cierta orientación dimensional de los megaclastos de cuarzo (lám. III, fig. 1) : su longitud máxima coincide con la dirección del eje mayor de los

rodados y el diámetro intermedio corresponde al eje Y del rodado.

Las escasas laminillas de mica están dispuestas de manera que el clivaje (001) coincide con el plano XY de los rodados. Ellas suelen adosarse a los bordes de los cristales de cuarzo de mayor tamaño dando la impresión que hubieran sufrido flexión.

2) *Orientación del cuarzo:* Los diagramas de orientación del cuarzo de los rodados del cerro Pan de Azúcar tienen las siguientes características: simetría triclinica, dos débiles anillos que se interceptan en el eje intermedio Y del rodado, con ángulos variables entre 50° y 90°, disposición asimétrica de los anillos en relación a los ejes de fábrica mesoscópica *a, b, c*, y aún menor respecto de los ejes de los rodados. Del par de anillos, G_1 es asimétrico respecto del plano *ac*, con el que forma ángulos que varían de 25° a 40°; cerca de la intersección de los anillos se ubica un máximo (D.1) o un submáximo (D.2 y 3). Los máximos 1 de D.1 y D.2 están contenidos en el plano de estratificación; es posible que ello refleje la influencia de la fábrica inicial.

D.4, 5, 6 y 7 son diagramas de la faja de conglomerados del cerro del Corral donde, como en San Mario, los ejes de fábrica mesoscópica concuerdan, aproximadamente, con los ejes principales de los rodados. Hay anillos no muy marcados y de desarrollo desigual (G_1 de D.4 y 5), o bien un par de anillos que se interceptan en Y en ángulo de alrededor de 50° (D.6 y 7). El anillo G_1 forma con el plano *bc* ángulos variables entre 10° y 22°. Los anillos son más o menos asimétricos respecto de los ejes de fábrica mesoscópica; su simetría es mayor respecto de los ejes principales de los rodados. La simetría de la subfábrica del cuarzo en todos los diagramas es triclinica.

En los rodados del cerro San Mario

la subfábrica del cuarzo tiene simetría triclinica respecto de los ejes de fábrica mesoscópica *a, b, c*; los anillos son casi simétricos respecto de los ejes de los rodados (D.8 y 9). Hay un par de anillos que se interceptan en la cercanía de Y o bien un único anillo próximo al plano YZ del rodado (D.10). Respecto del ángulo entre los anillos, se ha encontrado un valor máximo de 80° (D.8) y un mínimo de 50° (D.9). El máximo 1 de D.8 coincide con el polo del plano de estratificación local; podría expresar la influencia de la fábrica inicial.

3) *Orientación de la mica:* Las laminillas de mica se orientan subparalelamente al plano XY de los rodados. La simetría de la subfábrica de la mica es axial (D.11 y 13) o monoclinica (D.14 y 15). Los máximos, en general, concuerdan con el polo del plano de esquistosidad. La subfábrica de la mica es homogénea.

En el cuadro V se indican las principales relaciones de la subfábrica de la mica con la fábrica mesoscópica.

CUADRO V

Relaciones angulares de los máximos de la subfábrica de la mica con la fábrica mesoscópica.

D.11	Máx. $\wedge Z = 12^\circ$	Máx. $\wedge S_1 = 48^\circ$
D.12	Máx. 1 $\wedge Z = 19^\circ$ 2 $\wedge Z = 10^\circ$	Máx. 1 $\wedge S_1 = 20^\circ$ Máx. 2 $\wedge S_1 = 36^\circ$
D.13	Máx. $\wedge Z = 6^\circ$	Máx. $\wedge S_1 = 34^\circ$
D.14	Máx. 1 $\wedge Z = 16^\circ$ 2 $\wedge Z = 13^\circ$ 3 $\wedge Z = 36^\circ$	Máx. 1 $\wedge S_1 = 22^\circ$ 2 $\wedge S_1 = 26^\circ$ 3 $\wedge S_1 = 38^\circ$
D.15	Máx. 1 $\wedge Z = 2^\circ$ 2 $\wedge Z = 14^\circ$	Máx. 1 $\wedge S_1 = 54^\circ$ 2 $\wedge S_1 = 42^\circ$

Z, eje Z del rodado; S_1 , plano de estratificación.

EXPLICACION DE LOS DIAGRAMAS

dQ : diagrama de cuarzo
dM : diagrama de mica

N : número de mediciones
S : diagrama selectivo
NS : diagrama no selectivo

Rodados				Mátrix			
Tipo de diagrama	Número de diagrama		N	Tipo y número de diagrama	N		
	$\perp x$	$\perp y$					
dQ	1	2	300 NS	200 NS	dQ 16	200	NS
dQ		3		200 NS	dM 17	100	
dQ	4		200 S		dM 18	100	
dM		14	100		dM 19	100	
dQ		5		200 NS	Basamento		
dM		11		100			
dQ	6	7	200 NS	200 NS	dQ 20	300	NS
dQ		8		200 NS	dQ 21	60	S
dM	12	13	100	100	dQ 22	73	S
dQ		9	200 NS		dQ 23	200	NS
dQ		10		200 NS	dM 24	100	
		15		100	dM 25	100	

Intervalos de las curvas de densidad de los diagramas en porciento

Porciento	Nº de diagrama
CUARZO :	
1-2-3-4.....	4, 20, 23
1-2-3-4-5.....	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 16
1-2-3-4-5-6-7.....	1, 10
(1-2-3)-(4-7)-(8-14)-(15-22)-25.....	21
(1-2)-3-(4-5)-6-(7-9)-10.....	22
MICA :	
(1-2-3)-(4-6)-(7-9)-(12-15)-16-20.....	11
1-(2-3)-(4-7)-(8-9)-10-(11-13)-14.....	12
1-(2-4)-(5-7)-(9-12)-(13-16)-17.....	13
(1-2-3)-(4-6)-14.....	14
1-(2-4)-(5-7)-(8-10)-(11-13)-16.....	15
(1-2)】(3-4)-(5-6)-(7-8)-(9-11)-12.....	17
1-(2-3)-(4-5)-(6-7)-(8-9)-11.....	18
(1-3)-(4-6)-(7-9)-(10-12)-(13-15)-(16-19)-20-21.....	19
(1-3)-(4-6)-(7-9)-(10-12)-(13-15)-16.....	24
(1-3)-(4-6)-(7-9)-(10-12)-14.....	25



D. 1



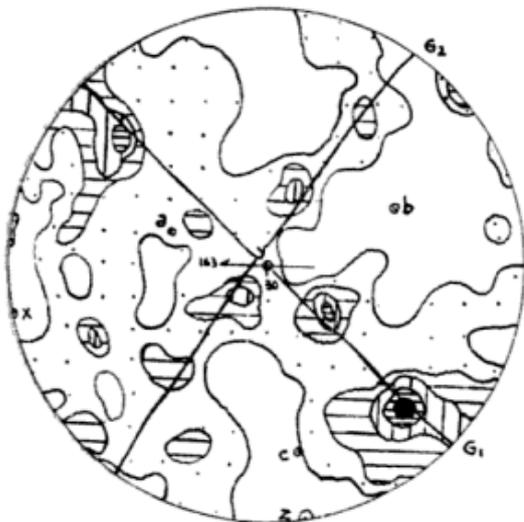
D. 4



D. 2



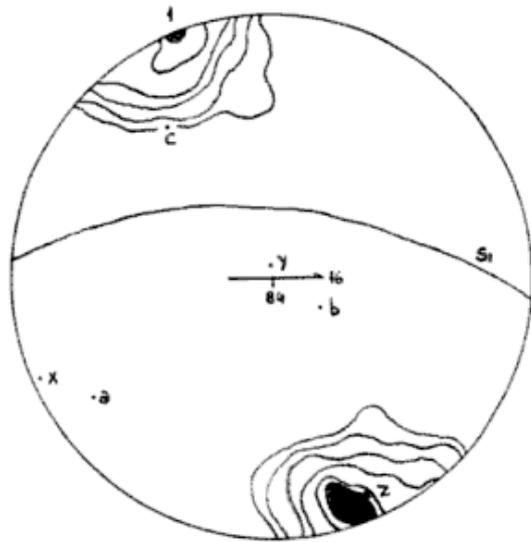
D. 5



D. 3



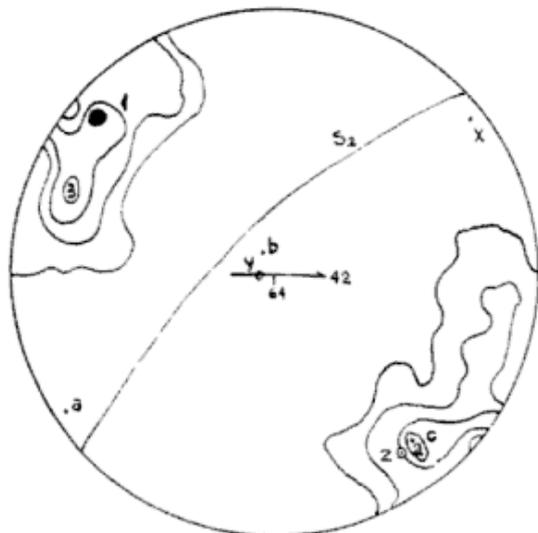
D. 6



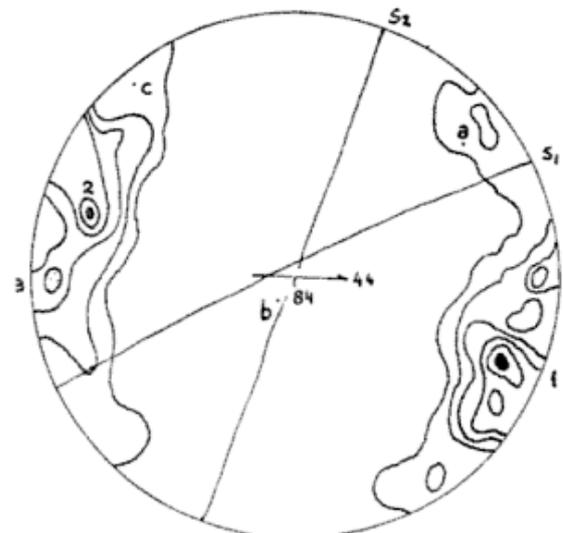
D. 13



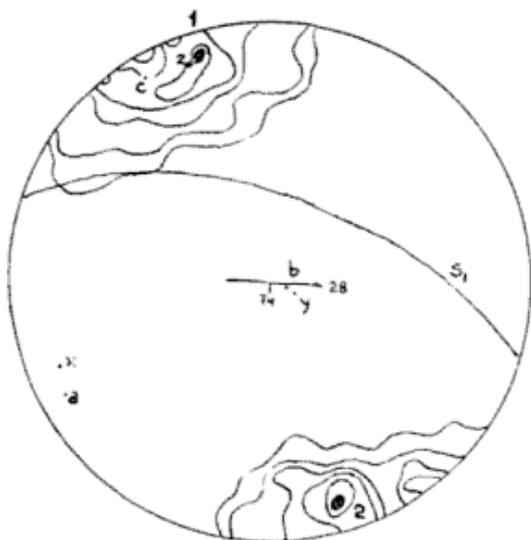
D. 16



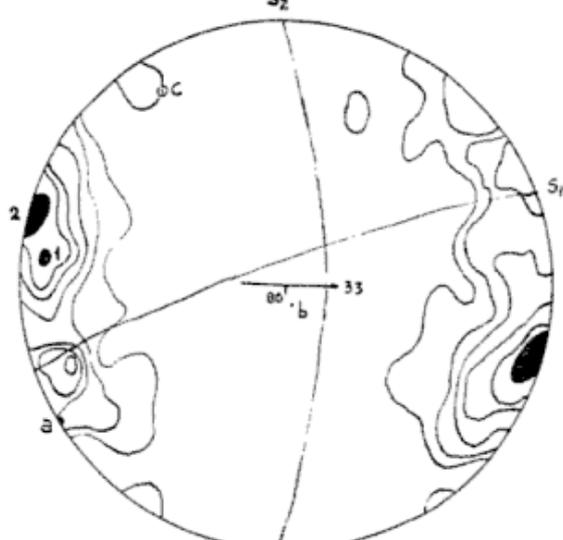
D. 14



D. 17



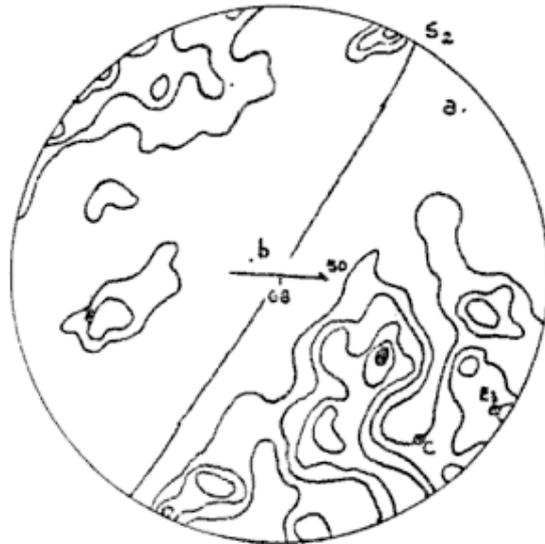
D. 15



D. 18



D. 19



D. 22



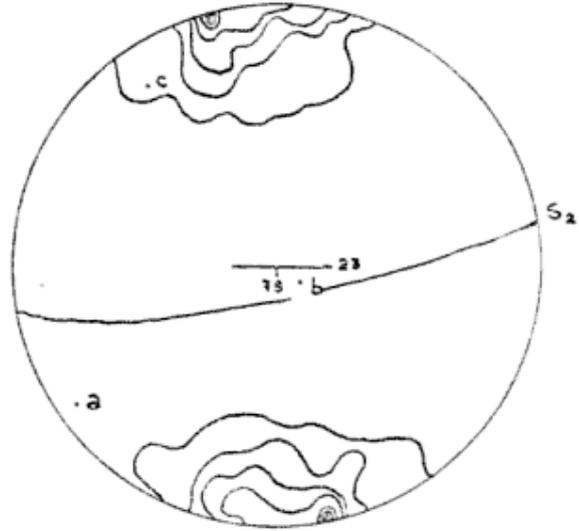
D. 20



D. 23



D. 21



D. 24

b) *Microfábrica de la matriz del conglomerado*

En los diagramas preparados para la matriz del conglomerado de La Lola, en general no existe orientación preferencial significativa de la subfábrica del cuarzo, excepto, quizá, en D.16 que tiene dos anillos de los cuales G_1 tiene rumbo E-W e inclina 40° al N; este anillo forma con el plano *bc* de fábrica mesoscópica un ángulo de 20° . La simetría es triclinica y el ángulo formado entre ambos anillos es de 70° ; el anillo G_2 es menos consistente.

Los máximos de la subfábrica de la mica concuerdan bien con el polo del plano de esquistosidad local, el que puede o no coincidir con el plano *ab* de la fábrica mesoscópica. Algunos submáximos pueden distribuirse más o menos simétricamente respecto del máximo, como en D.17. La simetría es monoclinica (D.17 y 18) o axial (D.19) si bien en el último diagrama se insinúa una simetría monoclinica. En D.17 y 18 hay un anillo incompleto cuyo eje es *b* y el plano de simetría aproximadamente coincide con *ac*.

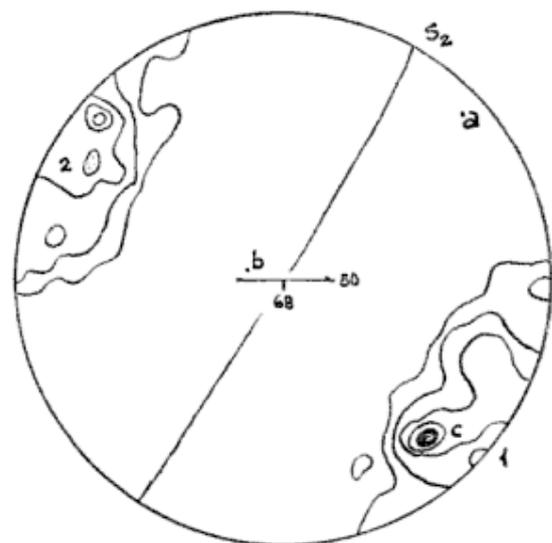
PETROFABRICA DEL BASAMENTO CRISTALINO

En las rocas del basamento cristalino se ha encontrado que la microfábrica en Las Lomitas difiere de la del cerro Pan de Azúcar. En esta localidad la subfábrica del cuarzo es heterogénea, la simetría es triclinica y la dispersión de los ejes ópticos del cuarzo es manifiesta (D.20). En diagramas parciales preparados de porfiroclastos con "colas" cuarzosas (lám. III, fig. 2) no existe homogeneidad en porfiroclastos de una misma folia, entre las folias vecinas ni entre porfiroclastos aislados. Puede haber superposición entre ejes ópticos de porfiroclastos (E_2 , E_3), y máximos de "colas" (D.21) o divergen-

cia (D.22); la posición de los máximos de los porfiroclastos y sus "colas" de cuarzo, pertenecientes a una misma folia, puede indicar una orientación preferencial que, sin embargo, no se repite en folias vecinas.

En Las Lomitas, en las proximidades del cerro San Mario, la subfábrica del cuarzo tiene máximos débilmente homogéneos; en efecto hay diferencia de 20° entre máximos y submáximos de baja densidad (3%) pertenecientes a secciones normales entre sí de una misma muestra (D.23, máximo 1) que, siguiendo el criterio de Ingerson (1936), pueden considerarse homogéneos. El anillo G_1 de D.23 es también homogéneo, tiene rumbo este-oeste y es subvertical; dicho anillo coincide aproximadamente con uno de los anillos que se presentan en los rodados del conglomerado.

En lo que concierne a la subfábrica de la mica, tanto en Pan de Azúcar como en San Mario y del Corral, las láminas de clivaje (001) son subparalelas a la esquistosidad S_2 ; la simetría es axial (D.24) o ligeramente monoclinica (D.25), en cuyo caso el plano *ac* de fábrica mesoscópica es casi paralelo al plano de simetría.



D. 25

DISCUSION

I. TRABAJOS ANTERIORES

Strand (1944) estudió un conglomerado deformado en Bygdin, Noruega, situado en la zona de influencia de una falla inversa. El plano principal XY de sus rodados de cuarcita es paralelo a la esquistosidad; el eje de fábrica *a* coincide con la dirección de estiramiento de los rodados y de movimiento de la fractura. Los ejes de plegamiento son también paralelos al eje *a*. La relación media entre los ejes X, Y y Z es 5.8 : 1.8 : 1; excepcionalmente puede llegar a ser de 80 : 1.5 : 1. Las subfábricas del cuarzo y de la mica se caracterizan por llevar anillos *bc* (YZ); los máximos del cuarzo, inclinados 30° respecto del plano *ab*, son del tipo III y VIII. La fábrica es independiente de los planos S y tiene, en general, una posición constante, excepto en las rocas próximas a la falla en las que existe un anillo ubicado a 90° de los anteriores, paralelo a la falla. Strand estima que la elongación de los rodados, los ejes de pliegues y los ejes de los anillos —todos coincidentes con el eje de fábrica *a*— son el resultado de un único acto de deformación que produjo también la falla inversa. La forma y posición de los rodados resultan de una deformación en que actúa un juego simple de planos de sisa, en los que se produce el deslizamiento. En cambio el plegamiento de las capas y los anillos de la fábrica se habrían producido por acción de esfuerzos sisantes que actúan por lo menos sobre dos planos de sisa perpendiculares, cuyo eje común coincide con el del anillo.

Elwell (1955) describe bloques deformados de una localidad de Irlanda, cuya dirección de alargamiento coincide con los ejes de plegamiento, es decir con el eje de fábrica *b*. La subfábrica del cuarzo presenta anillos *ac*, cuyo eje (*b*) es la dirección de estiramiento

de los rodados. La lineación de la mátrix también es *b*. Elwell considera que los rodados se deformaron por “rolling” y por sisamiento aunque sostiene que el primero es más importante en la elongación de los rodados mientras que el segundo es posterior respecto del plegamiento y sus movimientos actuaron en dirección paralela al eje *b*.

Brace (1955) presenta un cuadro más complejo en el conglomerado de Rutland, Central Vermont. Los rodados yacen con su plano XY paralelo a la estratificación la que coincide, a su vez, con la esquistosidad; el eje mayor de los rodados, que determina el eje de fábrica *a*, forma un ángulo de 60° con el eje de plegamiento (*b*). La relación de aplastamiento X : Z varía de 6 : 1 a 10 : 1 con un valor máximo de 20 : 1. Los granos de cuarzo en los rodados deformados están estirados paralelamente al eje X y algo según el Y. La mica tiene sus planos (001) subnormales al eje mayor de los rodados, formando anillos incompletos paralelos al plano YZ (*b'c*). El cuarzo forma un par de anillos que se intersectan en el eje intermedio de los rodados, con máximos del tipo II, IV y VIII. Dichos anillos son casi simétricos respecto del plano *ab'* formando entre sí un ángulo promedio de $55 \pm 15^\circ$. La fábrica de la mátrix tiene un mayor dispersión de los ejes ópticos del cuarzo, con débiles anillos (*ho'1*) y anillos *b'c* mejor desarrollados.

Flinn (1956) encuentra en el conglomerado de Funzie, Shetland, rodados cuyo eje mayor X es paralelo al eje de fábrica *a*, mientras que el intermedio Y y el menor Z coinciden con *b* y *c*, respectivamente. Los granos de cuarzo de los rodados de cuarcita y de la mátrix tienen forma elipsoidal similar a la de los rodados. En éstos el cuarzo forma anillos que aproximadamente corresponden al plano YZ. En la mátrix, en cambio, no hay orientación preferencial. Para Flinn, la forma de los ro-

dados es debida a compresión en el plano YZ y elongación en X; en rodados con forma de elipsoides oblados (quartz-cake) hay aplastamiento en el plano XY. Este autor rechaza la participación de mecanismos de deformación del tipo sisa rotacional (simple shear) o sisa irrotacional (pure shear) en la producción de anillos y forma de los rodados; no encuentra un mecanismo que explique satisfactoriamente la fábrica micro y mesoscópica, si bien admite que los anillos de cuarzo de los rodados se originaron cuando éstos estaban siendo deformados.

II. ORIENTACIÓN Y FORMA DE LOS RODADOS

La orientación de los rodados podría ser primaria. Krumbein (1939) refiere rodados de playa que tienen su eje mayor alineado paralelamente a la línea de costa. Sin embargo, en el área que se estudia en el presente trabajo, las características de la fábrica interna de los rodados y de la mátrix permitirían descartar la posibilidad de un origen primario. En efecto, si la fábrica de los rodados hubiera sido el resultado de una deformación anterior a su deposición, no habría que esperar ninguna semejanza con la fábrica de la mátrix del conglomerado (p. ej. D.17 y D.19) ni relación con la mesoestructura.

En el cerro Pan de Azúcar, donde la orientación del eje mayor de los rodados es paralela al eje de plegamiento, hay elongación de elementos de fábrica en la dirección del eje *b*. Este tipo de elongación, según Cloos (1946, pág. 27, fig. 7) es posible en áreas arqueadas, como consecuencia de movimientos divergentes que producen un estiramiento de rodados u ooides perpendicularmente a la dirección de movimiento, con lo cual se ve favorecida la formación de una lineación *b*. En los cordones noroccidentales de las Sierras Australes, que describen amplios ar-

cos, cóncavos al sudoeste, podría esperarse un fenómeno análogo de estiramiento según el eje *b*.

Es difícil evaluar en qué medida la forma final de los rodados se relaciona con la forma inicial porque en la zona no hay rodados, que se conozca a ciencia cierta, que hayan escapado a la distorsión tectónica. Hay cierta homogeneidad de formas, predominan las elipsoidales con grado de alargamiento variable, por lo que se podría considerar que la forma original de los rodados no ha influido sobre la final, pues si así fuera habría que esperar mayor heterogeneidad en las formas finales.

Hay propuestas varias hipótesis para explicar la forma elipsoidal de los rodados así como su orientación respecto de la superficie de esquistosidad.

Sisa rotacional (simple shear): deslizamiento sobre un juego simple de planos de sisa, inclinados con respecto al plano XY del rodado, produciría, por deformación puramente mecánica, un rodado elipsoidal con ejes $X > Y > Z$. Para explicar el paralelismo entre el plano principal XY del rodado y la superficie de esquistosidad S_2 , los partidarios de la hipótesis de la esquistosidad oblicua deben recurrir a una rotación del rodado (Oftedahl, 1948). Sin embargo, en los ejemplos conocidos no hay señales de ninguna rotación en la mátrix de conglomerados portadores de rodados deformados y dicha rotación naturalmente no puede ser selectiva. Si este mecanismo de deformación fuera posible sin necesidad de postular una rotación posterior del rodado, para que el plano XY coincidiera con la superficie de sisa (esquistosidad) entonces el grado de estiramiento llegaría a ser infinito; cuanto mayor el grado de deformación menor sería el ángulo que el plano XY forma con el plano de sisa.

Aplastamiento (flattening): sisa sobre dos juegos de planos conjugados, inclinados simétricamente respecto del plano XY, que se cortan en Y y que ro-

tan paulatinamente a medida que progresa la deformación, también ha sido invocada como mecanismo de deformación (por ejemplo, Brace, 1955). González Bonorino (1958) descarta la rotación de planos de sisa pues los planos conjugados no cambian de posición a menos que cambie la posición de la fuerza compresiva.

Queda por considerar la hipótesis de la esquistosidad normal según la cual la deformación plástica en las rocas resulta de movimientos sisantes en los dos planos de sisa conjugados, teniendo lugar el flujo o transporte de materia en dirección normal al esfuerzo compresivo y paralela a la resultante de las dos componentes de sisa. Cuando la fuerza compresiva es excéntrica (cupla) la dirección de flujo se halla rotada hacia el plano de sisa dominante, que es el situado más adelante en el mismo sentido de rotación que el producido por la cupla actuante. Así, una fuerza compresiva, o una cupla, puede deformar un rodado de manera que el eje mayor (X) de éste sea paralelo a la dirección de flujo, el eje intermedio (Y) coincida con la línea de intersección de los dos planos de sisa y el menor (Z) sea normal a los otros dos. Este mecanismo explicaría la forma y orientación de los rodados en los cerros San Mario y del Corral. En estas localidades, incluso se observan en los rodados planos de fractura oblicuos al eje X (y paralelos al Y) con el que forman un ángulo de 36°-40°. Estas fracturas corresponden a uno de los planos de sisa y su presencia en los rodados únicamente, obedece a la diferencia de comportamiento entre la mátrix —más plástica— y el rodado —más frágil— ya que si ambos tuvieran la misma rigidez las fracturas afectarían tanto mátrix como rodados.

III. INTENSIDAD DE LA DEFORMACIÓN

Diversos autores han hecho cómputos del grado de deformación en distintas

regiones y circunstancias geológicas, por lo que es posible compararlos con los obtenidos en este trabajo.

La relación axial X : Y : Z en el área de Bygdin (Strand, 1944, p. 19) tiene un valor medio de 6 : 2 : 1. En casos extremos los valores son tan altos como 80 : 1.5 : 1. El valor de Y : Z que da Kvale (1945, p. 194) varía entre 5 : 1 y 15 : 1; para la relación X : Y este autor menciona valores que oscilan entre 10 : 1 y 20 : 1. Kvale encontró, además, rodados cuyos ejes principales miden 100, 3 y 1 centímetro. A su vez, Cloos (1947, fig. 3) encuentra que la relación X : Z —en oolitas— llega al valor 7 : 1; y que la deformación del eje intermedio Y llega a sobrepasar ligeramente el 30 % mientras que en X alcanza al 100 %. Brace (1955, p. 132) señala que la razón del eje mayor al menor (X : Z) fluctúa entre 5 y 20; respecto de la relación con la fábrica interna, Brace añade que en los casos en que la relación axial varía de 6 : 1 a 10 : 1 la subfábrica del cuarzo tiene máximos de mayor densidad mientras que en rodados cuya relación X : Z es de 20 : 1 el grado de orientación es menos marcado. Finalmente, Flinn (1956, fig. 4) ha obtenido un valor máximo de la relación X/Y que llega a 2.9 lo que significa que el aumento de esta relación respecto de una esfera de igual volumen que el rodado alcanza al 190 por ciento, siendo el valor mínimo de 1.5, es decir un aumento del 50 %. Para la relación Y/Z, Flinn indica un aumento máximo del 200 % y un mínimo del 30 %.

En la región del Pan de Azúcar se realizaron medidas de los ejes principales de los rodados de 11 localidades (mapa); los valores promedio de la relación X : Y : Z son los siguientes:

Localidad	X	Y	Z
1	2.9	1.6	1
2	2.7	1.6	1
3	2.1	1.5	1
4	2.5	1.5	1
5	3.5	1.8	1
6	3.1	1.2	1
7	3.2	1.6	1
8	3.1	1.8	1
9	3.4	1.9	1
10	2.9	1.8	1
11	2.1	1.4	1

El valor máximo de la relación X : Y : Z es 7.6 : 2.7 : 1 en un rodado de la localidad 9. En cuanto al porcentaje de aumento, respecto de una esfera, de las relaciones axiales X/Y e Y/Z, los valores máximo y mínimo de la primera relación son, respectivamente, 98 y 41 %, mientras que para la segunda son 100 y 42 % (cuadro II). Estos valores revelan que la deformación, en esta zona de las Sierras Australes, no es de gran intensidad.

No hay una correlación directa y clara entre el grado de deformación y la fábrica interna de los rodados. En los trabajos citados anteriormente, con mayor intensidad de la deformación, los rodados poseen anillos colocados en el plano YZ o en su cercanía mientras que en los diagramas de este trabajo aparecen, además, pares de anillos (XOZ). La relación axial X : Y : Z de cada rodado con su correspondiente fábrica, tampoco guarda una neta relación; en cada rodado los valores de las relaciones axiales son:

Diagrama	X	Y	Z
1-2	3.0	1.4	1
3	2.7	1.6	1
4	4.4	2.0	1
5	3.2	1.7	1
6-7	6.0	2.3	1
8	4.3	2.5	1
9	3.9	2.0	1
10	6.6	2.7	1

En D.6 con una relación axial 6.0 : 2.3 : 1 hay dos anillos mientras que en D.10, con una relación axial semejante, hay un anillo bien marcado; en D.2, también con dos anillos de cuarzo, la relación axial es menor.

IV. HOMOGENEIDAD DE FÁBRICA

Para comprobar la homogeneidad de fábrica es usual comparar o relacionar datos del mismo tipo o categoría —por ejemplo, anillos o máximos de cuarzo— que han sido medidos separadamente en partes diferentes del cuerpo o estructura que se estudia. Con respecto a un mineral dado la fábrica es homogénea cuando dos diagramas no selectivos, de dos cortes perpendiculares de la misma muestra, son similares (Ingerson, 1936, p. 179).

En los diagramas de cuarzo de los rodados del conglomerado de La Lola, hay dos anillos que se intersectan en el eje intermedio Y, o bien un único anillo que, aproximadamente, coincide con el plano YZ del rodado. En ambos casos los anillos están presentes en el par de diagramas correspondientes a cada rodado y tienen no sólo igual posición respecto de los ejes principales del rodado sino también igual rumbo e inclinación (cuadro IV) en cada localidad. Los anillos pueden estar más o menos definidos y no tienen concentraciones muy altas por lo cual podría cuestionarse su validez, pero la consistencia de su rumbo e inclinación y de su relación con los ejes de los rodados permite afirmar que son representativos. Con los máximos de cuarzo el cuadro es más complejo; algunos máximos son heterogéneos mientras que otros tienen una homogeneidad relativamente débil. Con máximos de baja densidad (del 3 al 5 %) se toleran diferencias de posición de 15-20° en diagramas preparados con 200 medidas de ejes ópticos (Ingerson, 1936). La fábrica inicial anterior a la deformación pudo haber contribuido a producir estas diferencias pues

aun en rodados de una misma localidad, se presentan máximos en posiciones claramente distintas (D.9 y 10).

En la mátrix del conglomerado los diagramas de cuarzo, excepto D.16, no presentan consistencia en la distribución de los ejes ópticos medidos: es decir, que la subfábrica de cuarzo de la mátrix es heterogénea. La heterogeneidad y carencia de orientación preferencial de subfábricas de cuarzo, ha sido relacionada con la presencia de feldespato y mica. Por ejemplo, Strand (1944, diagramas 20, 21 y 22) cita sparagmitas del área de Bygdin cuya menor orientación preferencial atribuye a fábricas contiguas (*fabric neighbours*) de feldespato y mica. Balk (1952, p. 425) registra en diagramas de arcosas muy feldespáticas anillos *bc* típicos, en contraste con débiles anillos *bc* de arcosas muy micáceas; este autor considera que la mica puede tener mayor influencia que el feldespato en la pérdida de la orientación preferencial significativa del cuarzo. En la mátrix del conglomerado de La Lola, la menor orientación del cuarzo, respecto de los rodados, podría atribuirse a la presencia de feldespato y mica.

V. SIMETRÍA DE FÁBRICA

En tectonitas, según la interpretación de Sander, la simetría de fábrica puede ser correlacionada con la simetría del "plan de movimiento". Esta correlación se hace teniendo en cuenta que cuando ciertas causas producen determinados efectos, los elementos de simetría de las causas pueden ser hallados a su vez en los efectos producidos. Los ejes de fábrica *a*, *b* y *c*, que también son ejes de simetría, son igualados por Sander a los ejes de movimiento o cinemáticos. El eje *a* representa la dirección principal de flujo, transporte o movimiento rectilíneo; el eje *b*, a 90° del primero, es un eje de rotación (*rolling*, *plegamiento*, *turbulencia*); el eje *c* es

normal a los anteriores (Turner y Verhoogen, 1960, p. 628).

Para establecer los elementos de simetría se deben considerar los caracteres principales de los diagramas, tales como anillos bien definidos o fuertes máximos, pues si se tomaran en cuenta todos los detalles los diagramas, por lo general, carecerían de simetría (Paterson y Weiss, 1961). La simetría de la fábrica está dada por los elementos de simetría que son comunes cuando se superponen las simetrías de las subfábricas, desechándose aquellos elementos que no cumplen esta condición.

Al aplicar estos criterios a diagramas de rodados, por ejemplo, la simetría del cuarzo resulta triclinica respecto de los ejes de fábrica mesoscópica *a*, *b* y *c* así como de los ejes principales del rodado. La simetría de la subfábrica de la mica es monoclinica (D.14 y 15) o axial (D.11 y 13). Como la simetría de las subfábricas del cuarzo y mica, en los rodados e igualmente en la mátrix, no coincide, la fábrica es heterotáctica.

Asimismo, consideraciones de simetría confirman la elección de ejes de fábrica mesoscópica; en efecto, en la subfábrica de la mica prevalece la simetría monoclinica (D.14, 15, 17, 18, 25) siendo los planos de simetría de los diagramas aproximadamente paralelos al plano *ac* mesoscópico.

Las fábricas con simetría triclinica han sido interpretadas de manera diversa. Tal simetría puede ser el resultado de deformaciones transversales o cruzadas; o de la superposición de dos deformaciones monoclinicas de distinta edad cuyos ejes de movimiento no coinciden. Weiss (1955, p. 235) sugiere que muchas fábricas triclinicas son producto de deformaciones monoclinicas que actúan sobre fábricas inicialmente estratificadas o foliadas, es decir anisotrópicas, cuya simetría no concuerda con la de los movimientos deformantes.

La fábrica inicial sin duda influye en

el desarrollo de la simetría de la fábrica final; Turner (1957, fig. 5, p. 13) da ejemplos de cilindros de mármol que sometidos a una fuerza compresional normal a la esquistosidad y paralela a los ejes ópticos de los cristales de calcita, adquieren una fábrica de simetría axial similar a la de la deformación producida en el cilindro. Cuando la compresión es paralela a la esquistosidad y perpendicular a los ejes ópticos de la calcita, la simetría de la deformación y de la fábrica resultantes es ortorrómbica; si la compresión no es coaxial las fábricas resultantes son monoclinicas, simetría que es semejante a la de la cupla que produce la deformación.

En los ejemplos dados en este trabajo, es posible aplicar el criterio de Weiss mencionado más arriba. Fuerzas compresivas excéntricas con predominio de uno de los planos de sisamiento a expensas del otro, producirá una deformación monoclinica (González Bonorino, 1958, p. 63) cuya simetría no coincide con la de sedimentitas anisotrópicas (estratificadas). De esta manera, al superponer las simetrías de la fábrica inicial y de la deformación, la fábrica final revela la ausencia de planos de simetría, ausencia que es propia de la simetría triclinica.

VI. MECANISMOS DE DEFORMACIÓN

En diagramas de cuarzo de los rodados de La Lola, hay anillos (XOZ) que se interceptan en el eje intermedio Y (D.3, 7, 8 y 9) así como anillos (YZ) aproximadamente normales al eje mayor X (D.5, 10). Los pares de anillos de cuarzo se interceptan formando un ángulo promedio de $69 \pm 20^\circ$. Los diagramas de mica indican que el clivaje (001) es paralelo o subparalelo al plano XY.

Los anillos cruzados pueden ser el resultado de un único acto de deformación o bien de deformaciones sucesivas

producidas por sistemas de esfuerzos de diferente orientación. En un acto de deformación único puede formarse un par de anillos por "flattening" con deslizamiento sobre planos (hol). El concepto de "flattening" involucra la rotación de los planos conjugados de sise en los que actúa el esfuerzo siseante máximo; según González Bonorino (1960, p. 310) no existe tal rotación por cuanto los planos de sise, determinados por la orientación del esfuerzo, se mantienen esencialmente fijos durante la deformación. En cuanto a la posibilidad de deformaciones transversales sucesivas, en la zona de estudio no hay evidencias que permitan sostenerla. En efecto, los ejes de pliegues, el vuelco de los pliegues al noreste, las diaclasas y las fallas inversas parecen obedecer todos a un sistema de esfuerzos dirigidos desde el sudoeste.

Turner (1948, p. 220) ha señalado criterios en favor de la idea de un único acto de deformación, o bien de dos fases distintas pero coaxiales de una deformación, cuando en una misma provincia tectónica los anillos existen juntos y desarrollados igualmente ya que la uniformidad de la fábrica parece incompatible con anillos producidos por deformaciones sucesivas con ejes cruzados.

Rechazado el mecanismo de "flattening" y la participación de dos deformaciones transversales, se considera que en los cerros San Mario y del Corral las características de la fábrica mesoscópica y microscópica pueden ser explicadas por la hipótesis de la esquistosidad normal (shear-normal flow); en el cerro Pan de Azúcar el probable mecanismo de deformación es diferente.

a) San Mario y del Corral

En los rodados, en las rocas del basamento cristalino y en la matriz del conglomerado de los cerros San Mario y del Corral, la mica se orienta con

(001) paralelo al plano de esquistosidad, como lo postula la hipótesis de la esquistosidad normal. De acuerdo con González Bonorino (1958, p. 57-61 y fig. 8) los minerales dimensionales (mica, entre otros) rotan hasta alcanzar la posición del plano que contiene a la dirección de flujo y que es normal a la fuerza compresiva. La rotación de los minerales es producida por un par de cuplas que actúan a lo largo de los dos planos conjugados de sisamiento, los que están ubicados a 45° de la fuerza compresiva; las láminas del mineral dimensional tienden a rotar hacia los planos donde accionan las cuplas, hasta que se detienen en una posición intermedia entre ambos planos de sisa pues hay una compensación recíproca de las cuplas.

Respecto de los minerales no dimensionales (por ejemplo cuarzo), entre sus granos tienen lugar movimientos diferenciales que, debido a la fricción, producen fenómenos intergranulares como granulación, recristalización y rotación. En los granos hay movimientos intragranulares consistentes en deslizamiento por traslación o maclado; en el cuarzo predominaría el primer tipo de movimiento intragranular. El par de cuplas que actúa a lo largo de los dos planos de sisa conjugados, produce movimientos rotacionales de los individuos; de esta manera cuando un cristal se coloca con sus planos de mínima resistencia sisante —planos de deslizamiento intragranular— paralelos a uno u otro de los planos de sisa, dicho cristal cede si el esfuerzo sisante supera un valor crítico determinado por características de estructura cristalina y por la resistencia friccional entre los granos, quedando así en una posición más o menos estable mientras prosigue la deformación.

No hay acuerdo sobre qué plano o planos reticulares del cuarzo se produce traslación, a tal punto que para Fairbairn (1941, p. 1272) una línea de deslizamiento podría tener más importan-

cia en la traslación que el plano o planos de deslizamiento. Los mecanismos de orientación del cuarzo propuestos por diversos investigadores tienen en cuenta variadas características: fractura de granos en fragmentos elongados y rotación de éstos en alineación paralela; deslizamiento sobre planos reticulares (base, prisma, romboedro) y recristalización bajo "stress" sin fractura ni deslizamiento.

Estudios experimentales relacionados con la orientación del cuarzo en rocas deformadas, realizados por Griggs y Bell (1938) demuestran que el cuarzo sometido a condiciones experimentales de alta temperatura, presión moderada y en presencia de soluciones, se fractura en agujas paralelas al eje óptico del cristal. Las agujas están limitadas por caras paralelas al eje óptico, caras de la zona del prisma, por romboedros $r(1011)$ o $z(0111)$ y el plano basal (0001) . En el modelo de orientación del cuarzo propuesto por Griggs y Bell, el plano de deslizamiento intragranular del cristal es paralelo al plano ab de fábrica que, en la hipótesis de la esquistosidad oblicua, representa un plano de deslizamiento.

En cambio, si se ubican los planos de deslizamiento intragranular del cuarzo paralelos a uno u otro de los planos de sisa que actúan en el "shear-normal flow" y si la dirección de elongación de las agujas es paralela a la dirección de movimiento en dichos planos de sisa, se obtiene el siguiente modelo de orientación del cuarzo (fig. 11):

1. Elongación de la aguja coincidente con el eje c del cristal. Cuando el plano de deslizamiento cristalino es una superficie paralela al eje óptico, éste se ubica en la posición p de la figura 11 si el plano de deslizamiento es NW-SE; o p_1 si es NE-SW.
2. La dirección de elongación de la aguja coincide con $(r:c)$ o $(z:c)$. Si el plano basal (0001) es para-

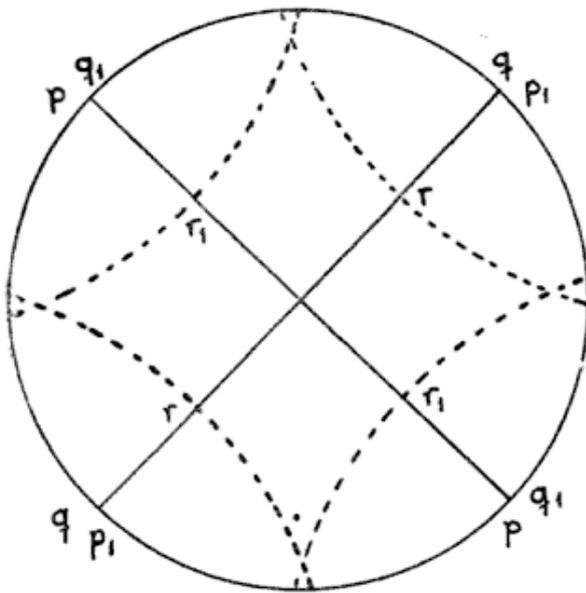


Fig. 11. — Probables posiciones de ejes ópticos de cuarzo adaptadas de la teoría de fracturas de Griggs y Bell. Los diámetros p-p y q-q representan planos de sisa. Ver explicación en el texto.

lelo a la superficie de sisa, cuando aquel ocupa la posición NW-SE los ejes ópticos se ubican en q o en q_1 si es NE-SW.

3. La dirección de elongación coincide con $(r:m)$ o $(z:m)$. Cuando el romboedro r o z es NW-SE los ejes ópticos de cuarzo ocupan la posición r ; r_1 si el romboedro es NE-SW.
4. La dirección de elongación de las agujas coincide con $(r:z)$, $(r:r)$, $(z:z)$ o la traza del eje óptico sobre el romboedro.

Si los romboedros r o z son paralelos a los planos de sisa, los ejes ópticos de los cristales se ubicarían en los pequeños círculos, señalados con trazos cortados, de la figura 11.

Si la línea de deslizamiento no tiene importancia en la traslación, únicamente deslizamientos intragranulares de los tipos 1, 2 y 3 producirían anillos interesantes en b (XOZ). En cambio si la línea de deslizamiento es más importante que los planos de deslizamiento en el mecanismo de traslación, dicha

línea se tendría que distribuir al azar en los planos de sisa, para explicar el desarrollo de anillos (XOZ) según las condiciones 1, 2 y 3.

El desarrollo disimilar de uno de los anillos de cuarzo sería provocado por el predominio de uno de los planos de sisa cuando la fuerza compresiva es excentrica. En los diagramas D.4, 6, 7, 8, 10 y 23, por ejemplo, el anillo G_1 forma con bc (YZ) un ángulo menor que el segundo anillo, cuando éste existe. Una explicación puramente tentativa — como las anteriores, ya que ni los planos ni las direcciones de deslizamiento intragranular del cuarzo se conocen con seguridad — podría señalar que estos anillos estarían situados cerca del plano de sisa menos activo, es decir, aquel en que la componente de sisa es menor (ver González Bonorino, 1960, fig. 2).

b) Pan de Azúcar

En los diagramas de cuarzo de rodados del cerro Pan de Azúcar, en donde los ejes X aproximadamente coinciden con el eje b de fábrica mesoscópica, hay un par de anillos que se cortan en el eje Y, de los cuales el más desarrollado estaría relacionado con el plegamiento. Aunque no se pueda descartar totalmente un origen primario, la fábrica interna dependería de la rotación involucrada en el plegamiento. La falta de homogeneidad de máximos de cuarzo asociados con anillos ha sido interpretada por varios autores como ocasionada por movimientos rotacionales; en este trabajo ello se observa en D. 1, 2, y 3.

Indicios de tales movimientos se presentan en la subfábrica de mica de la mátrix del conglomerado, donde aparecen (D.17, 18) concentraciones de polos de clivaje (001) que definen planos más o menos simétricos respecto del eje b de fábrica. Estos planos — presentes en todas las muestras del cerro Pan

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
ZONA DEL CERRO PAN DE AZÚCAR
MAPA ESTRUCTURAL

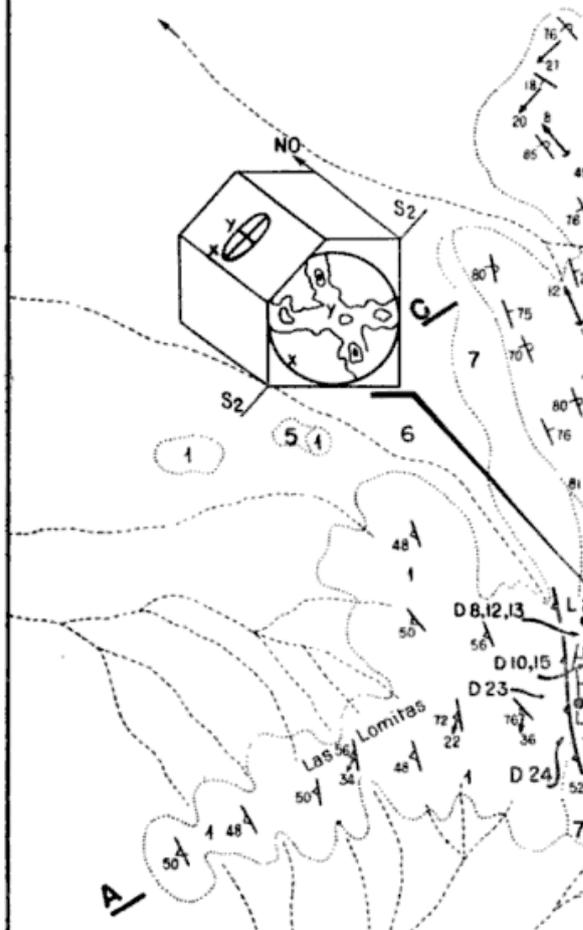


Ea. La Lola

NV NM



N



de Azúcar— se cortan en ángulos variables entre 25° y 40°; indicarían una rotación de planos S alrededor del eje *b* de fábrica (eje de plegamiento), evidenciada también en la formación de anillos de mica paralelos al plano *ac*.

El mecanismo de deformación que podría explicar las características de la fábrica en Pan de Azúcar sería similar al propuesto por Knopf e Ingerson (1938, p. 151 y 156-157), que combina una rotación alrededor del eje *b* y compresión normal a dicho eje; en este mecanismo el estiramiento de material se produce en la dirección del eje *b* en vez de hacerlo en la del eje *a* de fábrica.

VII. DEFORMACIÓN EN EL BASAMENTO CRISTALINO

Los diagramas de rocas del basamento cristalino indican que la fábrica es consistente. La subfábrica de la mica es homogénea (D.24, 25) y la del cuarzo revela débil homogeneidad de máximos y similitud de posición en los anillos de los rodados y del basamento (p. ej. D.23, G₁, de San Mario).

Los diagramas parciales (D.21, 22) corresponden a los ejes ópticos de porfiroclastos y sus "colas" de cuarzo. Los porfiroclastos tienen fuerte extinción ondulada, límites externos imprecisos, microfracturas. Las "colas" de cuarzo, en cambio, están constituidas por individuos más pequeños, poligonales, equidimensionales, carentes de extinción ondulada y de microfracturas, con límites regulares, entre los que suelen ubicarse laminillas de biotita muy pequeñas, características que se atribuyen generalmente a la recrystalización.

La recrystalización puede ser previa, sincrónica o posterior a la deformación. En la recrystalización pretectónica los minerales presentan límites de granos fuertemente distorsionados por flexión, elongación, aplastamiento; en los granos se forman láminas de macla, ban-

das de deformación, líneas de deslizamiento (Griggs *et al.*, 1960, p. 23; Turner *et al.*, 1954, p. 893-897). En los dos tipos restantes de recrystalización coexisten cristales que poseen las características antedichas, con otros libres de ellas. Las muestras del basamento cristalino a las que pertenecen los diagramas que se están analizando, tienen propiedades que excluyen a la recrystalización pretectónica como causa de la fábrica; en efecto, se presentan ambos tipos de cristales.

En experiencias de recrystalización paratectónica realizadas con calcita, cuarzo y mármol se ha observado que la fábrica es homogénea y adquiere un grado muy alto de orientación preferencial. En este trabajo si bien los diagramas parciales (D.21, 22) indican fuerte orientación del cuarzo, la posición de los máximos no concuerda cuando los diagramas se superponen. Además, diagramas no selectivos (D.20) revelan falta de homogeneidad y de orientación. Por todo ello, la recrystalización paratectónica debería ser descartada.

El proceso que podría dar origen a las características que tiene la fábrica en el basamento cristalino, queda restringido a la recrystalización postectónica. No son necesarias temperaturas muy altas para la recrystalización de granos deformados; cuanto mayor es la deformación previa, menor es la temperatura en que comienza la recrystalización. En la "annealing recrystalization", la orientación preferencial puede debilitarse hasta desaparecer por completo o bien pueden quedar relictos con orientación preferencial fuerte, heredada de una fábrica previa (Griggs *et al.*, 1960), es decir, que hay cierta tendencia de los granos nuevos a crecer con orientaciones relacionadas con las de los granos preexistentes. En los diagramas considerados hay ejemplos de preservación de la fábrica previa (D.21) y de pérdida de la orientación (D.20 y

22). Además, en las rocas del basamento hay texturas granoblásticas, límites intergranulares poligonales y tamaño uniforme de los granos recrystalizados, que caracterizan a fábricas "annealed".

Al factor recrystalización se podría sumar, también, el posible efecto de fábricas contiguas en la disminución de la orientación preferencial (Balk, 1952); donde el contenido de mica es alto (D.20) la orientación es menor, mientras que si la proporción de mica es baja (D.23) y, en relación con el anterior, ha aumentado la cantidad de feldespato, la orientación se acentúa y es significativa.

VIII. EVIDENCIAS A FAVOR DE LA EXISTENCIA DE FALLAS INVERSAS EN SAN MARIO Y DEL CORRAL

Balk (1952) ha señalado que en la vecindad de fallas inversas se desarrollan fábricas con anillos *bc* de rumbo más o menos subparalelo al del plano de falla, cuya inclinación es opuesta a la de los anillos; el eje de éstos es paralelo a la dirección de movimiento de la falla. Según Balk, los anillos —que representan la etapa plástica— son producidos por el mismo sistema de fuerzas que provoca la fractura, en un único acto de deformación.

En San Mario y del Corral, rodados del conglomerado de La Lola y rocas del basamento cristalino, tienen anillos *bc* (*YZ*) cuyo eje es paralelo al *a* (*X*) de fábrica. Estos anillos poseen, en general un rumbo algo oblicuo respecto del de las fallas inversas propuestas; la desviación oscila alrededor de los 35°. Si bien es cierto que el rumbo de las fallas y el de los anillos no tiene el paralelismo que se comprueba en el ejemplo de Balk, la diferencia de litología, por lo tanto de competencia, y la influencia del plano de discontinuidad y debilidad que es el contacto entre conglomerado y basamento, deben de tener importancia en la orientación

de las fallas respecto del campo de esfuerzos regional.

En San Mario y del Corral, en el contacto entre ambas formaciones, hay señales de mayor intensidad en la milonitización y se ha formado una angosta faja de material finamente pulverizado que afecta al conglomerado y al basamento. Para que el último se plegara conjuntamente con la cubierta sedimentaria, como lo postula Rayces (1941), debió haber alcanzado un elevado grado de plasticidad y conservar ciertos indicios de los procesos que lo afectaron como, por ejemplo, efectos de marcada recrystalización y renovación de la fábrica, orientación preferencial muy alta como la que ocurre en la recrystalización paratectónica, intensos efectos dinámicos en los cristales, pliegues de pequeña o mediana longitud de onda. En general, faltan estas características y el tipo de recrystalización que ha actuado puede considerarse posterior a la deformación, según se desprende del análisis de diagramas del basamento cristalino. Todo ello permitiría rechazar la interpretación de Rayces y, en cambio, proponer como evento más probable que el contacto basamento-conglomerado, en San Mario y del Corral, está determinado por fallas inversas de alto ángulo.

CONCLUSIONES

En la región estudiada se han reconocido dos tipos de lineación: según el eje *a* de fábrica en los rodados de los cerros San Mario y del Corral, en las rocas del basamento cristalino y en las cuarcitas de la Formación Mascota; según el eje de fábrica *b* en los rodados del cerro Pan de Azúcar. En esta localidad la orientación preferencial de los rodados es menos pronunciada que en los cerros San Mario y del Corral.

En los rodados hay anillos de cuarzo homogéneos (*XOZ*) e (*YZ*), que tienen

rumbo e inclinación propios para cada localidad; la mica de los rodados se ubica subparalelamente al plano principal XY. La mátrix del conglomerado y las cuarcitas de Mascota no presentan orientación preferencial significativa del cuarzo mientras que (001) de la mica, en cambio, es paralela o subparalela a la esquistosidad S_2 .

En general, la simetría de la subfábrica del cuarzo es triclinica en tanto que en la mica predomina la simetría monoclinica; en consecuencia la fábrica es heterotáctica. Existe homogeneidad de anillos de cuarzo en los rodados y el basamento cristalino así como en los máximos de mica.

La intensidad de la deformación es baja; la relación axial X/Y de los rodados alcanza un aumento máximo del 98 % con respecto al diámetro de la esfera de volumen equivalente al del rodado; el valor mínimo es del 41 %. La relación Y/Z llega a un aumento máximo del 100 % y a un mínimo del 42 %. Entre el grado de deformación de los rodados, expresado por las relaciones axiales, y la fábrica interna no existe una clara correlación.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Balk, R. (1952). *Fabric of quartzites near thrust faults*. Jour. Geol., v. 60, p. 415-435.
- Billings, M. P. (1956). *Structural Geology*, N. J., Prentice-Hall Inc. 2nd. ed.
- Brace, W. F. (1955). *Quartzite pebble deformation in Central Vermont*. Am. Jour. Sci., v. 253, p. 129-145.
- Cloos, E. (1946). *Lincation*, Geol. Soc. Am., Mem. 18.
- (1947). *Oölite deformation in the South Mountain fold*. Maryland, Geol. Soc. Am. Bull., v. 58, p. 843-918.
- de Sitter, L. U. (1956). *Structural Geology*, New York.
- Djwell, R. W. D. (1955). *The lithology and structure of a boulder-bed in the Dalradian of Mayo*. Quart. Jour. Geol. Soc. London, v. 111, p. 71-84.
- Fairbairn, H. W. (1941). *Deformation lamellae in quartz from the Ajibik formation*. Geol. Soc. Am. Bull., v. 52, p. 1265-1277.
- (1949). *Structural petrology of deformed rocks*. Cambridge, Mass.
- Flinn, D. (1956). *On the deformation of the Funzie conglomerate*. Fetlar, Shetland, Jour. Geol., v. 64, p. 480-505.
- Griggs, D.T. y Bell, J.B. (1938). *Experiments bearing on the orientation of quartz in deformed rocks*. Geol. Soc. Am. Bull., v. 49, p. 1723-1746.
- Griggs, D. T., Paterson, M. S., Heard, H. C. y Turner, F.J. (1960). *Annealing recrystallization in calcite crystals and aggregates*. En Rock Deformation, Geol. Soc. Am. Mem. 79.
- González Bonorino, F. (1958). *El origen mecánico de la esquistosidad*. Fac. Cs. Ex. y Nat., Univ. Bs. Aires, v. 2, p. 29-94.
- (1960). *The mechanical factor in the formation of schistosity*. Int. Geol. Congress, Proc. Sect. 18, p. 303-316.
- Harrington, H. J. (1947). *Explicación de las hojas geológicas 33m y 34m*. Dir. Minas y Geol., Bol. 61.
- Ingerson, E. (1936). *Fabric analysis of a coarsely crystalline polymetamorphic tectonite*. Am. Jour. Sci., v. 31, p. 161-187.
- Knopf, E.B. e Ingerson, E. (1938). *Structural Petrology*. Geol. Soc. Am. Mem. 6.
- Krumbein, W. C. (1939). *Preferred orientation of pebbles in sedimentary deposits*. Jour. Geol., v. 47, p. 673-706.
- Kvale, A. (1945). *Petrofabric analysis of a quartzite from Bergsdalen quadrangle*. Western Norway, Norsk Geol. Tidssk., v. 25, p. 193-215.
- Oftedahl, C. (1948). *Deformation of quartz conglomerates in central Norway*. Jour. Geol., v. 56, p. 476-487.
- Paterson, M.S. y Weiss, L.E. (1961). *Symmetry concepts in the structural analysis of deformed rocks*. Geol. Soc. Am. Bull., v. 72, p. 841-882.
- Rayces, E. E. (1941). *Estructura tectónica del cerro Pan de Azúcar en las Sierras Australes, Prov. de Bs. Aires*. Tesis n° 18, Museo La Plata, inéd.
- Sander, B. (1930). *Gefügekunde der Gesteine*, Wien.
- Schiller, W. (1930). *Investigaciones geológicas en las montañas del sudoeste de la Prov.*

- de Buenos Aires*. An. Mus. La Plata, .
IV, 1ª parte (2ª serie), p. 1-101.
- Suero, T. (1957). *Geología de la sierra de Pillahuincó*, L. E. M. I. T., serie II, nº 74, p. 1-31.
- Strand, T. (1944). *Structural petrology of the Bygdin conglomerate*. Norsk Geol. Tidssk., v. 24, p. 14-31.
- Turner, F.J. (1949). *Mineralogical and structural evolution of the metamorphic rocks*. Geol. Soc. Am. Mem. 30.
- (1957). *Lineation, symmetry and internal movement in monoclinic tectonite fabrics*. Geol. Soc. Am. Bull., v. 68, p. 1-17.
- Griggs, D.T. y Heard, H.C. (1954). *Experimental deformation of calcite crystals*. Geol. Soc. Am. Bull., v. 65, p. 883-933.
- y Verhoogen, J. (1960). *Igneous and metamorphic petrology*. New York, 2nd. ed.
- Weiss, L.E. (1955). *Fabric analysis of a triclinic tectonite and its bearing on the geometry of flow in rocks*. Am. Jour. Sci., v. 253, p. 225-236.

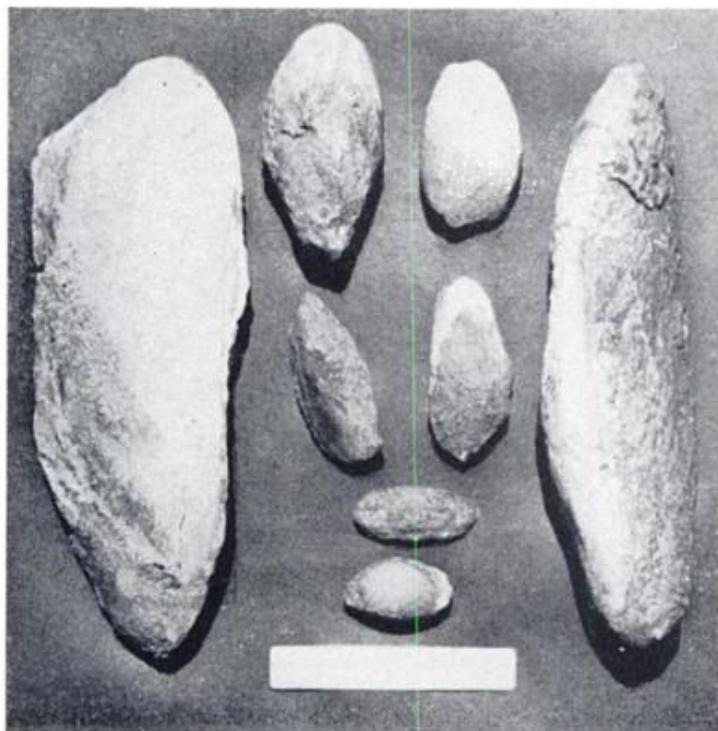


Fig. 1. — Diferentes formas de los rodados del conglomerado de La Lola
La regla tiene 10 cm de longitud

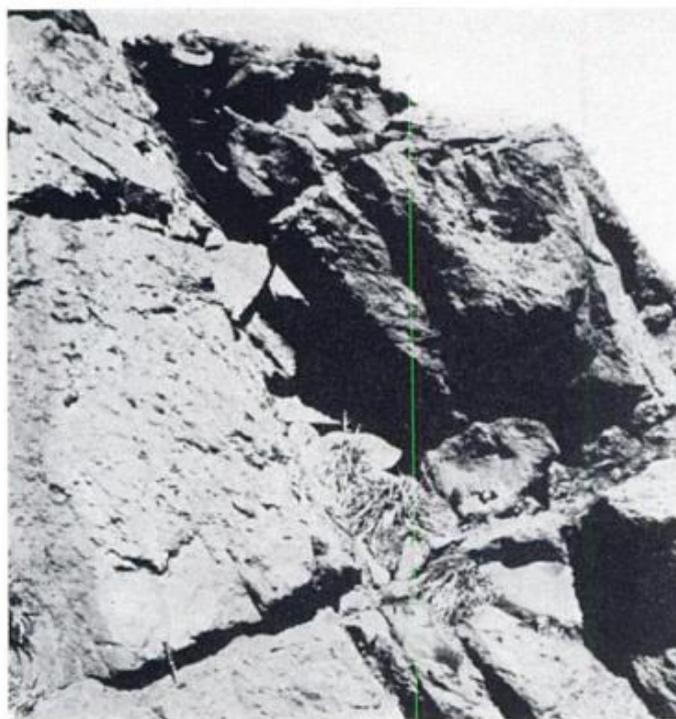


Fig. 2. — Afloramiento del conglomerado de La Lola al pie del cerro San Mario, visto hacia el S. Obsérvese en el lugar donde está apoyado el martillo un banco masivo de areniscas gruesas desprovisto de rodados, situado entre dos bancos más potentes portadores de rodados; la estratificación inclina al E, mientras que la esquistosidad inclina al W.



Fig. 1. — Detalle del conglomerado de La Lola en el cerro San Mario. Nótese la alineación de los ejes X y la coincidencia de los planos XY de los rodados con la esquistosidad. También se observan fracturas en los rodados oblicuas a su eje mayor.



Fig. 2. — Afloramiento del conglomerado de La Lola en el cerro Pan de Azúcar. Obsérvese la menor alineación y deformación de los rodados en comparación con la fotografía anterior

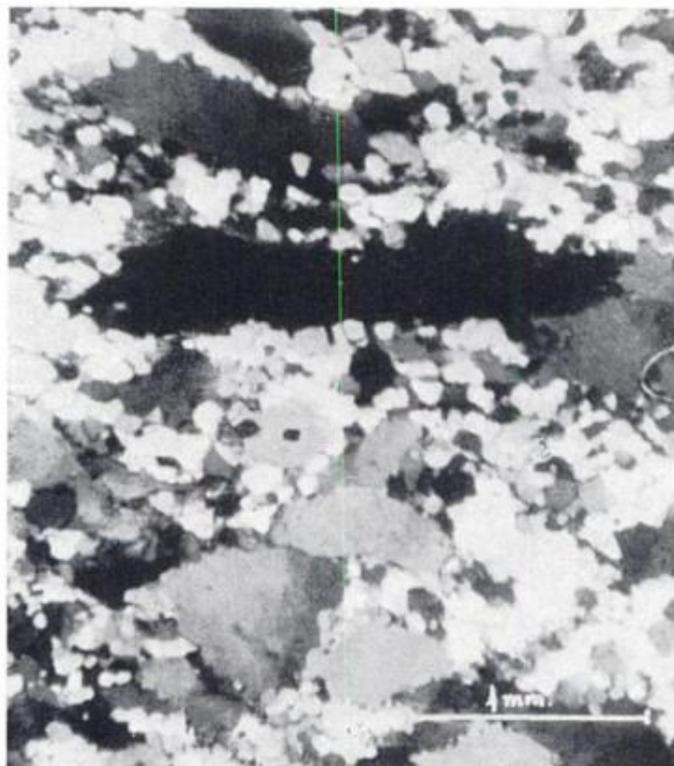


Fig. 1. — Aspecto microscópico de un rodado de cuarcita ; nicoles cruzados. Corresponde a una sección XZ, el eje X corre de izquierda a derecha. Nótese el alargamiento de los magaclastos de cuarzos en la dirección del eje X.

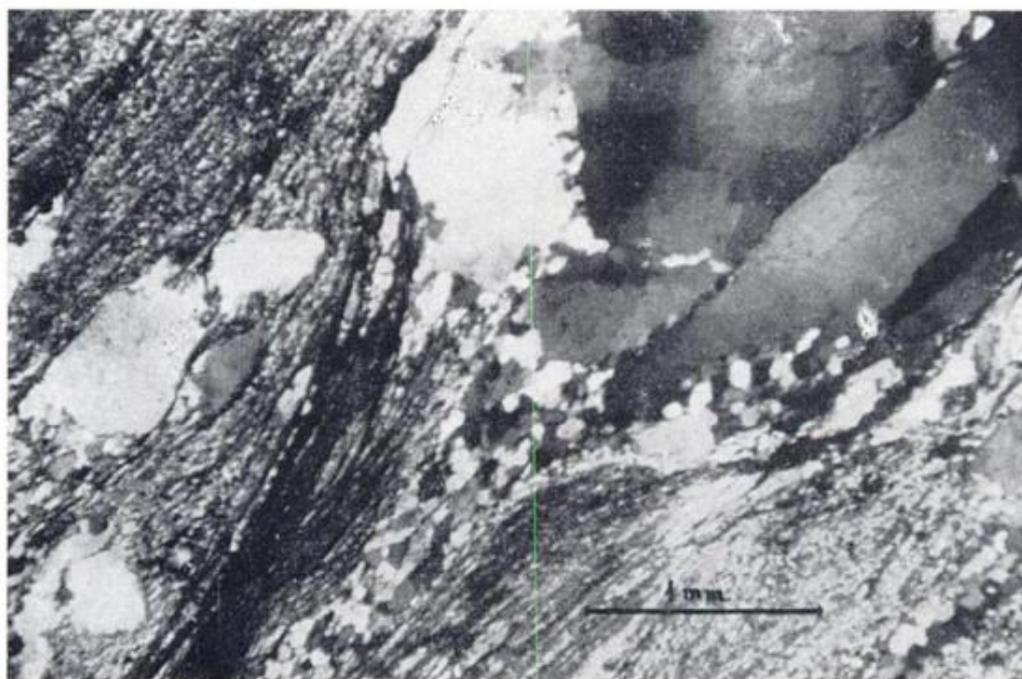


Fig. 2. — Aspecto microscópico de una muestra del Basamento cristalino ; nicoles cruzados. Obsérvese un gran porfiroclasto de cuarzo con fuertes señales de cataclasis y las « colas » de cuarzo recrystalizado libre de deformación.

LA CUENCA DE MACACHIN, PROVINCIA DE LA PAMPA

NOTA PRELIMINAR *

POR JORGE H. SALSO

RESUMEN

Trabajos realizados por cuenta del Instituto Nacional de Geología y Minería han permitido comprobar la existencia de una cuenca sedimentaria en la región oriental de la provincia de La Pampa. Esta cuenca, no conocida previamente, tiene una profundidad mayor de 975 metros y está intercomunicada con la Cuenca de Bahía Blanca. Se proponen tres formaciones nuevas para los sedimentos que la llenan.

Al no haber, como se suponía, umbrales a poca profundidad entre la zona de infiltración y la región de Bahía Blanca, la cuenca presenta las condiciones físicas necesarias para la conducción del agua entre ambas regiones. La recarga, por lo tanto, se realizaría desde el noreste.

ABSTRACT

A basin, in the eastern part of the Province of La Pampa, with a depth greater than 975 m, and three formations, is described. It could be connected with the Bahía Blanca basin. As there are no shallow thresholds between the zone of infiltration and the Bahía Blanca region, the new basin presents the necessary physical conditions for the flow of water between both. The recharge would be from the northwest.

INTRODUCCION

Este es un anticipo de un trabajo en preparación que, a su vez, forma parte del plan de estudios hidrogeológicos que realiza el Instituto Nacional de Geología y Minería.

El estudio del área oriental de la provincia de La Pampa fue iniciado como continuación de la exploración hidrogeológica de la cuenca de Bahía Blanca. En dicha cuenca ya se había reconocido, entre las profundidades de 500 m y 1.100 m, un acuífero de 300 m de espesor medio, sobre una superficie de 2.000 km². En el mismo se determinaron 114.000 Hm³ de agua, de baja sa-

linidad y alta temperatura. (García y García, 1964).

El origen del agua allí almacenada ha sido explicado según diversas hipótesis. Estas están basadas, respectivamente, en los conceptos de: agua fósil, procesos de destilación internos y recarga natural.

Las dos primeras hipótesis son difíciles de aceptar. En efecto, de ser agua fósil, tendría que haber ocurrido una pérdida de presión y caudal después de más de treinta años de explotación. Además, su continua extracción debería haberse manifestado en algún hundimiento que hasta la fecha no ha sido reconocido.

En cuanto a una destilación interna del agua, propia de los sedimentos u otra, su aceptación se hace difícil en

* Trabajo realizado por cuenta del Instituto Nacional de Geología y Minería y publicado con autorización de sus autoridades.

razón de encontrarse dicho acuífero en una cuenca sedimentaria de más de 3.000 m de espesor (Vila, 1965) y no haberse reconocido fenómenos posvolcánicos u otros que podrían haber provocado el calentamiento necesario.

El mantenimiento de la presión constante a través del tiempo puede estar vinculado, en cambio, a la recarga natural por infiltraciones superficiales.

Por la profundidad y temperatura del agua, el área de recarga debe encontrarse a cierta distancia (Schoff, Salso y García, 1964), lo cual excluye a la Sierra de la Ventana como zona de aporte. Por lo tanto, el agua debería provenir del sur, de río Colorado, del oeste o del noroeste.

En la región sur las perforaciones que alcanzaron el basamento en Anzoátegui, 497 m, y Algarrobo, 811 m, alumbraron sólo agua de alta salinidad, por lo cual fue eliminada como zona de aporte. La región oeste de Bahía Blanca, comprendida entre el río Colorado y Abramo Sur, fue reconocida por relevamientos regulares en superficie (García y García, 1964) y perfiles sísmicos de refracción (Stollard, 1956), los que indicarían que tampoco es un lugar de pasaje.

Quedó así limitada la exploración a la región oriental de La Pampa, y en principio a los planos de falla que separan los bloques del basamento. Dichos planos, de encontrarse en las mismas condiciones que el plano de falla que limita al norte la cuenca de Bahía Blanca, sellado en sus niveles superiores por sedimentos marinos de baja permeabilidad, podría ser el medio en el cual se trasladaría el agua infiltrada en las Sierras Pampeanas y al pie de las mismas. En tal medio podría acumularse la presión y al mismo tiempo aumentar la temperatura del agua, consecuente con su traslado y fricción.

Dado el valor económico-social que significaría la existencia en el subsuelo de la región del acuífero de referencia,

surgió el primer convenio entre la entonces Intervención Federal de la Provincia y la ex Dirección Nacional de Geología y Minería, en agosto de 1962, para la realización de investigaciones hidrogeológicas.

De las conclusiones a que se arribó a través de los reconocimientos practicados, como así también de los resultados obtenidos en la perforación de Macachín, realizada con una máquina provincial de 600 m de capacidad perforante, surgió la conveniencia de renovar y ampliar el referido contrato.

Hecho esto entre el Gobierno Provincial y las autoridades del Instituto Nacional de Geología y Minería, se incluyeron como cláusulas fundamentales la realización de perforaciones de mayor penetración por cuenta del Instituto y, a propuesta de éste, la prospección sísmica entre la ciudad de Santa Rosa y el límite de provincia de Buenos Aires, a cargo de la provincia.

LA CUENCA DE MACACHIN (Fig. 1)

La cuenca de Macachín, que en forma provisoria consideramos como ambiente de depositación preterciario, cubre la región oriental de la provincia de La Pampa y parcialmente la provincia de Buenos Aires, en la zona de Rivera y Maza. Geográficamente está ubicada entre los paralelos de 35° 30' y 38° L.S. y los meridianos de 63° y 64° W. Sus límites provisorios están dados en la figura 1.

ESTRATIGRAFIA

La pila sedimentaria consiste en cinco agrupaciones estratigráficas; la escasa información aportada por las perforaciones no permite, por el momento, una subdivisión más detallada.

El cuadro siguiente corresponde a las agrupaciones consideradas:

FORMACION	LITOLOGIA	ESPEJOR	EDAD PROBABLE
PAMPEANO	Limos y arenas de color pardo amarillentas y rojizas pálido	290 m	PLIO-PLEISTOCENO
MACACHIN	Arenas, limos e intercalaciones arcillosas. Coloración rojizo-verdosa	500 m	OLIGO-MIOCENO
ABRAMO	Limolitas y areniscas rojizo-verdosas	300 m	CRETACICO
ARATA	Arcillitas esquistosas y areniscas rojo violáceas	120 m	PERMO-TRIASICO
BASAMENTO	Rocas graníticas Gneis micacios, etc., cuarcitas y areniscas cuarcíticas		PRECAMBRICO y PALEOZOICO INFERIOR

BASAMENTO

Se incluyen en esta Formación las rocas plutónicas, metamórficas y sus asociadas, que forman en la región el substracto de la cuenca de Macachín. No existen, en la región de la cuenca, afloraciones de rocas del basamento; pero ha sido reconocido a través de perforaciones, e inducido de los valores obtenidos en la prospección sísmica.

En la región occidental de la cuenca las perforaciones que alcanzaron el basamento permitieron determinar que se halla constituido por granitos, micacitas y rocas de mezcla, similares a las observadas en las sierras de Córdoba.

A continuación, y en sentido nort-sur, se detallan las principales obras que alcanzaron el basamento en la región, el tipo de roca alumbrado y la profundidad a que fueron alcanzados.

Localidad	Roca	Profundidad del basamento	Profundidad
La Maruja	Granito biotítico	708 m	708,70 m
Trenel	Pórfiro granítico	154,35 »	156,20 »
Mansilla N° 1	Granito	41,20 »	42,25 »
Conhelo N° 1	Granito	162 »	173,94 »
Conhelo N° 2	Granito	138,20 »	141,20 »
Santa Rosa	Aplita	192 »	222,50 »
San Huberto	Gneis y esquistos micáceos	262,65 »	272,45 »
General Acha N° 1 .	Granitita alterada	200 »	200 »
General Acha N° 2 .	Granito	174,28 »	176 »
Abramo N° 1	Granito	266,50 »	267,20 »
Abramo N° 2	Granito	955 »	963 »
San Martín N° 1 . . .	Arenisca cuarcítica	290,05 »	291,10 »

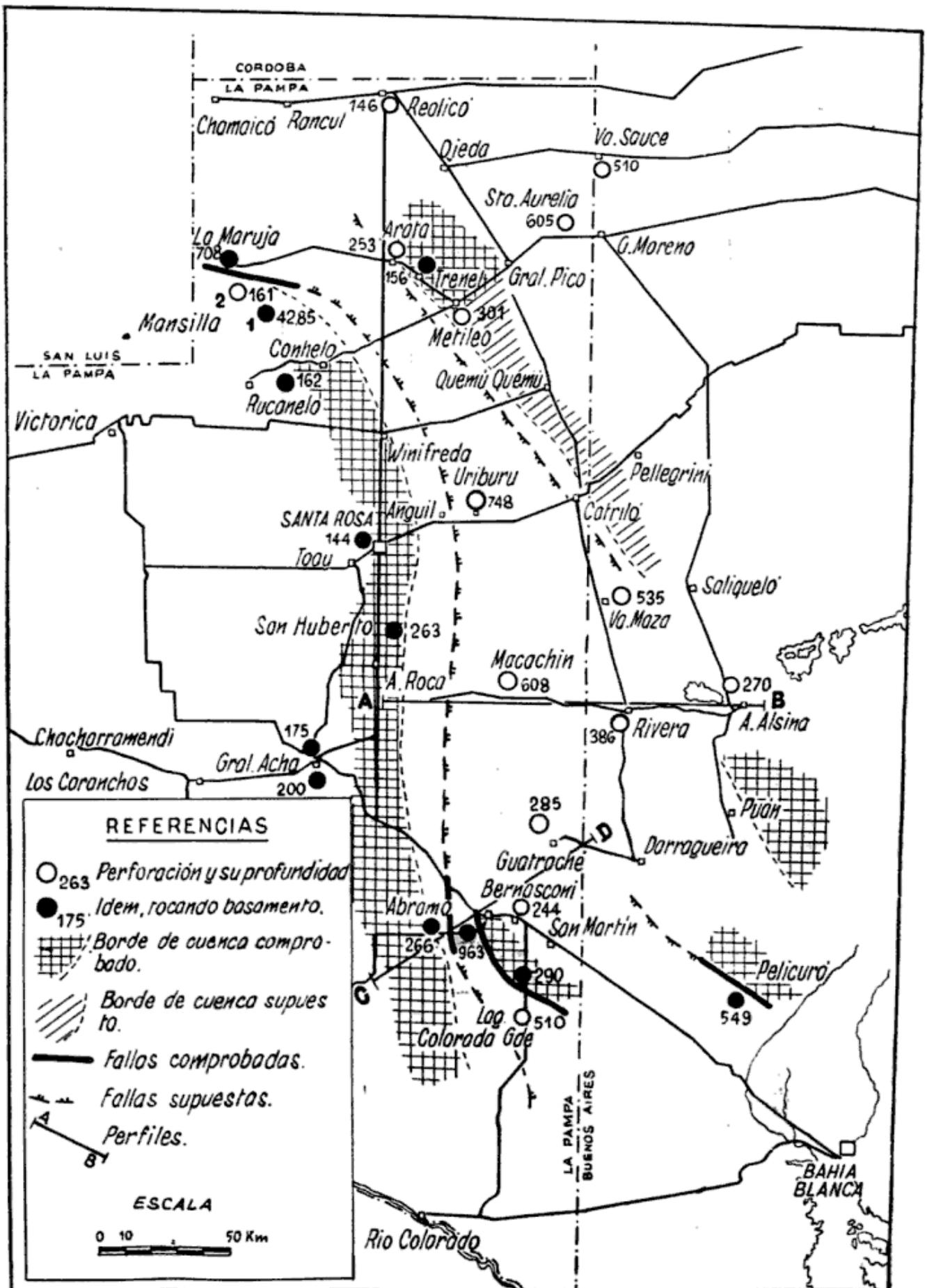


Fig. 1. — Límites estructurales de la Cuenca de Macachín

Todas estas perforaciones, salvo las de Trenel, La Maruja, Abramo n° 2 y San Martín n° 1, se hallan ubicadas en el borde occidental de la cuenca en estudio.

La perforación de Trenel está ubicada en el borde oriental de la misma cuenca. El pórfiro granítico en ella alumbrado se incluye dentro del basamento por falta de mayores referencias. No se desecha la idea que pudiera corresponder a rocas permotriásicas*.

FORMACION ARATA

Se incluyen en la Formación Arata los sedimentos alcanzados en las perforaciones de Arata y Metileo, a las profundidades de 136 y 268 metros, respectivamente. Litológicamente están constituidos en sus niveles inferiores por areniscas finas a medianas, con escasa mica y yeso; se reconocen algunos restos carbonosos. Llevan intercalados horizontes de arcillas esquistosas. La coloración de las areniscas es gris rojizo y violáceo, y la de las arcillas gris oscuro.

Las capas superiores de Arata están integradas por arcillas compactas y fragmentosas, con algo de mica, yeso y carbonato de calcio. La coloración predominante es violácea y gris verdosa. Estos niveles no se presentan en Metileo.

El espesor total de la Formación Arata es desconocido, ya que ninguna de las obras mencionadas alcanza su lecho, y además el largo hiatus que la separa de la formación suprayacente (Pampeano), indica una erosión de sus niveles más altos. En Arata se atravesaron

* Redactado el manuscrito, se tuvo conocimiento de los resultados de la sísmica de refracción realizada por Yacimientos Petrolíferos Fiscales, en las localidades de Santa Rosa, Anguil y Uriburu. La misma ratifica los conceptos de la presente nota y da en la última localidad 2.417 m de profundidad para las rocas del basamento, profundizándose hacia el este.

120 m de esta formación, mientras que en Metileo sólo 32 m.

Se acepta para esta formación una posible edad permo-triásica.

FORMACION ABRAMO

En la perforación de Abramo n° 2 se interpone entre el basamento y la Formación Macachín, un conjunto de sedimentos finos, muy uniformes, que llamaremos aquí Formación Abramo. Esta entidad está integrada por limolitas areniscosas y areniscas finas que llevan arcillitas intercaladas. Las areniscas son, en general, de grano fino, en partes bien seleccionados, con algunos niveles de grano mediano y grueso.

Las areniscas son cuarzosas, aunque en la parte inferior de la formación se presentan niveles arcósicos. El cemento es rico en anhidrita y calcita.

Las arcillitas intercaladas son escasas y en capas delgadas. En los niveles de más de 6-8 cm de espesor se hallan disturbadas y parcialmente acuñadas entre espejos de fricción, cuyas superficies oscilan con ángulos de 10° a 30° con respecto al plano horizontal.

En la base de esta Formación, sobre el basamento granítico, se halla una limolita algo arenosa, gruesa, de grano heterogéneo, que contiene numerosos clastos de hasta más de un centímetro de diámetro, de cuarzo, granito, cuarcita, feldespato y algunos pequeños librillos de mica; estos dos últimos, ya muy alterados. Esta roca, muy compactada, está cementada por óxido de hierro.

Por los testigos, la Formación Abramo se halla bien estratificada. Las limolitas y arcillitas tienen laminación fina, con leves entrecruzamientos y acuñamientos. Los planos de las láminas alcanzan ángulos máximos de 10° a 15° con respecto a la horizontal. El color predominante es rojo pardo en las limolitas y marrón oscuro en las arcillitas. Las areniscas tienen una tonalidad

más clara. Secundariamente se intercalan tonalidades verdosas; éstas se presentan, algunas veces, en forma horizontal, y otras, más comunes, en forma irregular. El color verde parecería seguir ciertos planos de granulometría más gruesa y, posiblemente, de mayor permeabilidad. Durante la perforación, al atravesar la Formación Abramo, se observaron burbujas gaseosas en el barro de inyección, con fuerte olor sulfuroso.

El pase de la Formación Abramo al Basamento corresponde a una discordancia litológica, y el pase a la Formación Macachín una discordancia estratigráfica.

El espesor de la Formación Abramo es de 300 m; atribuimos a esta formación los niveles inferiores de las perforaciones Maza y Rivera, debajo de los niveles de 392 y 319 metros, respectivamente, con lo cual aquélla se extendería en gran parte de la cuenca de Macachín, debajo de la Formación Marina.

La Formación Abramo se depositó en un ambiente de agua tranquilo, que permitió la fina laminación y la excelente selección de algunos niveles de areniscas muy finas.

Esta Formación es preterciaria, a juzgar por el grado de compactación observado en sus testigos y reflejado en la velocidad de onda de refracción (4.000 m/s). Por su similitud litológica con algunos niveles de los Estrados con Dinosaurios del norte de la Patagonia, podría ser de edad cretácica.

FORMACION MACACHIN

Está integrada por limos y arenas con intercalaciones arcillosas y niveles de grano más grueso en su base; como material epigénico hay yeso y anhidrita, carbonato (en partes primario, como caliza oolítica) y material piroclástico (vidrio volcánico).

La Formación Macachín está en to-

das las perforaciones de cierta profundidad realizadas en la cuenca; fuera de ella no han sido reconocidos sedimentos de características similares.

En la perforación Abramo n° 2, ubicada en un borde de cuenca, se encuentra en la base una secuencia de areniscas gruesas, conglomerádicas, con matriz arenosa y cemento arcilloso, seguidas por sedimentos arcóscicos con intercalaciones conglomerádicas, parcialmente cementadas por anhidrita. Estos niveles quizá no pertenecerían, estrictamente, a la Formación Macachín, sino más bien a depósitos terrestres derivados de los movimientos que dan origen a la ingresión marina.

Un nivel similar se observa en la base de esta transgresión en la perforación de Maza, pero aquí, en la faz conglomerádica, se presentan fragmentos de cuarcita no identificados en la perforación de Abramo.

La parte superior de esta Formación con una granulometría de fina a muy fina, es semejante, en rasgos generales, para toda la cuenca. El perfil de la perforación Macachín presenta niveles arenosos sólo en su base; en general está constituido por limos arcillosos. Hay yeso y caliza en todo su espesor.

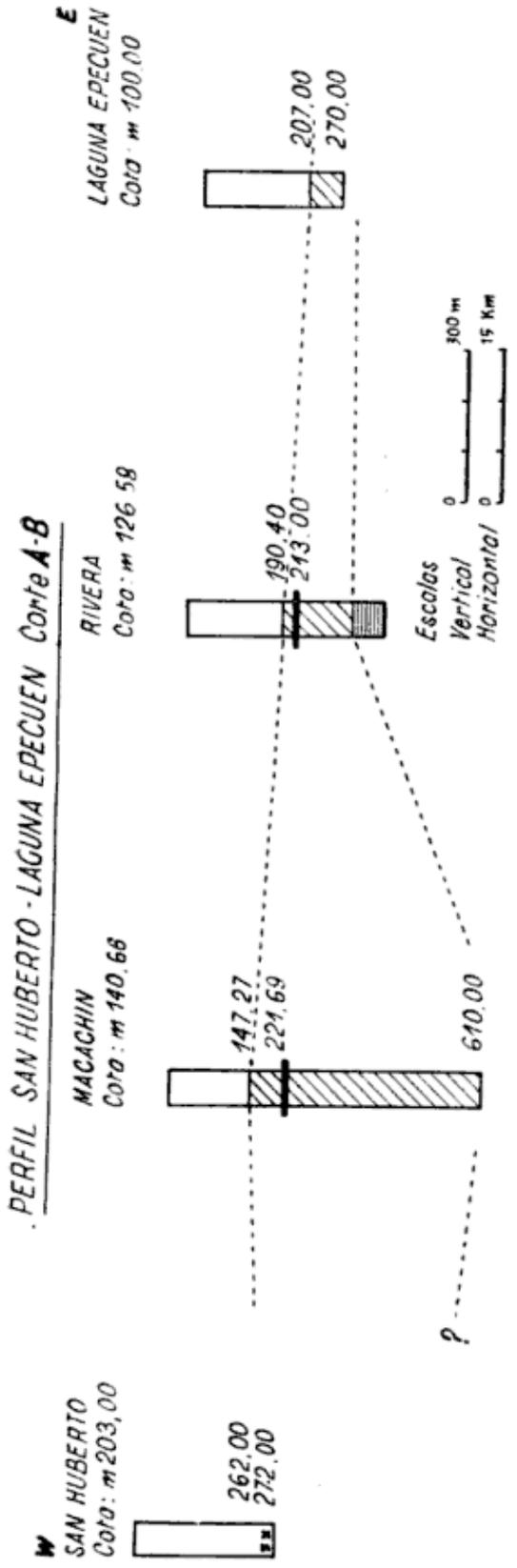
Entre los 228 y 231 metros se observa una tufita arenosa con fragmentos de valvas.

En la perforación de Rivera, al este de la anterior, la litología es similar a la de Macachín, salvo el menor espesor de los niveles verdes.

En el perfil de la perforación de Epecuén, la ingresión marina ha tenido una temprana regresión y los niveles superiores limo arcillosos de la Formación Macachín, han sido reemplazados por arenas, posiblemente médanos costaneros.

En Maza, la Formación tiene un carácter más costanero, con amplio predominio de las arenas, finas con respecto a los limos arcillas.

En la perforación de Uriburu, ubicada más al norte, se encuentra un paque-



REFERENCIAS

- Formación Pampeano
- Formación Macachin
- Formación Abramo
- Formación Basamento
- Nivel de ceniza volcánica
- BT Tramos de sísmico
- 5.000 m/seg
- 4.000 m/seg
- 2.000 m/seg
- Velocidad de onda
- Basamento comprobado
- Basamento supuesto

(Sismico según B. Stolar - D.N.G.M. 1956)

PERFIL COMBINADO SISMICO Y PERFORACIONES Proyección Sobre N45°E Corte C-D

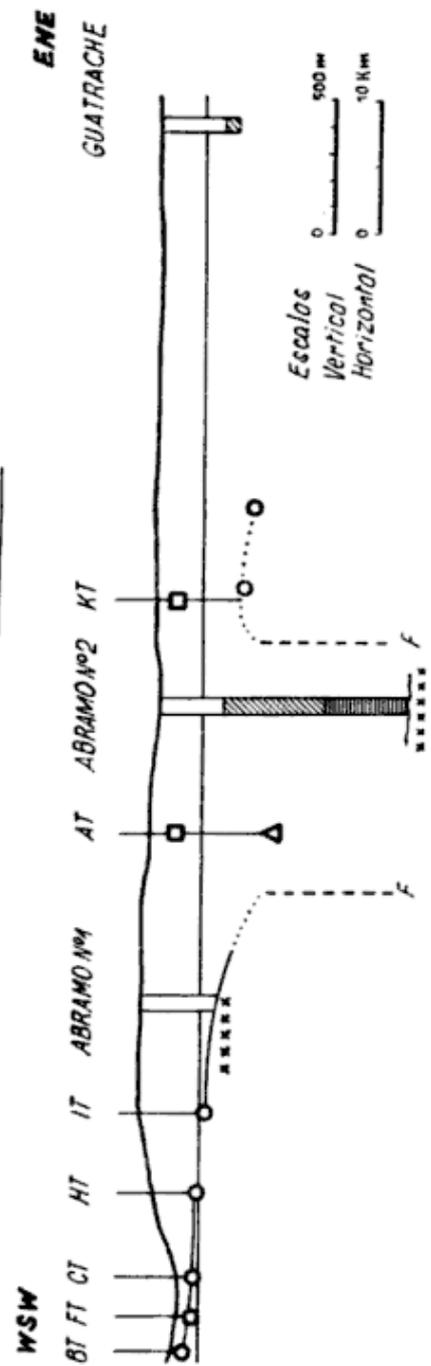


Figura 2

te de sedimentos integrados por arcillas y arenas con intercalaciones de fragmentos de cuarzo y feldespatos y algunos niveles con fragmentos de cuarcitas. Los ambientes netamente reductores, se encuentran en la base y en el techo.

Merece especial mención la presencia de los materiales volcánicos. En el centro de la cuenca (Macachín, Rivera), ellos se encuentran compactados y al mismo nivel. En el margen de cuenca (Maza, Abramo), el material piroclástico se dispersa en mayores espesores. Si bien es difícil determinar el valor cronoestratigráfico de este sedimento, se considera de importancia su mención

para futuras investigaciones y en especial, para correlaciones locales.

En la perforación de Maza, la ceniza y el vidrio volcánico se encuentra en un espesor superior a los 50 metros. En Abramo n° 2, el espesor es mucho mayor, pero estos materiales recién aparecen, aproximadamente, a los 100 m sobre la base de la Formación.

En el cuadro siguiente se detallan las perforaciones en que se ha individualizado esta Formación. Al mismo tiempo la cota de boca de pozo (sobre el nivel del mar) y las profundidades relativas del techo y de la base donde esta última fue alcanzada.

Perforación	Cota metros	Techo metros	Base metros	Espesor metros
Abramo N° 1.....	160	223,70	613	389,30
Bernasconi.....	160,69	187		
Carhué.....	100	207		
Guatraché.....	176,52	217,60		
Macachín.....	140,66	147,27		
Maza.....	136,55	96,10	392,65	296,55
Peliculará.....		355	504	149
Rivera.....	126,58	190,40	319,55	129,15
Uruburu.....	146,61	243,65		

En un futuro trabajo se intentará sacar conclusiones estructurales a partir de las alturas absolutas del techo y la base de esta ingresión marina.

Se considera que la Formación Macachín tiene origen marino por los sedimentos de color verde que posee y que abarcan toda la cuenca de Macachín. Estos niveles permiten la correlación a distancia.

El alto porcentaje de yeso requiere una elevada concentración salina de las aguas madres, propias de un mar mediterráneo. La intercomunicación de esta cuenca con la cuenca de Bahía Blanca, habría permitido el pasaje de las aguas marinas.

La Formación Macachín tiene, probablemente, edad oligomiocena, y es sincrónica con la Formación Patagónica y el "Verde" de la cuenca de Bahía Blanca. Parcialmente podría ser también sincrónica con las transgresiones que, en la cuenca chaco-paranense, se atribuyen al Mioceno.

El único dato paleontológico pertenece a las capas superpuestas, que son del Plioceno medio. Pero aún bajo los sedimentos del Plioceno medio se interponen sedimentos continentales (150 a 200 m) que atribuimos, parcialmente, a la Formación Arroyo Chasicó, de edad pliocena inferior.

FORMACION PAMPEANO

El Pampeano, según Stappenbeck (1943), incluye terrenos del Terciario superior y Cuartario. Adherimos aquí a esta definición por razones prácticas.

En la cuenca de Macachín la Formación Pampeano se halla integrada por limos, arenas y escasos horizontes arcillosos. El limo predominante, es en general más arenoso que arcilloso. La arena, independientemente de los médanos modernos, se presenta primordialmente como arenas limosas.

La arcilla, en mucha menor proporción, forma niveles de origen probablemente palustre. Además hay componentes químicos, como el carbonato de calcio, en forma de tosca y el yeso.

La mayor concentración de carbonato la observamos en los niveles lenticulares superiores constituyendo en conjunto gruesas "planchas" de hasta 3 ó 4 metros de espesor. En los niveles medio e inferior, la tosca se presenta como "tosca blanda" y muñecas de tosca, pero no en horizontes compactos y continuos. La tosca de los niveles superiores está íntimamente vinculada a la morfología local.

El yeso se presenta en forma "cristalina" espática, exclusivamente dentro del ambiente de cuenca. No se presenta yeso cristalino en las perforaciones: San Martín N° 1, Arata, Acha n° 1, y N° 2, Conhelo N° 1 y 2, Gral. Lagos, Mansilla N° 1, San Huberto y Victorica. En cambio se halla presente, cristalizado, en: Abramo N° 1 y N° 2, Bernasconi, Carhué, Guatraché, La Maruja, Macachín, Mansilla N° 2, Maza, Metileo, Pelicurá, Rivera, Trenel y Uriburu.

El espesor máximo reconocido del Pampeano es de 290 metros en la perforación San Martín N° 1. Su edad ha sido determinada en un solo horizonte en el valle de General Acha, a 50 m bajo el nivel superior de terraza, el cual contiene restos de mamíferos que, se-

gún comunicación verbal del Dr. Rosendo Pascual del Museo de La Plata, serían del Plioceno medio, incluyendo las siguientes especies:

Scelidotheriinae (Elassotherium altirostre ? Cabrera).

Macroeuphractus sp.

Pseudotypotherium sp.

Hemihegetotherium

Macraucheniiidae indet.

aff. *Typotheriopsis* sp.

Megalonychidae indet.

Cardiatherium sp.

Este horizonte fue hallado también en la Laguna Hidalgo (al SE de Macachín) y en las lagunas de Adolfo Alsina,

ESTRUCTURA

Las perforaciones y los perfiles sísmicos comprueban desniveles del basamento atribuibles a una estructura de fallas. Se repite en esta zona el escalonamiento de bloques que, en la cuenca chaco-paranense, dio lugar a la creación de las denominaciones de pampa alta, depimida, baja y mesopotámica. Las fallas reconocidas corresponden a la región de Abramo, La Maruja, Pelicurá y Laguna Colorada Grande.

En la zona de Abramo fue determinado, a través de prospección sísmica, un fuerte desnivel (fig. 2). Las perforaciones de Abramo números 1 y 2 indican que esta área corresponde a una fosa limitada por dos fallas, cuyos rechazos son superiores a los 500 m.

La falla occidental de esta fosa (figura 1) se mantiene con rumbo norte hasta la altura de la localidad de Conhelo, limitando la cuenca de Macachín; allí empalmaría con la falla de rumbo NW-SE determinada a través de las perforaciones Mansilla y La Maruja.

En la región SE han sido comprobadas dos fallas; la primera entre López Lecube y Pelicurá donde, en un corto tramo, se presenta un rechazo también del orden de los quinientos

metros. En López Lecúbe aflora el granito, mientras que en Pelicurá sólo se alcanzó a 549 m una roca cuarcítica.

Otro ejemplo de dislocamiento en esta zona, queda revelado por la perforación San Martín N° 1 y la Laguna Colorada N° 4. Aquí no ha sido posible determinar el máximo rechazo; en el primer pozo se alcanzaron areniscas cuarcíticas a los 291 m mientras que la perforación Laguna Colorada, que alcanzó los 510 m quedó en sedimentos rojos de la Formación Abramo.

La falla oriental de la cuenca de Macachín se determinó por la correlación de las perforaciones Macachín, Pelicurá y Maza, la cual nos indicaría, para esta última localidad, un movimiento de ascenso con posterioridad a la ingresión marina de la Formación Macachín. Esto permitiría, también, aceptar la sobreelevación aparente de la Formación Arata y el pórfiro granítico de la perforación Trenel.

AGUAS SUBTERRANEAS

La capa libre varía en profundidad desde 2 ó 3 m en algunos bajos y médanos, hasta 40-45 m en los bordes de terraza de la región occidental de la cuenca. Es de infiltración local; su calidad depende del mayor o menor contenido de arena en el área de infiltración que, por su mayor permeabilidad, permite un mayor lavado de los sedimentos infrayacentes. En las regiones con médanos o espesos niveles arenosos, el agua es de muy buena calidad.

En ninguno de los horizontes acuíferos atravesados hasta los 175 m (Gral. Acha N° 2), bajo los médanos intermedios a los valles de Acha y Utracán, la salinidad alcanza a 0,500 g/l. Este es el mejor ejemplo conocido del lavado producido en la Formación Pampeano.

En esta zona se tiene para comparación, una segunda perforación situada a 2 ½ km al sur de la anterior, fuera de la zona medanosa, en la localidad de

General Acha. Esta segunda obra alcanzó la profundidad de 200 m y alumbró tres niveles acuíferos: el primero a los 32 m con salinidad total de 1.258 g/l; el segundo a los 85 m con 2.490 g/l y el tercer acuífero a los 154 m con alta salinidad que sobrepasa los 13 g/l de residuo salino.

Las capas confinadas aumentan en cantidad desde la región occidental al centro de la cuenca. Así, considerando las perforaciones de Santa Rosa, San Huberto y General Acha N° 1, se observa que en ellas se presentan tres capas como máximo, para una profundidad de 300 m; mientras que en la región central se han determinado hasta siete niveles hídricos, en las perforaciones de Rivera, Guatraché y Maza, habiéndose considerado solamente las perforaciones realizadas por métodos de percusión, más precisos en la determinación de capas de agua.

El agua confinada es, en general, inapta; sus concentraciones salinas aumentan hacia el centro de la cuenca y, al mismo tiempo, con la profundidad.

Acuíferos con una concentración salina de más de 30 g/l son comunes en la región central de la cuenca. El máximo conocido es de 80 g/l.

CONCLUSIONES

En la región oriental de la provincia de La Pampa, entre los paralelos de 35°30' y 38° de lat. S. y los meridianos de 63° y 64° W, hay una cuenca de sedimentación terciaria, formada por hundimientos diferenciales de los bloques del basamento cristalino. Esta cuenca, de rumbo general NNW-SSE, de acuerdo a los resultados obtenidos en la perforación Abramo N° 2, se halla en conexión con la de Bahía Blanca, interconexión de cuencas que permite postular la hipótesis de que el acuífero de Bahía Blanca, se recarga mediante la infiltración de agua al pie de las sierras pampeanas.

El traslado del agua no es indispen-

sable, como se había supuesto, que se realice a lo largo de planos de falla. Al no haber, como se suponía, umbrales a poca profundidad entre la zona de infiltración y la región de Bahía Blanca, la cuenca presenta las condiciones físicas necesarias para la conducción del agua entre ambas regiones.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- García, José y García, Ofelia Martínez Eder de 1964. *Hidrogeología de la región de Bahía Blanca*. Bol. n° 96, D.N.G. y M., Bs. As.
- Salso, Jorge H. y García, José. 1958. *Estado actual del conocimiento hidrogeológico de la cuenca artesiana de Bahía Blanca*. Bol. Inf. n° 9, año II, D. N. G. y M. Bs. As.
- Schoff, Stuart; Salso, Jorge H. y García, José 1964. *Source of heat in a deep artesian aquifer, Bahía Blanca, Argentina*. U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 501-D, p. 153-157.
- Stappenbeck, Ricardo. 1943. *Geología y aguas subterráneas de La Pampa*. Traducción oficial de la Dirección de Minas y Geología.
- Stollar, Gabriel. 1956. *Estudio sismográfico entre Abramo y Pichi Mahuida, La Pampa*. Informe inédito D.N.G. y M., Bs. Aires.
- Vila, Fernando. 1965. *Conocimiento actual de la plataforma continental argentina*, Secretaría de Marina, Servicio de Hidrogeología Naval, H. 644, Bs. As.

SOBRE LA PRESENCIA DEL GENERO *CYTHERIDEA* EN LA DEPRESION DE EL SAMPAL (CHUBUT)

Por ELSA ROSSI DE GARCIA

El objeto de la presente nota es dar a conocer la aparente contradicción que existe al tomar como Colloncurenses, sedimentos que contienen el género de ostrácodo *Cytheridea*, y la significación que tiene la ecología de estos fósiles en las apreciaciones estratigráficas.

La zona geológica donde se encuentra la localidad de referencia, fue descrita (Wolkheimer, 1964, pág. 100) en la forma siguiente: "Depresión de El Sampal. Observamos dos secciones del Colloncurenses: 1) abajo predominan tonalidades blanco-verdosas y la morfología es suave. Afloran areniscas tobáceas de grano fino, friables, con abundante cemento calcáreo y una laminación poco marcada. Se observó la presencia de ostrácodos" . . . etc., y en párrafos posteriores cita el género *Cytheridea* "en la zona de El Sampal y río Chico . . ." (ibidem pág. 101).

El género *Cytheridea* cuyo biocron la ubica del Eoceno al Reciente, habita zonas de salinidad entre el 2 y el 20 por mil, la cual está medida para mares someros (van Morkhoven 1963) o

en algunos casos (Grekoff 1956) puede indicar regresión marina. Es decir que nos encontramos ante un género que se describe como marino.

Aunque los datos dados por el primer autor citado, referentes a la fauna de ostrácodos son pobres, cabe destacar aquí la necesidad de la pronta revisión de los sedimentos atribuidos al Colloncurenses y sobre todo estudiando la asociación faunística cuya importancia estratigráfica es indiscutible y puede dar una solución definitiva a este problema.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Grekoff, N. 1956. *Guide pratique pour la détermination des ostracodes Post-Paléozoïques*. Technip. Paris.
- van Morkhoven, F. P. C. M. 1962. *Post-Palaeozoic Ostracoda*. Elsevier. Amsterdam. II.
- Volkheimer, W. 1964. *Estratigrafía de la zona estraandina del departamento de Cushamen (Chubut). Entre los paralelos 42° 30' y los 70 y 71°*. Rev. As. Geol. Arg. Buenos Aires. XIX, 2.

BUCHITAS EN BASALTOS DEL VOLCAN PAYUN MATRU, MENDOZA, Y DE LA BASE CONJUNTA TTE. B. MATIENZO, SECTOR ANTARTICO ARGENTINO

POR EDUARDO JORGE LLAMBIAS Y MIGUEL ANGEL LEVERATTO

Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

Se describen dos xenolitos cuarzosos, parcialmente fundidos, incluidos en lavas basálticas olivínicas, que ilustran dos interesantes casos de buchitas. El del volcán Payún Matrú, originalmente una arenisca cuarzosa, está formado por cuarzo relicto y además vidrio, tridimita, cordierita y mullita (o sillimanita). En la de la Base Matienzo, en cambio los productos del pirometamorfismo son: vidrio y tridimita, siendo su composición primitiva prácticamente cuarzo puro.

La fusión del cuarzo de los xenolitos se produjo por la presencia de fundentes, que en el caso del Payún Matrú, provendrían de la matriz pelítica de la arenisca, mientras que para la buchita de la Base Matienzo los fundentes habrían sido liberados por el basalto. En ambos casos se produjeron fenómenos de miscibilidad entre los líquidos basálticos y los de la fusión. Este proceso no fue completo debido al enfriamiento rápido del conjunto, que no permitió la homogenización total de los líquidos.

ABSTRACT

In this paper are described two quartzose xenoliths, partially melted, included in olivinic basaltic lavas, which illustrate two interesting cases of buchites. The one which belongs to the Payún Matrú volcano, originally a quartziferous sandstone, is formed by quartz relicts and also by glass, tridymite, cordierite, and mullite (or sillimanite). On the other hand, in that of the Base Matienzo, the products of the pyrometamorphism are: glass and tridymite, his primitive composition being practically pure quartz.

The fusion of the quartz of the xenoliths was produced due to the presence of fundents, that in the case of the Payún Matrú, would come from the pelitic matrix of the sandstone, while for the buchite of the Base Matienzo the fundents would have been left free by the basalt.

In both cases, there has been a process of miscibility between the basaltic liquid and those of the fusion. This process has not been completed because of the quick cooling of the whole which did not permit the total homogenization of the liquids.

INTRODUCCION

El estudio de los procesos que sufren los xenolitos en el seno de las rocas eruptivas tiene interés siempre renovado en el campo de la petrología. Aquí se presenta la descripción y discusión de dos casos de xenolitos cuar-

zosos que han sufrido procesos propios que caracterizan a las buchitas. Estos xenolitos están incluidos en lavas basálticas del volcán Payún Matrú, provincia de Mendoza, y las aflorantes en las cercanías de la Base Conjunta Teniente B. Matienzo, en la península Antártica. Estas últimas fueron colec-

cionadas por el Ier. Tte. de la Aeronáutica Argentina, Guillermo Mendiberry.

Las buchitas son rocas producidas por efectos pirometamórficos y por el hecho de contener vidrio dan lugar a la consideración de problemas muy particulares, tales como disolución y miscibilidad entre los líquidos originados en la inclusión por la fusión y los de la roca hospedante. Fuera de este aspecto, presentan el interés propio de las rocas de la facies de sanidinita, es decir, los resultados de la más alta temperatura y baja presión (véase Fyfe, Turner y Verhoogen, 1958). La asociación de minerales posibles en esta facies de sanidinita, en casos de rocas de composición pasamítica-pelítica, es también llamativa: tridimita, mullita, sanidina, cordierita, piroxeno, espinelo.

Las buchitas aquí descriptas contienen, además del vidrio, tridimita, cordierita y mullita (o sillimanita). La cristalización de estos minerales a partir de los líquidos, como sucede en los casos de Payún Matrú y Base Matienzo, ofrece un ejemplo ilustrativo y preciso de las condiciones genéticas. Además las buchitas representan casos de procesos incompletos dentro de los fenómenos comunes de incorporación y asimilación magmática, siendo esto crítico para el análisis de las transformaciones que tienen lugar durante tales procesos.

Las determinaciones mineralógicas se realizaron ópticamente, utilizando las curvas dadas en Tröger (1959), y por medio de rayos-X (tridimita y cordierita).

Agradecimientos: Los autores quedan expresamente agradecidos al Ier. Tte. de la Aeronáutica Argentina, señor Guillermo Mendiberry, que facilitó las muestras de Base Matienzo, al Dr. Bernabé Quartino, del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, por las sugere-

ncias sobre el trabajo y la lectura crítica del manuscrito y al Sr. Alejandro Leveratto, por la obtención de las microfotografías.

BUCHITA DEL VOLCAN PAYUN MATRU

La buchita procedente del volcán Payún Matrú, situado en el sur de la provincia de Mendoza, fue hallada en lavas basálticas de edad Cuaternaria superior (Basaltos del Mollar, Llambias, 1964) que se encuentran en el Portezuelo de los Payenes.

La roca que contiene esta inclusión es un basalto olivínico completamente fresco con estructura vesicular, en parte amigdaloida. Las amígdalas están rellenas sea por ópalo, calcita o por una zeolita cuyas propiedades ópticas son: $\gamma = 1,531$; $\alpha = 1,521$; $2V_z =$ mediano.

La textura del basalto es porfírica con fenocristales de plagioclasa, olivina y clinopiroxeno.

Los fenocristales de plagioclasa (An 54%) son subedrales, menos comúnmente anedrales, de hábito tabular (tamaño promedio $2,3 \times 0,5$ mm). Su zonalidad es poco evidente; pero siempre existe una zona exterior que sigue el contorno de los cristales, aún en los casos en que son anedrales, que esta cribada de agujeros de disolución, rellenos por vidrio pardo rojizo (textura panal de abeja). Son frecuentes maclas según las leyes de Carlsbad, albita y periclino, con la particularidad que estas dos últimas son tan finas que casi no pueden ser resueltas con el microscopio y cuando se presentan en forma conjunta tienen el aspecto de enrejado, similar al de la anortoclasa. En la pasta, la plagioclasa que se presenta en forma de tablillas, es el mineral relativamente más abundante. Existe una variación gradual en el tamaño hacia los fenocristales; pero los términos intermedios son bastante escasos. Las ta-

blillas están ligeramente isoorientadas y aparecen inmersas en una mesotaxis vítrea ($n = 1,566$) color pardo rojizo, que contiene numerosas inclusiones opacas pulverulentas.

La olivina constituye exclusivamente fenocristales anedrales de composición correspondiente a crisolita ($\alpha = 1,66$; $2V_x = 84^\circ$). El piroxeno, diópsido augítico ($\alpha = 1,680$; $2V_z = 57^\circ$), forma en cambio cristales subedrales, apareciendo también en la pasta como pequeñas tablillas euedrales.

Descripción de la buchita: Es una pequeña inclusión ovoide de una arenisca cuarzosa, de unos 4 cm de diámetro, de color blanquecino y aspecto sacaroide. De la roca originaria quedan sólo relictos de cuarzo, y algunos minerales accesorios como rutilo y cirión, que conservan su buen grado de redondeamiento. Los granos relicticos de cuarzo que están distribuidos homogéneamente, se hallan separados entre sí por un cemento o matriz secundario de origen pirometamórfico, es decir, por el agregado vitrocristalino que da al xenolito su carácter de buchita. Dichos restos de cuarzo original tienen formas groseramente equidimensionales, siendo las pequeñas concavidades de sus bordes y el fino aserramiento, el resultado del progreso de la disolución o fusión. La extinción es ondulosa. Escasas inclusiones submicroscópicas, dispuestas en hileras, siguen probables fracturas de tipo concoidal.

Los productos del pirometamorfismo son: vidrio, tridimita, cordierita y mullita (o sillimanita).

El vidrio es incoloro, con fracturación perlítica concéntrica respecto a los granos de cuarzo (Lám. I, fig. 6). No es muy abundante y se encuentra como una mesotaxis entre los nuevos minerales mencionados. Esta escasez de vidrio no refleja la magnitud de la fusión, por cuanto los neominerales se han formado a expensas de líquido; computando el total se llega a que la

fusión alcanzó el 60 % de la roca. El índice de refracción, $n = 1,48$, es algo mayor que el vidrio silíceo sintético ($n = 1,462$). Comparando con las curvas dadas por Mathews (1951), referente a la determinación aproximada de la composición de una roca de grano fino, por medio del índice de refracción del vidrio obtenido artificialmente, se puede concluir que la composición del vidrio de la buchita tendría un porcentaje de sílice muy elevado.

Entre los nuevos minerales, el más abundante es *tridimita*, que constituye masas de cristales aciculares agrupados en haces. Unos pocos cristales tienen formas prismáticas bien definidas y llegan a medir $0,13 \times 0,2$ mm. También se hallan aisladamente cristales en forma de cuña, maclados por dos o tres individuos.

La *cordierita* se presenta en cristales aislados comunmente anedrales con sus bordes tipo plumosos. Los cristales euedrales, menos abundantes, tienen contornos hexagonales, con las características maclas concéntricas de interpenetración.

Distribuidos esporádicamente en la zona de fusión, aparecen grupos de microlitas aciculares en agregados radiales, que corresponden a mullita o sillimanita (Lám. I, fig. 6). Debido a sus características ópticas, muy similares y a su pequeño tamaño ($0,03 \times 0,003$ mm), no se pudo distinguir entre uno u otro mineral.

En el contacto entre la buchita y el basalto, se interpone una zona de transición de un ancho de alrededor de 1,5 mm (Lám. I, fig. 1). En esta zona el vidrio, que es mucho más abundante que en el resto de la inclusión, tiene una coloración que varía gradualmente desde el pardo rojizo, en el contacto con el basalto, hasta el incoloro, característico de la buchita. El vidrio de esta zona de transición, contiene vesículas de formas redondeadas y paredes lisas de 0,8 mm de diámetro. Es común tam-

bién en esta zona, la presencia de los fenocristales correspondientes al basalto: olivina, piroxeno y plagioclasa, junto a granos de cuarzo pertenecientes a la inclusión. Los cristales ferromagnéticos mencionados, tienen coronas formadas en ambos casos por clinopiroxeno, o están perforados por numerosos agujeros de disolución. Los nuevos minerales son aquí muy escasos.

En cuanto a la roca originaria, a la cual corresponde la inclusión puede decirse que era una arenisca cuarzosa, con cierto porcentaje de matriz pelítica. En efecto, esto último está evidenciado por la presencia de minerales ricos en alúmina como cordierita y mullita.

BUCHITA DE LA BASE MATIENZO

Las muestras estudiadas provienen de las cercanías de la Base Conjunta Tte. B. Matienzo, ubicada en un nunatak de unos 70 m de ancho por unos 3.000 de largo, en el mar de Weddel, al Este de la península Antártica, en el sector Antártico Argentino.

La roca que contiene las inclusiones es un basalto olivínico muy fresco, de textura porfírica, con fenocristales de olivina verde amarillentos (tamaño 2-3 mm), que yacen en una pasta afanítica oscura, con gran cantidad de vesículas de forma irregular, de paredes lisas, cuyo tamaño más frecuente es 1,5-2 mm llegando hasta 4 mm.

Vistos al microscopio, los fenocristales de olivina aparecen en formas euedrales y en menor proporción subedrales, muy poco corroídos por la pasta y atravesados por algunas fracturas casi submicroscópicas, rellenas por vidrio. Por las características ópticas ($\alpha = 1.665$; $2V_x = 84^\circ$) fue determinada como crisolita.

La pasta está constituida por tablillas alargadas de plagioclasa, cristales aciculares de ortopiroxeno y escaso clinopiroxeno, que yacen distribuidos en

una mesostasis vítrea. El vidrio contiene numerosas inclusiones pulverulentas, que lo hacen aparecer como una masa prácticamente opaca. La plagioclasa, que se encuentra exclusivamente en la pasta, es de composición labradorita sódica y está maclada comúnmente según la ley de Albita. Presenta cierta orientación, rodeando los fenocristales de olivina. La composición de los piroxenos no pudo ser determinada por su tamaño demasiado pequeño. Magnetita se encuentra preferentemente como inclusiones en la olivina.

Debido a que es una muestra aislada, sin información geológica pertinente, no se sabe con seguridad si la muestra estudiada es parte de una lava o de otro cuerpo volcánico. Empero, la gran vesicularidad de la roca es un indicio que permite inferir que corresponde a una lava.

Descripción de la buchita: La buchita aparece como inclusiones blanquecinas de tamaños variables que llegan a medir hasta 10 cm de diámetro. Todos los fragmentos tienen aspecto sacaroide, siendo bastante frágiles. Están atravesados por fracturas de recorrido generalmente recto que se adelgazan hacia el interior, siendo su relleno vidrio basáltico microvesiculoso. En algunos casos presentan ensanchamientos que dan origen a pequeñas cavidades globosas. El ancho mínimo de las fracturas rellenas por basalto, es de 0,03 mm y el máximo 2 mm.

Al microscopio se comprobó que en la buchita el cuarzo es el mineral más abundante y corresponde en su totalidad al mineral originario de la roca. Está atravesado por numerosas venas, producto de la fusión, que se entrelazan entre sí dejando al cuarzo como masas aisladas. Con todo, se alcanza a apreciar que el cuarzo, formaba un agregado cuyos granos llegaban a medir unos 10 mm de diámetro, poniéndose en contacto entre sí por bordes de implicación.

El *vidrio*, producido durante el proceso de pirometamorfismo, es incoloro, con fracturación perlítica. El índice de refracción, $n = 1,477$, indica una composición muy rica en sílice (Mathews, 1951). En las fracturas que están rellenas por vidrio basáltico pardo rojizo, existe una variación gradual en el índice de refracción, que va de $n = 1,582$ hasta $n = 1,519$. Es decir, esta variación gradual del índice de refracción del vidrio que rellena las fracturas, alcanza en su menor valor, a una magnitud muy próxima a la del vidrio, producto de la fusión de la inclusión.

A veces en lugar de interponerse vidrio de fusión, o sus productos de cristalización, entre granos relicticos de cuarzo se halla una fajita cuarzosa microgranular (Lám. I, fig. 2). El origen de este cuarzo, sumamente límpido, puede ser interpretado como una cristalización directa en lugar de formarse vidrio o tridimita.

La *tridimita* es el único mineral nuevo, si se exceptúa el cuarzo microgranular mencionado, formado durante los efectos del pirometamorfismo. El hábito que presenta no es constante y varía según la posición que ocupa en la textura, distinguiéndose dos tipos: 1º) prismático, es el más común, y se encuentra formando masas de aspecto plumoso, uniéndose los granos entre sí por líneas de sutura finamente sinuosas. Estas masas aparecen siempre en los espacios interrelicticos que representan las zonas de fusión y la orientación de los prismas de tridimita es perpendicular a los fragmentos de cuarzo que forman las paredes de estas venas. En el centro, en cambio, la orientación de los prismas es paralela a los bordes de las mismas. En ciertos casos los cristales prismáticos no están orientados como en el caso anterior, sino que llenan caóticamente espacios de formas irregulares. En todos los casos mencionados, hay cristales euedrales aislados, con forma de cuña y maclados por dos o tres individuos (Lám. I, fig. 5) ; 2º)

acicular, cuyos cristales tienen dimensiones de $0,8 \times 0,01$ mm, y forman un agregado tipo esponjoso. La tridimita con este hábito, se encuentra rellenando cavidades mayores que las que contienen la forma prismática, y son similares a vesículas, las cuales están parcialmente ocupadas por el vidrio basáltico (Lám. I, fig. 4).

El contacto entre la buchita y el basalto está caracterizado por una zona intermedia muy delgada, no continua, de 0,3 mm de ancho, en la cual cristales tabulares de ortopiroxeno yacen en una mesotaxis vítrea. De este modo, de la reacción del basalto con la inclusión, quedan muy escasos remanente, en contraste con lo que ha sido señalado para la buchita del Payún Matrú.

El haberse formado tridimita como único mineral nuevo, estaría indicando que la inclusión estaba constituida anteriormente, casi exclusivamente por cuarzo. Uniendo a esto la textura que presentan los relictos de los agregados de cuarzo, se podría concluir que la roca era un fragmento de cuarzo prácticamente puro.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Ambas buchitas estudiadas se encuentran incluidas en basaltos olivínicos. La temperatura de este tipo de lavas, entre 1.100 y 1.200° C (véase Eaton y Murata, 1960; Macdonald, 1963) es sensiblemente inferior al punto de fusión del cuarzo. Esto significa que la fusión de los xenolitos cuarzosos, evidenciada por la presencia de vidrio altamente silíceo, ha tenido lugar mediante la acción de fundentes.

Las impurezas que han obrado con el carácter de fundentes en el caso de la buchita de Payún Matrú han sido los minerales de la matriz, seguramente de naturaleza pelítica. Este criterio está apoyado texturalmente por el hecho que la fusión ha progresado hacia el interior de los granos de cuarzo a partir

de los espacios intergranulares. Mineralógicamente esta acción química se refleja por la presencia de cordierita y mullita (o sillimanita). En cambio, en las inclusiones de la Base Matienzo, que estaban constituidas prácticamente por cuarzo como único mineral, los primeros líquidos se habrían originado a partir de delgadas fracturas y los fundentes pudieron haber sido liberados por el basalto. Esta idea estaría apoyada por la presencia de vidrio a lo largo de guías, que estarían indicando la posición de las primitivas fracturas.

En cuanto a la interacción entre los productos de fusión de xenolitos cuarzosos y la lava hospedante, las observaciones hechas por Holgate (1954) lo llevaron a la conclusión que se regía por una relación de inmiscibilidad, la cual impediría que el xenolito se disolviera en la lava. Según este autor los xenolitos quedarían separados en tales casos del magma hospedante por una zona cuarzo feldespática, de naturaleza cristalina cuando la roca hospedante es holocristalina, y vítrea, cuando la misma es hialocristalina. Externamente habría una segunda zona constituida por un material ferromagnésico, originalmente piroxeno.

En cambio, tanto en la inclusión de la Base Matienzo como en la del Payún Matrú, se observan fenómenos de miscibilidad entre el líquido basáltico y el silíceo, producto este último de la fusión del xenolito. En la primera, dicha miscibilidad se manifiesta por la variación gradual de los índices de refracción del vidrio en las fracturas penetradas por el basalto (casos similares fueron notados por Searle, 1962a). En la segunda la miscibilidad de los líquidos puede apreciarse debido a la interposición entre el xenolito y el basalto hialocristalino de una zona vítrea con variación gradual de color (del pardo rojizo al incoloro) y también por hallarse incluidos en ella los fenocristales del basalto junto a los granos de cuarzo pertenecientes a la inclusión.

De todas maneras esta miscibilidad no condujo a un proceso completo que lograra la homogeneidad de los vidrios, lo cual se explicaría por el enfriamiento rápido de todo el conjunto, con el consecuente aumento de viscosidad o rigidez del nuevo vidrio formado, que impidió que el proceso se completara.

Respecto al origen de los minerales producidos durante el pirometamorfismo (cordierita, tridimita y mullita) se puede comprobar, por la textura, que cristalizaron directamente a partir del líquido. Ello es evidente no sólo porque se hallan exclusivamente en la zona de fusión, sino porque crecen también sobre las paredes de las venas rellenas por vidrio (compárese con: Thomas, 1922; Wyllie, 1961; Searle, 1962b).

En cuanto al hábito primático de la tridimita, que es característico de las buchitas descritas en este trabajo (las formas de cuñas son escasas), parece ser según Wyllie (1961), que es exclusivo de los fundidos naturales, ya que en los productos sintéticos el hábito es generalmente en forma de cuña o tabular. La formación de cristales aciculares de tridimita, en la inclusión de la Base Matienzo, fue favorecida por el hecho de haberse producido en cavidades semivacías.

La formación de tridimita como fase estable en el sistema monocomponental SiO_2 — de acuerdo a lo establecido por Fenner (1913) — ha sido puesto en duda más recientemente (Buerger, 1954; Holmquist, 1961; Wahl, Grim y Graf, 1961; Flörke, 1961), por el hecho que experimentalmente la tridimita no se forma a partir de sílice pura, sino de sistemas que contienen álcalis. Empero, Roy y Roy (1964) sostienen el primero de los criterios. Es interesante poner de relieve que en el caso de las buchitas del Payún Matrú y de la Base Matienzo los elementos de juicio de la observación petrográfica indican que la tridimita se ha formado en un sistema no puramente silí-

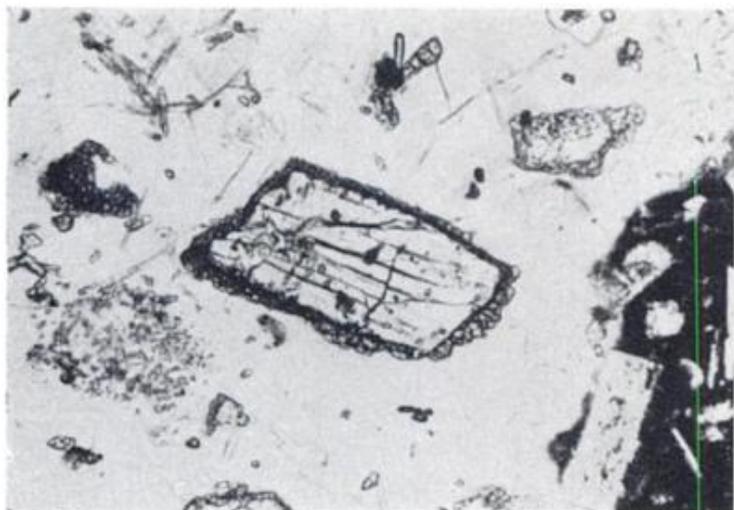
ceo, deducido del índice de refracción del vidrio y de la participación de fundentes en el proceso, lo cual concordaría con el segundo criterio.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS
EN EL TEXTO

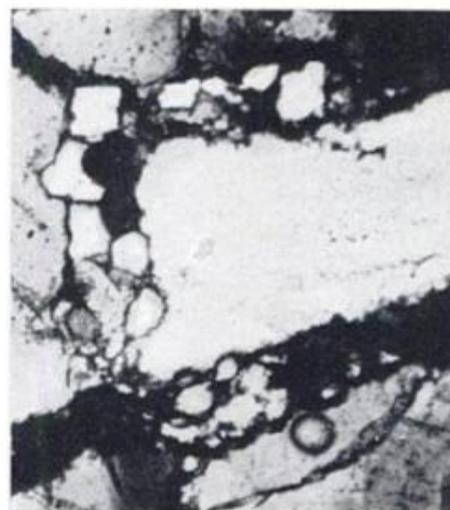
- Buerger, M. J., 1954. *Stuffed derivatives of the silica structures*. Am. Mineral, t. 39, pp. 600-614.
- Eaton, J. P. y Murata, K. J., 1960. *How volcanoes grow*. Science, t. 132, pp. 925-938.
- Fenner, C. N., 1913. *Stability relations of the silica minerals*. Am. Journ. Sci., t. 36, pp. 331-384.
- Flörke, O.W., 1961. *Die Kristallärten des SiO₂ und ihr Umwandlungsverhalten*. Ber. deut. Keram. Ges., t. 38, pp. 89-97.
- Fyfe, W. S., Turner, F. J. y Verhoogen, J., 1958. *Metamorphic reactions and metamorphic facies*. Geol. Soc. Am. Mem. 73.
- Holgate, N., 1954. *The role of liquid immiscibility in igneous petrogenesis*. J. Geol., t. 62, pp. 439-480.
- Holmquist, S. B., 1961. *Conversion of quartz to tridymite*. Jour. Am. Ceram. Soc., t. 44, pp. 82-86.
- Llambias, E. J., 1964. *Geología y petrografía del volcán Payún Matrú*. Tesis inéd. Fac. Cienc. Exact. y Nat., Univ. Bs. As.
- Macdonald, G. A., 1963. *Physical properties of erupting Hawaiian magmas*. Geol. Soc. Am. Bull., t. 74, pp. 1071-78.
- Mathews, W. H., 1951. *A useful method for determining approximate composition of fine-grained igneous rocks*. Am. Mineral., t. 36, pp. 92-101.
- Roy, D. M. y Roy, R., 1964. *Tridymite-cristobalite relations and stable solid solutions*. Am. Mineral, t. 49, pp. 952-962.
- Searley, E. J., 1962a. *Quartzose xenoliths and pyroxene aggregates in the Auckland basalts*. N. Z. J. Geol. Geophys., t. 5, pp. 130-140.
- Scarle, E. J., 1962b. *Xenoliths and metamorphosed rocks associated with Auckland basalts*. N. Z. J. Geol. Geophys., t. 5, pp. 384-403.
- Thomas, H. H., 1922. *On certain xenolithic Tertiary minor intrusions in the Island of Mull*. Quart. J. Geol. Soc., t. 78, pp. 229-259.
- Tröger, W. E., 1959. *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale*. Stuttgart.
- Wahl, F. M., Grim, R. E. y Graf, R. B., 1961. *Phase transformations in silica as examined by continuous X-ray diffraction*. Am. Mineral, t. 46, pp. 196-208.
- Wyllie, P.J., 1961. *Fusion of Torridonian sandstone by a picrite sill in Soay (Hebrides)*. Journ. Petrol., t. 2, pp. 1-37.

EXPLICACION DE LA LAMINA

- 1, Zona de transición entre el basalto y la buchita. Volcán Payún Matrú. Véase el clinopiroxeno con una corona formada por clinopiroxeno. Además, tablillas de plagioclasa y cristales aciculares de clinopiroxeno yacen inmersos en una matriz vítrea. Sin analizador. $\times 77$;
- 2, Buchita de la Base Matienzo. Fajita de cuarzo microgranular entre granos relicticos de cuarzo. Con analizador. $\times 77$;
- 3, ídem. Asociación de cristales de tridimita con forma prismática dispuestos en forma perpendicular a las paredes de las venillas de fusión. Se observan además cristales aislados de tridimita con forma de cuña, maclados. Con analizador. $\times 77$;
- 4, ídem. Cristales aciculares de tridimita desarrollados en cavidades parcialmente rellenas por vidrio. En el centro de esta cavidad se nota el espacio dejado por dos burbujas de gas. Sin analizador. $\times 77$;
- 5, ídem. Cristal de tridimita con forma de cuña, maclado. Con analizador. $\times 385$;
- 6, Payún Matrú. Granos relicticos de cuarzo con concavidades y fino aserramiento en sus bordes, dispersos en una matriz vitrocrystalina. Nótese la fracturación perlítica del vidrio, concéntrica con respecto a los granos de cuarzo. Cristales aciculares de mullita (o sillimanita) se destacan por su mayor relieve. Sin analizador. $\times 77$.



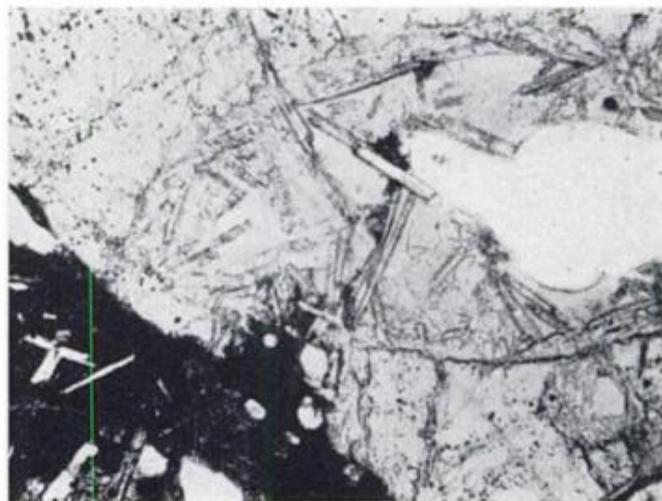
1



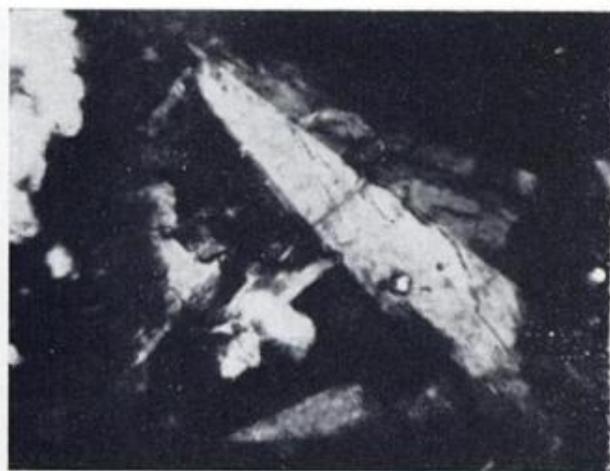
2



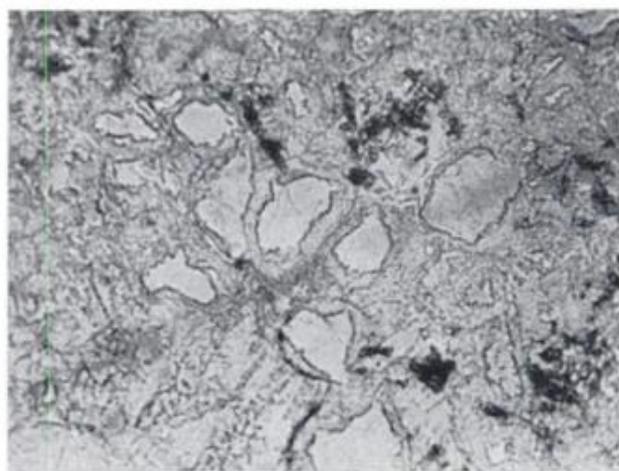
3



4



5



6

FORAMINIFEROS, EDAD Y CORRELACION ESTRATIGRAFICA
DEL SALAMANQUENSE DE PUNTA PELIGRO (45°30' S; 67°11' W)
PROVINCIA DEL CHUBUT¹

Por IGNACIO A. MENDEZ

RESUMEN

En este trabajo se describen e ilustran las principales especies de foraminíferos identificadas en las sedimentitas salamanquenses del perfil levantado en Punta Peligro (45° 30' S; 67° 11' W), Provincia del Chubut. Se establecen afinidades con microfaunas del Rocanense y con asociaciones paleocenas de EE. UU., Europa Noroccidental y Polonia. Tomando como elemento principal el estadio evolutivo de *Subbotina triloculinoides* (Plummer), se correlacionan las sedimentitas salamanquenses de Punta Peligro con el Daniano tipo (Dinamarca) y se les asigna edad daniana media a superior. Se incluye una síntesis de los principales antecedentes acerca del Salamanquense y se reseñan sus caracteres geológicos más salientes.

ABSTRACT

This paper contains both descriptions and illustrations of the principal foraminiferal species that have been found inside Salamanquian sediments, at Punta Peligro (45° 30' S; 67° 11' W) profile in the Argentine Republic. The microfauna presents affinities with those paleocenes from USA, Europa NW and Poland. On the main assumption that the evolutionary stage of the planktonic species *Subbotina triloculinoides* (Plummer) is identical to the specimens from the Middle-Upper Danian type beds (Denmark), this age is assigned to the Salamanquian-beds of Punta Peligro. A synthesis of bibliographic information on the Salamanca Formation and its more important geological characteristics, are also included.

INTRODUCCION

Durante los meses de febrero y marzo de 1964 integré, como Ayudante Geólogo del Instituto Nacional de Geología y Minería, la Comisión que tuvo a su cargo el levantamiento geológico de la Hoja 47-h Camarones, bajo la jefatura del Dr. Horacio H. Camacho.

Para ese entonces, la Sección Estratigrafía (hoy Departamento de Paleontología) venía considerando las posibi-

lidades que ofrecían este tipo de comisiones para la realización, simultáneamente con la tarea asignada, de trabajos estratigráficos de interés general. Consecuentemente, el Dr. Camacho me sugirió el levantamiento de perfiles que, como en el caso del Salamanquense, permitieran abordar el problema del límite Cretácico-Terciario con métodos micropaleontológicos.

La labor realizada en el campo consistió en el levantamiento de perfiles estratigráficos y en la recolección de muestras aptas para su posterior estudio micropaleontológico. El perfil que

¹ Trabajo realizado por cuenta del Instituto Nacional de Geología y Minería y publicado con autorización de sus autoridades.

aquí se estudia fue levantado en Punta Peligro (45°30' S; 67°11' W), Provincia del Chubut, sobre la costa del Golfo San Jorge, es decir, muy próximo a la zona de trabajo. El trabajo de laboratorio se realizó en el Departamento de Paleontología y comprendió la preparación de las muestras recogidas y la determinación de la microfauna hallada.

Corresponde señalar que este estudio ha sido presentado como Trabajo Final para optar a la Licenciatura en Ciencias Geológicas, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Finalmente, deseo expresar mi reconocimiento al Dr. H. Camacho, bajo cuya dirección se realizó este trabajo.

LAS SEDIMENTITAS DEL SALAMANQUENSE

1. PRIMERAS INVESTIGACIONES

En la última década del siglo pasado, Carlos Ameghino observó por vez primera la existencia de las capas marinas hoy conocidas como Salamanquense; esta observación tuvo lugar sobre la costa del Golfo San Jorge, en algún punto situado al noreste del Pico Salamanca.

En un primer momento, dichas sedimentitas fueron asimiladas con las aflorantes en el Pico Salamanca, que en realidad pertenecen a una transgresión más joven —la del Patagónico—; sobre la base de este error Ihering propuso, en 1903, el nombre “Salamanquense” para las mismas. Luego corregido por él y Florentino Ameghino a “Salamanquense” y más tarde castellanizado equivocadamente como “Salamanquense”.

En 1897, F. Ameghino lograba diferenciar estos estratos de los patagónicos, basándose en la presencia en ellos de una especie de ostra posteriormente definida como *Ostrea pyrotheriorum* Ihering¹; tal denominación hacía referencia a la suposición, en aquel entonces, de que las capas marinas en cuestión constituían intercalaciones en el complejo continental de los “Estratos de Pyrotherium”² los cuales, a su vez, integraban con el “Piso Schuense” la “Formación Guaranítica” de Florentino Ameghino.

Desde entonces, han sido numerosos los trabajos, de variada importancia, que han tratado sobre la posición estratigráfica y edad de las sedimentitas salamanquenses.

2. CARACTERES PRINCIPALES

“El Salamanquense se extiende como un manto continuo en la región situada al Oeste del Golfo de San Jorge, con un espesor cada vez decreciente hacia el Oeste y el Sur. En general transgrede sobre el Chubutense, del cual queda separado mediante una superficie de erosión, aún guardando con él, en extensiones no muy grandes, una posición más o menos paralela. Al Norte de la Punta Matalinares y en el valle del Río Chico, el Salamanquense se asienta directamente sobre la platea porfírica. Los afloramientos más extensos se encuentran en la franja costera entre el Pico Salamanca y Bahía Bustamante, y en el valle superior del Río Chico” (Feruglio, 1949, t. I, pág. 311).

El máximo espesor conocido es de, aproximadamente, 200 metros y ha sido registrado en el subsuelo de los alrededores de Comodoro Rivadavia. A partir de datos de perforaciones se ha reconstruido al siguiente perfil litológico general del Salamanquense, el cual es una síntesis del que describe Feruglio (1949, t. I, págs. 308-309). De arriba hacia abajo:

¹ Actualmente *Odontogryphea pyrotheriorum* (Ihering).

² Los “Estratos de Pyrotherium” incluían los actualmente denominados Riochiquense y Tobas de Sarmiento.

IV - BANCO VERDE. Areniscas glauconíferas de grano fino hasta muy grueso, que incluyen a menudo fragmentos de madera carbonizada, dientes de seláceos y, en la base, restos de moluscos marinos, por lo común descalcificados. Las areniscas alternan con intercalaciones arcillosas. Este banco está cubierto en concordancia por uno de arcilla gris oscura hasta negra, el llamado Banco negro inferior, que se ha tomado como horizonte basal del Riochiquense.

III - "FRAGMENTOSA". Arcillas grises, algo endurecidas, de fractura concoide, que contienen delgadas capas hasta bancos areniscosos o arenicoso-arcillosos glauconíferos. Encierran fósiles marinos, como ser: escamas y dientes de peces, colonias de biozoarios, conchillas de braquiópodos y especialmente de moluscos, los cuales son más abundantes en las intercalaciones areniscosas que en las arcillas: 130-140 m.

II - GLAUCONITICO. Areniscas glauconíferas finas y gruesas (de grano más grueso en la base), en ocasiones con capas y lentes arcillosos, que contienen dientes de seláceos y escasos restos de moluscos marinos: 10-30 m.

I - LIGNITIFERO. Arcillas grises, en general finamente estratificadas, con delgados horizontes areniscosos; contienen abundantes restos carbonizados de vegetales, por lo común indescifrables, pero a veces fragmentos de tallos, hojas de mono y dicotiledóneas y más raramente frondes de helechos. Este banco está des-

provisto, o casi desprovisto, de fósiles marinos: desde algunos metros hasta 15 ó 20.

En síntesis, las capas salamanquenses fueron depositadas por un mar relativamente playo que avanzó en dirección este-oeste. Al principio se originó una facies costanera con gran influencia terrígena (Lignitífero) y posteriormente sobrevino una exondación con predominancia de arcillas y areniscas glauconíferas.

La estratificación entrecruzada es bastante frecuente, indicando la existencia de fuertes corrientes. En diversas zonas se ha observado una fase regresiva póstuma, caracterizada por sedimentos con gran aporte continental y por horizontes con madera silicificada.

3. CONTENIDO FAUNÍSTICO Y ANTECEDENTES MICROPALAEONTOLÓGICOS

La megafauna contenida en estas sedimentitas está integrada, en su mayor parte, por especies locales de difícil identificación con las de otras regiones. Entre las formas más características se hallan *Cubitostrea ameghinoi* (Ihering) y *Odontogrypha pyrotheriorum* (Ihering), dos géneros que parecen tener un biocrón bastante restringido.

Feruglio (1935, 1936 y 1949) hizo un análisis de esta fauna para llegar, entre otras, a las siguientes conclusiones:

- i - El 67 % de las 55 formas de invertebrados conocidos en el Salamanquense son exclusivos de esta formación;
- ii - No se hallan presentes las formas más comunes del Senoniano de Chile y de la Patagonia austral y central (amonites y los géneros *Trigonia*, *Inoceramus*, *Pugnellus* y *Cinulia*).
- iii - En conjunto, la fauna salamanquense presenta la mayor afinidad con la del Rocanense,

aunque está más relacionada que ésta con las del Patagónico y del Terciario de Chile.

En lo que respecta a la microfauna salamanquense, la primera mención detallada sobre la presencia de foraminíferos corresponde a Wichmann (1921). El trabajo consistió en el estudio micropaleontológico de muestras provenientes de diecisiete perforaciones realizadas en el subsuelo de la zona petrolífera de Comodoro Rivadavia. Se suministra la nómina de los pozos señalándose, en cada caso, la profundidad de la muestra productiva. Al respecto, Wichmann dice: "En una gran parte de pozos pude constatar las conchas diminutas de estos rhizópodos entre 350 y 490 metros de profundidad. La mayoría de las formas pertenece a los géneros *Cristellaria* y *Rotalia* los cuales se presentan abundante especialmente en los pozos 47, 51 y 64". Además, agrega el siguiente detalle:

<i>Lagena</i>	Pozo 64	418,20-23 m
<i>Nodosaria</i>	Pozo 64	418,20-23 m
<i>Dentalina</i>	Pozo 47	414,30 m
<i>Fronicularia</i>	Pozo 21	342,35 m
<i>Rotalia</i>	Pozo 49	367,94-73 m

L. Déletang (1922) se refiere a restos encontrados por Wichmann en Comodoro Rivadavia: "Entre los estratos que encierran el horizonte petrolífero de Comodoro Rivadavia encuéntrase una rica fauna de foraminíferos cuyas principales especies pertenecen a los géneros *Cristellaria*, *Rotalia*, *Nodosaria*, *Uvigerina*, *Polystomella*, *Textularia*, *Spiroculina*, etc. En algunos lugares esta fauna se halla acompañada por una flora de diatomeas disciformes cuyo estudio es muy interesante, pues se trata de sedimentos relativamente antiguos pertenecientes al SENONIANO".

María Casanova (1930) cita algunos foraminíferos extraídos de muestras del Pozo 860 de C. Rivadavia. De acuerdo con el perfil de la perforación de

referencias, la base del Salamanquense se encuentra a 452 m de profundidad. Si bien los escasos foraminíferos hallados por Casanova se extrajeron de profundidades mayores que 452 m., correspondiendo —por lo tanto— a sedimentitas del Chubutiano, resulta de interés consignar la información. Se menciona "posibles *Lagena* asociados con glauconia" a 810-814 y 853 m de profundidad; también, "pequeños *Rotalidae* de 0,03 mm, silicificados" a 1.451 m. Más adelante agrega: ". los foraminíferos, como también la glauconia, observados en el Chubutiano del pozo 860, son de tipo diferente a los del Salamanquense de Comodoro Rivadavia, descritos por Wichmann. Podemos entonces admitir que en el tiempo de la deposición de los estratos Chubutianos, hubo, por lo menos, tres ingresiones marinas de poca duración".

Al año siguiente, Casanova (1931) publicó un excelente trabajo sobre la petrografía de las sedimentitas atravesadas por las perforaciones de C. Rivadavia y sus alrededores. Considero de utilidad transcribir algunas de las interesantes observaciones efectuadas por la citada investigadora en los distintos miembros del Salamanquense. En el Banco verde: "...hallé pequeños foraminíferos de tipos diferentes (*Textularidae*, *Cristellaria*, *Globigerinidae*, *Rotalidae*)". En la "Fragmentosa": "Por lo que se refiere a los restos orgánicos, esta formación está caracterizada, en todo su espesor, por la presencia continua (sobre todo en las partes pelíticas) de pequeños foraminíferos: en general son de sustancia calcítica, límpida y hialina, o piritizados en parte, más raramente piritizados por completo y casi nunca rellenos por glauconita; por su extrema pequeñez (0,08-0,20 mm), es posible hallarlos completos sin que sean aplastados o deformados por la presión de la roca, relativamente blanda; están representados por varios tipos, pertenecientes a las familias *Rotalidae*, *Globigerinidae*, además

de unas escasas *Lagenae*". En el Glauconítico: "Los foraminíferos los he hallado, pero en escasa cantidad y sólo en pocos pozos (Pozo D-4 y Pozo 942); ellos están siempre representados por individuos muy pequeños, en su mayor parte piritizados, pertenecientes a tipos distintos: *Textularidae*, *Lagenidae* (*Cristellaria*), *Globigerinidae*, *Rotalidae*. Según el Dr. Fossa-Mancini, en el Glauconítico del pozo 942 (a la profundidad de 516-518 metros bajo el nivel del mar) un fragmento de dimensiones mayores (aproximadamente un milímetro de diámetro) podría pertenecer a la subfamilia *Orbitoidinae*, posiblemente al género *Lepidorbitoides*".

I. R. Cordini (1932) realizó el estudio micropaleontológico de 1 gramo de muestra tomada entre 534 y 542 m de profundidad, en el pozo L.4. La perforación está ubicada en la zona adyacente al Golfo San Jorge, en las cercanías del Río Chico, a 55 km al oeste de la costa, en latitud levemente al norte de C. Rivadavia. Interesa señalar que la muestra fue extraída a no más de 15 m debajo del techo del Salamanquense, el cual en ese lugar tiene 110 m de espesor. Si bien la clasificación de los escasos ejemplares de foraminíferos realizada por Cordini no es más que genérica, este trabajo resulta, aún hoy, una contribución de importancia. Ello se debe, principalmente, a la calidad de las ilustraciones y a la precisión de las escuetas descripciones. Es así como puede inferirse la presencia de especies posteriormente determinadas por otros autores sobre la base de muestras de diversas localidades: además, la ilustración del fragmento de un ejemplar de "Globigerinidae" hace suponer, con fundamento, que se trata de alguna forma afín a *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann), especie típica del Daniano.

El primer estudio completo de una fauna de foraminíferos fósiles de la República Argentina fue publicado por H. H. Camacho (1954). La microfau-

na fue extraída de muestras correspondientes a dos perforaciones del subsuelo de C. Rivadavia, en sedimentitas del Salamanquense. Los ejemplares del Pozo nº 46 habían sido recogidos por Wichmann años antes, pero permanecían, a la sazón, sin clasificar. El Salamanquense registra allí —según un perfil del propio Wichmann que se halla reproducido en el trabajo de Camacho— un espesor de 240 m; el horizonte del cual provino la microfauna está a 55-60 m debajo del techo.

Con excepción de *Nodosaria affinis* Reuss, todas las especies descritas e ilustradas fueron definidas entonces por vez primera. La nómina completa de las formas citadas es la siguiente:

- Lenticulina rivadaviensis* Camacho
- Planularia wichmanni* Camacho
- Planularia chubutensis* Camacho
- Planularia curviformis* Camacho
- Marginulina delecta* Camacho
- Dentalina* sp. Camacho (pl. 5, fig. 4)
- Dentalina* sp. Camacho (pl. 6, fig. 14)
- Dentalina astrae* Camacho
- Nodosaria affinis* Reuss
- Frondicularia superbissima* Camacho
- Lagena* sp. Camacho
- Guttulina rivadaviensis* Camacho
- Sigmomorphina translucida* Camacho
- Buliminella isabelleana* Camacho
- Loxostomun* (?) sp. Camacho.
- Gyroidina patagonica* Camacho
- Eponides perspicax* Camacho
- Discorbis luciferus* Camacho
- Anomalina elegantoides* Camacho
- Cibicides globosus* Camacho
- Cibicides superbus* Camacho

Sobre la base de las similitudes que esta fauna presenta con la de Gulf Coast Region, en los EE. UU., Camacho refirió las sedimentitas del Salamanquense al Daniano, entonces ubicado en el Cretácico Superior. De la lista transcripta más arriba surge claramente la ausencia casi total de formas planctónicas, hecho que torna muy di-

ficultosa la tarea de correlación estratigráfica.

El trabajo de Camacho pertenece a una etapa distinta en la lenta evolución de la micropaleontología en nuestro país. Así, puede subrayarse lo siguiente: la clasificación llega a la categoría de especie; las descripciones son completas; todas las formas han sido ilustradas; se extraen conclusiones estratigráficas; el estudio fue publicado en una revista especializada de difusión mundial.

J. P. H. Kaasschieter (1963) menciona algunos foraminíferos del Salamanquense, pero no los describe ni ilustra, omitiendo, además, citar la localidad, afloramiento o perforación que proporcionó la microfauna; tampoco especifica la naturaleza litológica ni el horizonte o banco del cual provino la muestra. El trabajo estudia la geología de la Cuenca del Colorado sobre la base de testigos de perforaciones. Al respecto, Kaasschieter expresa¹: “En la parte más occidental del área estudiada, el mar daniano dejó calizas de algas y de briozoarios, diferenciadas como Formación El Fuerte. Estas calizas están presentes a lo largo del borde oriental del Escudo Patagónico y pueden ser seguidas hacia el sur hasta la Cuenca de San Jorge, donde aparecen cubiertas por — o intercaladas dentro de — los depósitos arcillosos a margosos del “Salamanquense”. La microfauna de las formaciones Pedro Luro y Roca, así como del “Salamanquense”, es principalmente de tipo planctónico”.

Las especies citadas son:

- Globigerina pseudobulloides* Plummer
- Globigerina triloculinoides* Plummer
- Globigerina compressa* Plummer
- Globigerina daubjergensis* Brönnimann
- Chiloguembelina* cf. *midwayensis* (Cushman)

¹ Traducido del original en inglés.

Según Kaasschieter “esta asociación es similar a la de las capas tipo del Daniano”.

4. LOCALIDAD TIPO

El lugar preciso de donde fueron extraídos los fósiles que permitieron diferenciar el Salamanquense no ha sido indicado con exactitud. Carlos Ameghino, quien efectuó la recolección del mencionado material paleontológico, únicamente mencionó como punto de referencia el Pico Salamanca, donde, como es sabido, afloran capas patagónicas.

Sobre la costa del Golfo San Jorge, en las cercanías del Pico Salamanca, el Salamanquense aparece recién en Punta Peligro o Punta de las Ostras, unos quince kilómetros al noreste de dicho pico. A partir de esa localidad, hacia el norte, se suceden en forma saltuaria numerosos afloramientos de variado desarrollo, formando una angosta faja costanera que llega hasta Bahía Bustamante.

Sin embargo, tres breves referencias bibliográficas parecen indicar que la localidad del descubrimiento habría sido Punta Peligro, es decir, el lugar donde se halla el afloramiento costanero más cercano al Pico Salamanca.

La primera alusión, que corresponde a Doello Jurado (1922), dice lo siguiente: “Schiller tiene razón al decir que en el mismo Pico Salamanca no existen las capas de este nombre, o que al menos no es allí donde los primeros fósiles característicos fueron recogidos. Carlos Ameghino, a quien he pedido verbalmente una aclaración, me ha manifestado y autorizado a hacerlo público, que en realidad los fósiles que Ihering y Florentino Ameghino mencionaron como del Pico Salamanca proceden de unas dos o tres leguas más al norte, sobre la costa del golfo San Jorge”.

Otra referencia es la que pertenece a Celeste (1940), quien expresa: “...este

error se explica, pues dichos autores quisieron encontrar el Salamanqueano en el Pico Salamanca, distante, como ya he dicho, unas tres leguas al sudoeste de Punta Peligro, donde se halla el afloramiento típico de la formación”.

Finalmente citaremos la opinión de Bordas (1945): “Este término no ha sido empleado hasta ahora y he decidido usarlo porque en el sentido mundial, el afloramiento marino que tiene por localidad típica Punta Peligro o Punta de las Ostras, es una “edad”: la edad Salamancana”.

5. EDAD Y RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS

Debido a las similitudes que se observan entre las capas salamanquenses y las rocanenses, el problema de la edad de ambas ha sido frecuentemente tratado en forma conjunta. Los numerosos juicios emitidos acerca de la edad del Salamanquense y de su relación estratigráfica con respecto al Rocanense, han sido alternativamente dispares. En el cuadro siguiente se ofrece una síntesis de las principales opiniones formuladas hasta el presente.

Autor	Edad	Relación con el Rocanense		
		ant.	síncrón.	post.
Ihering, 1897	TERCIARIO			
Ameghino, 1898	DANIANO ²		×	
Ameghino, 1900/06	CENOMANIANO			×
Ihering, 1903/07	DANIANO ²			×
Wilckens, 1905/24	DANIANO ²		×	
Stappenbeck, 1909	SENONIANO SUPERIOR			
Keidel, 1917	MAESTRICHTIANO			
Windhausen, 1918/19	EOCENO INFERIOR		×	
Ihering, 1919/24	DANIANO		×	
Doello Jurado, 1922	CRETACICO SUPERIOR			
Windhausen, 1924/25	DANIANO ²		×	
Schiller, 1925	SENONIANO		×	
Gerth, 1925	DANIANO ²		×	
Keidel, 1925	SENONIANO SUPERIOR	×		
Wichmann, 1927	SENONIANO	×		
Ihering, 1927	PALEOCENO		×	
Huene, 1928/29	SENONIANO	×		
Feruglio, 1929	SENONIANO	×		
Hemmer, 1929	SENONIANO	×		
Tapia, 1929	SENONIANO			
Groeber, 1929/31	SENONIANO	×		
Windhausen, 1931	SENONIANO	×		
Frenguelli, 1931	DANIANO ²	× ⁴	× ⁴	
Frenguelli, 1933	DANIANO ²			×
Gerth, 1935	MAESTRICHTIANO	×		
Cabrera, 1936	CRETACICO SUPERIOR	×		
Celeste, 1940	DANIANO ² -TERCIARIO BASAL		× ⁴	× ⁴
Simpson, 1940	DANIANO ² -MONTIANO			
Piatnitzky, 1942	DANIANO ²			
Stenzel, 1945	TANECIANO o YPRESIANO		×	
Bordas, 1945	DANIANO ² -PALEOCENO BASAL			×

Autor	Edad	Relación con el Rocanense		
		ant.	sincrón.	post.
H. Ducloux, 1946	DANIANO ²		×	
Feruglio, 1949	DANIANO ²		×	
Camacho, 1954	DANIANO ²			
Groeber, 1955	SENONIANO y MONTIANO			×
Y.P.F. ⁴ , 1960	PALEOCENO INFERIOR		×	?
Jeletzky, 1960	DANIANO		×	
Jeletzky, 1962	POS-DANIANO		×	
Kaasschieter, 1963	DANIANO		×	

¹ Ver lista de trabajos citados en el texto. (Criado Roque, P. et alt.).

² Estos autores incluían al Daniano en el Cretácico. ³

³ No se define con respecto a la posición del Daniano.

⁴ Significa en parte.

EL SALAMANQUENSE DE PUNTA PELIGRO

GEOLOGÍA

La cuenca del Golfo San Jorge, parte de la cual constituyó el receptáculo de los sedimentos salamanquenses, parece haberse extendido, en sentido norte-sur, sobre una ancha franja que ocupa la región central de la Provincia del Chubut, llegando por el norte hasta la parte austral de Río Negro, y por el sur hasta la latitud de Puerto Deseado. Esta área se halla actualmente en posición mediterránea, con excepción del tramo, relativamente corto, que abarca algo más del tercio medio del Golfo San Jorge.

El perfil generalizado de la cuenca, reconstruido con datos de perforaciones en la zona de Comodoro Rivadavia, puede sintetizarse como sigue. De abajo hacia arriba:

“*Serie Tobifera*”, 2.000 m de espesor: tobas, areniscas y lutitas oscuras muy compactas, con niveles de calcáreos oolíticos (Jurásico - ? Cretácico Inferior) ;

————— Discordancia —————

Chubutense, 1.200 m de espesor: arcillas con intercalaciones de areniscas lenticulares y muy homogéneas. En distintos niveles predominan tobas duras y tufitas (Cretácico Superior) ;

————— Discordancia —————

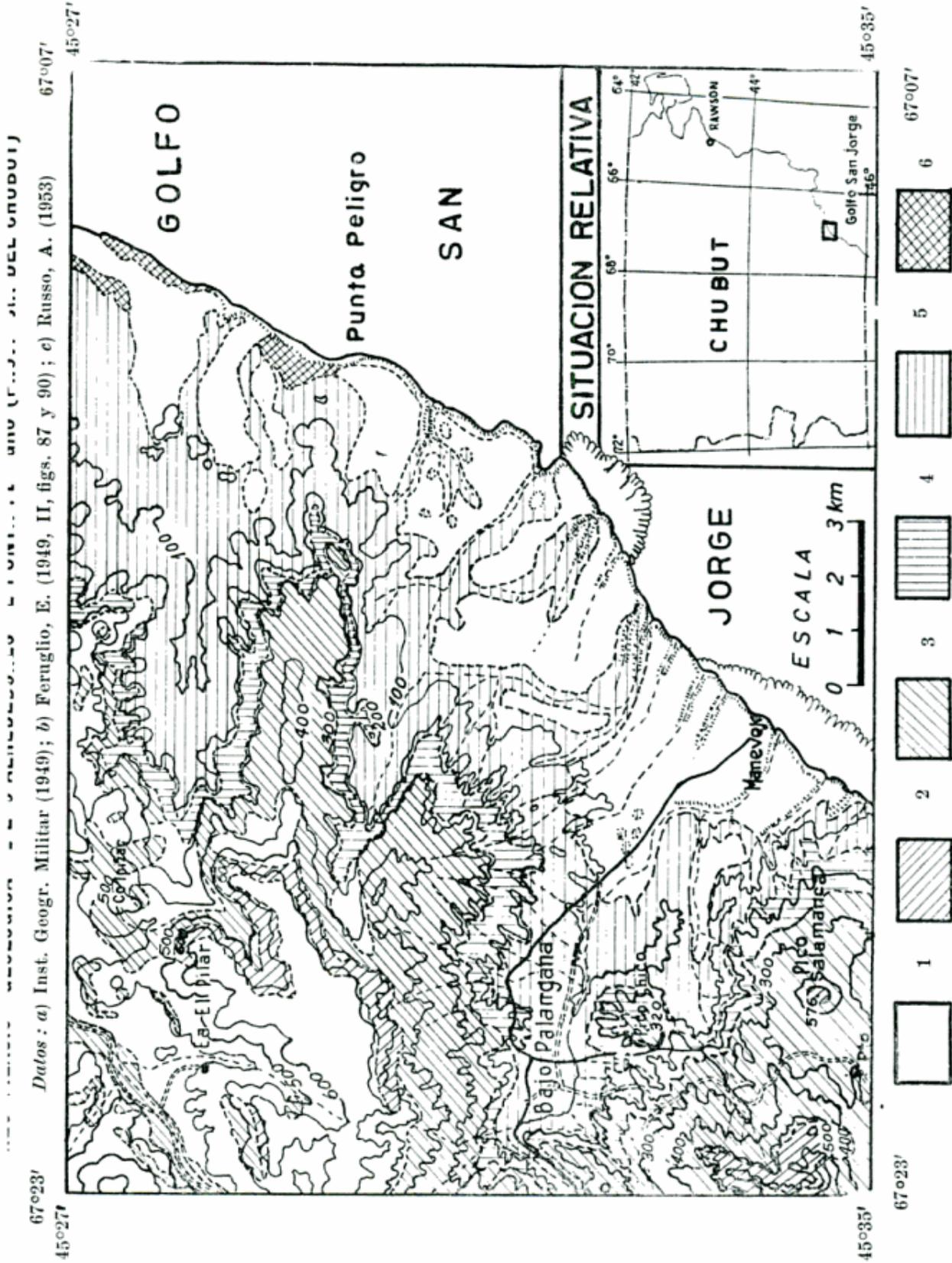
Salamanquense, 200 m de espesor: se compone de cuatro miembros (Lignífero, Glauconítico, “Fragmentosa” y Banco verde), cuyos caracteres litológicos se detallan en pág. 129 (Paleoceno Inferior) ;

————— Discordancia ? —————

Riochiquense, 300 m de espesor: comienza con el Banco negro inferior, verdadero miembro guía en la mayor parte del área de afloramientos. Siguen areniscas y areniscas conglomerádicas de colores claros, con intercalaciones de color ladrillo y violáceas (Paleoceno Superior) ;

Sarmientense, 100 m de espesor: tufitas arcillosas grises, de tonalidades claras, verdosas y rosadas (Eoceno - ? Oligoceno) ;

————— Discordancia —————



Referencias: 1, Aluviones y Cuartario indiferenciado; 2, Santacrucense; 3, Patagónico; 4, Sarmientense; 5, Riochiquense; 6, Salamanquense. (No existiendo aún criterio definitivo acerca de la categoría que corresponde a cada una de las entidades estratigráficas aflorantes en la zona, se las menciona con una de sus denominaciones usuales, sin que la uniformidad en las designaciones signifique abrir juicio sobre el tema).

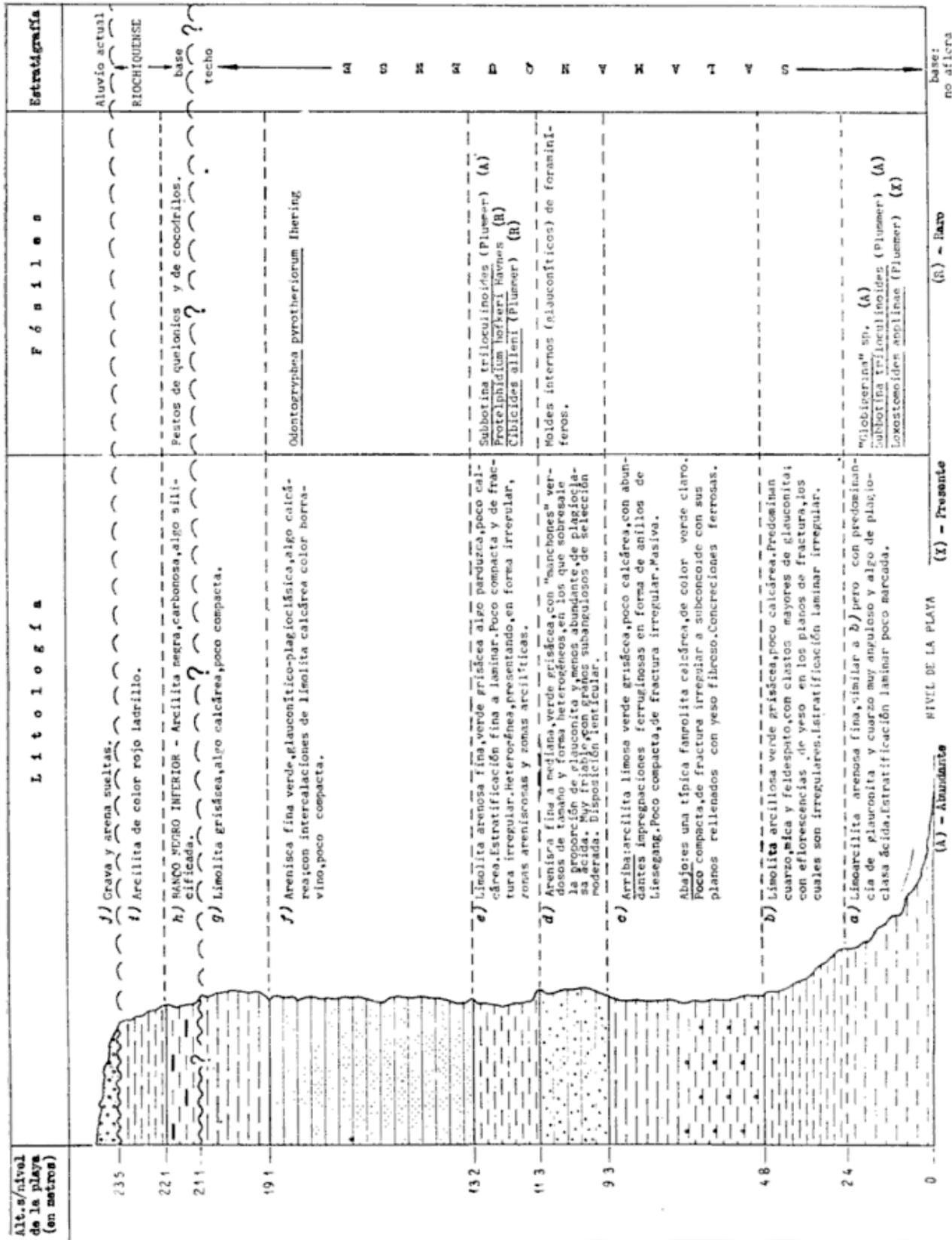


Fig. 4 - Dado al costado, costanera de Punta Paloma (45°30'S, 67°11'W) Provincia del Chubut

Patagoniense, 250 a 350 m de espesor: se diferencian tres miembros. El inferior está constituido por areniscas gris-verdosas y ocráceas, alternando con tobas cineríticas. El miembro medio consta de areniscas gris-amarillentas con intercalaciones de arcilitas tobáceas, finalizando con bancos duros con *Turritella*. La parte superior está formada por arcilitas cineríticas, algo calcáreas, gris-verdosas y por areniscas (Oligoceno - ? Mioceno) ;

Santacruzense, 250 m de espesor: areniscas en general poco consolidadas, con estratificación entrecruzada y ondulitas, tobas arenosas y tobas cineríticas gris-verdosas y amarillentas, bien estratificadas, alternando laminarmente con areniscas pardas, duras (Mioceno) ;

————— Discordancia —————

Rodados Tehuelches (Pleistoceno).

Sin embargo, como se ha dicho, los afloramientos más importantes del Salamanquense se encuentran en la costa del Golfo San Jorge, permaneciendo en el subsuelo los mayores espesores. En ninguna parte de la región costanera, salvo un par de reducidos afloramientos aislados, aparece el contacto inferior de la sección salamanquense aflorante.

Las relaciones estratigráficas que se observan en los afloramientos del área adyacente a Punta Peligro (45° 30' S; 67° 11' W) son esencialmente las mismas que las señaladas en el perfil generalizado. El bosquejo geológico de la región muestra que no afloran allí rocas anteriores al Salamanquense, y que los espesores son sensiblemente menores que los registrados en el subsuelo de C. Rivadavia. Es obvio que esto se explica teniendo en cuenta la posición del área de Punta Peligro, más cercana al borde de la cuenca.

El material micropaleontológico cuyo estudio constituye la parte principal del presente trabajo, proviene del perfil levantado en la barranca marítima de Punta Peligro. Yendo hacia esa localidad —desde el sur— la barranca del acantilado va mostrando, sucesivamente, niveles cada vez más inferiores del Riochiquense; llegando a Punta Peligro aparece la base de esta formación, el típico Banco negro inferior, suprayaciendo a los estratos más altos del Salamanquense. La inclinación regional ESE de la secuencia, apenas perceptible, hace que en la misma Punta las sedimentitas salamanquenses presenten un espesor aflorante cercano a los 20 m.

El perfil que se detalla en figura 1 corresponde al corte de la barranca, unos doscientos metros al norte de Punta Peligro. El mismo muestra la típica alternancia de arcilitas y areniscas glauconíferas que caracteriza a los afloramientos costaneros. No obstante, debe señalarse la irregularidad de la estratificación, especialmente en lo referente a la variación lateral en los espesores de los respectivos bancos. Es frecuente observar el carácter lenticular de los bancos de arenisca y el acuñaamiento de las capas arcilíticas. Esto hace que la secuencia litológica representada en el perfil solamente pueda seguirse, con el detalle indicado, a través de algunos centenares de metros.

La mineralogía de las muestras se compone de plagioclasa ácida, muchas veces con estructura zonal, sub-angulosa y fresca; feldespato potásico igualmente fresco y sub-anguloso; cuarzo muy límpido, de superficies algo pulidas; en menor proporción, hornblenda, clinopiroxeno y minerales opacos. La glauconita forma proporciones variables, pero nunca más del 40 % (las proporciones entre los tres componentes mayores suelen variar, pero sin que ninguno de ellos llegue a predominar marcadamente sobre los demás). Esta mineralogía corresponde a una provenien-

cia de rocas ígneas ácidas y mesosilíceas, principalmente volcánicas.

Realizados el muestreo, la disgregación y el análisis micropaleontológicos en el perfil de Punta Peligro, se han hallado foraminíferos —en cantidad y estado de conservación aptos— en los bancos *a* y *e*; en el banco *d* son abundantes los moldes internos, glauconíticos, de foraminíferos.

MICROPALAEONTOLOGÍA

La microfauna proveniente de las sedimentitas salamanquenses de Punta Peligro aparece, en general, en excelente estado de conservación, siendo los foraminíferos el grupo notablemente mejor representado; también se han hallado, aunque en proporción mucho menor, ostrácodos, espículas de esponjas y dientes de seláceos, entre otros.

El presente estudio micropaleontológico se aplicó a la determinación específica de los foraminíferos; para tal fin se ha utilizado la bibliografía especializada— nacional y extranjera— existente en nuestro medio y, en ciertas ocasiones, recurrióse a la comparación con material de otras colecciones.

En los casos en que no se logró llegar a las determinaciones específicas, igualmente se efectuaron —con el mayor detalle posible— las respectivas descripciones. No obstante, en mérito a que dichas descripciones no aportan a las conclusiones estratigráficas del presente trabajo, se ha considerado oportuno no incluirlas, excepción hecha de *Globigerina* sp., en esta publicación. Las referidas descripciones, con sus correspondientes ilustraciones, pueden verse en el trabajo original: “Micropaleontología del Salamanquense de Punta Peligro, provincia del Chubut”, por I. A. Méndez, 1966 (Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Inédita).

Teniendo en cuenta el carácter revisionista y lo reciente de la obra, se ha

seguido la clasificación sistemática propuesta en “Treatise on Invertebrate Paleontology”, vol. 2, part. C. 2 (Loeblich y Tappan, 1964).

Las ilustraciones de los foraminíferos han sido realizadas con notable esmero por el dibujante señor San Martín Ponce, mediante la observación microscópica de los ejemplares y sobre esquemas previamente bosquejados con el auxilio de una cámara clara aplicada a la lupa binocular “Reichert”.

EL LÍMITE CRETÁCICO-TERCIARIO Y LA POSICIÓN DEL DANIANO

Antes de tratar sobre las afinidades y la edad de la microfauna de Punta Peligro, resultará de utilidad hacer una referencia estratigráfica de carácter general acerca del límite Cretácico-Terciario, teniendo presente que el Salamanquense ha sido alternativamente referido al Cretácico Superior y al Terciario Inferior (ver págs. 133-4).

En la actualidad, es cada vez mayor el número de autores que aceptan colocar el límite Cretácico-Terciario entre el Maestrichtiano y el Daniano, fundamentando esa actitud en criterios paleontológicos referidos a ciertos grupos. Además de las argumentaciones sustentadas en la extinción de los inocerámidos, de los Bellemitellidae, de los amonites, de los dinosaurios, etc., pueden mencionarse las investigaciones de Loeblich y Tappan (1957) y de Troelsen (1957) sobre cambios fundamentales en los foraminíferos planctónicos; las de Rosenkrantz (1960), acerca de los moluscos del Daniano; las de Poslavskaya y Moskvina ((1960), referentes a importantes diferencias existentes en los equinoideos espatángidos daniano-paleocenos con los del Maestrichtiano, por una parte, y con los del Neógeno, por la otra, al punto que no solamente avalan la opinión actual sobre el límite Cretácico-Terciario, sino que argumentan convincentemente en favor de la inclusión del Daniano en el Paleoceno.

CUADRO I
Especies de Punta Peligro citadas en el Paleoceno de otras regiones

República Argentina		Texas		California		N. Jersey		Europa NW		Polonia	
		Midway		Paleoceno		Paleoceno		Dan.		Terciario	
		Kincaid	W. Point	Inf.	Sup.	Dan.	Mont.	Maes.	Dan.	Mont.	
Salamanquense		Rocanense									
	(1)	(2)	(3)	(4)							
Punta Peligro											
<i>Citharina multicosata</i>	X	X	X	X							
<i>Dentalina</i> cf. <i>D. consobrina</i>	X	X	X	X							
<i>Lagena laevis</i>	X	X	X	X							
<i>Globulina gibba</i>	X	X	X	X							
<i>Guttulina problema</i>	X	X	X	X							
<i>Oolina acuticosta</i>	X	X	X	X							
<i>Oolina borealis</i>	X	X	X	X							
<i>Buliminella isabelleana</i>	X	X	X	X							
<i>Buliminella parvula</i>	X	X	X	X							
<i>Buliminella pulchra</i>	X	X	X	X							
<i>Loxostomoides applinae</i>	X	X	X	X							
<i>Protelphidium hofkeri</i>	X	X	X	X							
<i>Subbotina triloculinoides</i>	X	X	X	X							
<i>Cibicides alleni</i>	X	X	X	X							
<i>Gyroidinoides patagonica</i>	X	X	X	X							
<i>Anomalinoidea</i> aff. <i>burlingtonensis</i> .	X	X	X	X							

(1) Subsuelo de Comodoro Rivadavia.

(2) General Roca, Río Negro.

(3) Río Chico, Chubut.

(4) Cuenca de Añelo, Neuquén.

(5) Paleoceno Superior.

No obstante lo antedicho, existen autorizados juicios que sugieren no innovar en la materia hasta tanto las investigaciones sobre cambios evolutivos comprendan a un número mayor de grupos paleontológicos. En tal sentido, Rasmussen (1965) señala los inconvenientes que causaría a los estudiosos la utilización de una bibliografía anárquica.

AFINIDADES Y EDAD DE LA FAUNA

Con el objeto de intentar establecer afinidades con asociaciones faunísticas presentes en otras áreas y determinar su edad, la microfauna estudiada ha sido agrupada en dos conjuntos de acuerdo con el valor asignado, para esos fines, a cada una de las 27 formas que la integran.

En el primer grupo figuran 15 especies (cuadro I), cada una de las cuales reúne las condiciones que se enuncian a continuación:

- a) abundancia de ejemplares o ejemplares en buen estado de conservación;
- b) ha sido comparada con ejemplares de otras colecciones y/o figura claramente descrita e ilustrada en la bibliografía consultada.

Se incluyen en otro grupo aquellas formas que cuentan con un número suficiente de ejemplares bien conservados, pero que no han sido asignadas a especie por cuanto su clasificación habría demandado alguna de las siguientes exigencias, no satisfechas en esta oportunidad:

- a) material de comparación;
- b) material bibliográfico adicional;
- c) utilización de determinadas técnicas de observación y/o de instrumental adecuado.

A este conjunto pertenecen: "*Globigerina*" cf. "*G.*" *kozłowskii* Brotz. & Po-

zar., "*Globigerina*" sp., *Dentalina* cf. *D. consobrina* d'Orb., *Guembelitra* sp., *Buliminella* sp. 1, *Buliminella* sp. 2, *Cibicides* sp. 1, *Cibicides* sp. 2, *Cibicides* sp. 3, *Anomalinoides* sp. y *Alabamina* sp.; en la presente publicación sólo se incluyen las descripciones e ilustraciones de las dos primeras especies mencionadas.

Resta, finalmente, *Astacolus nuda* (Reuss) con un solo ejemplar (fragmentado) presente y cuyas descripciones e ilustraciones de la bibliografía consultada muestran diferencias que tornan dudosa su determinación. El ejemplar de Punta Peligro concuerda, en líneas generales, con la descripción original de *Cristellaria nuda* Reuss (1862) y con la ilustración de *Lenticulina nuda* (Reuss) en Mallory (1959), pero mucho menos con las restantes.

El cuadro I muestra que cierto número de las especies de Punta Peligro también integra las faunas paleocenas de Patagonia y de otras regiones extracontinentales, a la vez que pone especialmente de relieve la afinidad cuantitativa entre las microfaunas salamanquense y rocanense. Si bien el número de las especies comunes no es aún suficientemente concluyente, ambas asociaciones resultan, en general, bastante afines y permiten atribuir algunas diferencias específicas muy posiblemente a factores ecológicos. Una situación similar ha sido señalada por Feruglio (ver pág. 129) para las correspondientes megafaunas.

La presencia de *Subbotina triloculinoides* (Plummer) determina, de manera indudable, la edad paleocena de la microfauna estudiada, al tiempo que permite establecer relaciones con las típicas asociaciones del Paleoceno en el resto del mundo. Estas relaciones se confirman, como lo veremos más adelante, en lo que se refiere a otras especies.

Subbotina triloculinoides (Plummer) fue originalmente descrita para el Paleoceno de Texas, pero es en el Da-

niano tipo (Dinamarca) donde han sido estudiados sus rasgos evolutivos. Hofker (1960) estableció las sucesivas variaciones intraespecíficas verificadas durante el Daniano, basándose en la cada vez más notable puntuación de la superficie de la conchilla y en la paulatina reducción del número de cámaras de la última vuelta. De acuerdo con dichas investigaciones, los ejemplares de Punta Peligro se corresponden con los del Daniano Medio a Daniano Superior de Dinamarca. Debe aclararse que las correlaciones estratigráficas realizadas por Hofker (1962) — paralelizando el Maestrichtiano y el Daniano de las localidades clásicas— sobre la base de estos estudios han sido fundadamente impugnadas por Berggren (1962) quien, no obstante, confirmó las conclusiones filogenéticas de aquellas investigaciones.

Troelsen (1957) ha determinado la abundancia relativa de ejemplares de esta especie, que aparece en el Daniano Medio, en el conjunto que forma con *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann) y *Turborotalia pseudobulloides* (Plummer) en el Daniano de Dinamarca. Según sus datos, *S. triloculinoides* se halla, dentro del grupo de las tres especies, en un por ciento de 11 para el Daniano Medio y de 32 para el Daniano Superior. En Punta Peligro no se hallaron ejemplares de *T. pseudobulloides*, ni se han reconocido formas que puedan referirse con seguridad a *G. daubjergensis*, de manera que la proporción observada estaría en un valor máximo equivalente a cifras que corresponden a edad pos-daniana. La validez de esta deducción está condicionada al esclarecimiento de los factores determinantes de las ausencias apuntadas y también a la circunstancia de no haberse logrado verificar si los ejemplares asignados a "*Globigerina*" sp. corresponden a formas altamente evolucionadas de *Globoconusa daubjergensis* (ver pág. 150).

Loxostomoides applinae (Plummer)

ha sido registrado, para el Paleoceno de Texas, en la Formación Wills Point (Montiano), no encontrándose en la Formación Kincaid, de edad daniana. En Europa noroccidental y en Polonia recién hace su aparición en el Montiano, siendo una de las pocas especies que permite diferenciar este piso del Daniano. Sin embargo, se lo ha citado en formaciones danianas de Túnez y Libia, en el Paleoceno Inferior de California y en el Paleoceno de Nigeria junto a *Turborotalia compressa* y a *Subbotina triloculinoides*. Pozaryska (1965) sostiene que han sido referidas a esta especie pos-daniana formas que no corresponden a la originalmente descrita por Plummer.

También en Texas fue fundada la especie *Cibicides alleni* (Plummer), siendo muy escasa en el techo de la Formación Kincaid, haciéndose algo más común en su límite superior y francamente abundante en la suprayacente Formación Wills Point. En la Cuenca de Majunga, en Madagascar, Lys (1960) lo registra, entre las formas bentónicas que permiten establecer correlaciones estratigráficas, en el "‘Danien’ (ou zone de passage)" y, asimismo, en la suprayacente Zona de *Globorotalia angulata*, la cual equipara con la Zona de *Globorotalia pusilla pusilla* del Taneciano Inferior de Trinidad.

Protelphidium hofkeri Haynes es característico del Taneciano de EE. UU. y del Paleoceno Superior de Polonia Septentrional, habiendo sido citado, además, para el Eoceno de la Cuenca de París. *Nonion mauricensis* Howe y Ellis, según lo describe e ilustra Olsson (1960, pág. 26, lám. IV, figs. 2 y 3) para el Daniano-Taneciano de Nueva Jersey, parece ser especie sinónimo de la de Haynes.

Tanto *Cibicides alleni* como *Protelphidium hofkeri* presentan muy pocos ejemplares en Punta Peligro.

De la discusión acerca del significado estratigráfico de las especies citadas

en el cuadro I puede resumirse lo siguiente:

- a) la microfauna de Punta Peligro es típicamente paleocena;
- b) su edad no es anterior al Daniano Medio, según lo establece la aparición de *Subbotina triloculinoides*;
- c) el estado evolutivo de esta especie corresponde al Daniano Medio a Superior del área tipo;
- d) las especies generalmente consideradas pos-danianas se hallan muy pobremente representadas en Punta Peligro.

El grupo de las formas salamanquenses no referidas a especie, o que han sido designadas "sensu lato" (ver página 140), incluye a dos que justifican algunas consideraciones estratigráficas: "*Globigerina*" cf. "*G.*" *kozlowskii* Brotzen y Pozaryska y "*Globigerina*" sp.

En Polonia, "*Globigerina*" *kozlowskii* hace su aparición, aunque con escasa frecuencia, en el Montiano, pero es muy abundante en el Paleoceno Medio y declina rápidamente en el Paleoceno Superior. La forma descrita en Punta Peligro es bastante similar a dicha especie (ver págs. 149-50); habiendo suministrado muy pocos ejemplares.

En las "observaciones" a la descripción de "*Globigerina*" sp. (ver página 150) se señalan las similitudes que esta forma muestra con estadios altamente evolucionados de *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann). Sin embargo, se ha considerado que la equiparación con etapas evolutivas tan particulares requiere elementos de juicio de máxima seguridad; en este caso no se ha contado con material de comparación ni tampoco con datos bibliográficos definitivos. El grado de evolución a que se ha hecho referencia en *Globoconusa daubjergensis* se registra en el Daniano Superior del área tipo.

En Punta Peligro son comunes los ejemplares de "*Globigerina*" sp., mien-

tras que "*Globigerina*" cf. "*G.*" *kozlowskii* se halla muy poco representada.

CONCLUSIONES ESTRATIGRAFICAS

1. La microfauna salamanquense de Punta Peligro muestra notable afinidad con las rocanenses de General Roca (Río Negro), Río Chico (Chubut) y Cuenca de Añelo (Neuquén). Si bien la dilucidación de las relaciones estratigráficas entre ambas entidades requiere aún la comparación de un mayor número de perfiles y la realización de trabajos regionales más completos, dicha afinidad microfaunística puede considerarse como un dato positivo para la paralelización, al menos en forma parcial, del Salamanquense y el Rocanense.

2. La correlación estratigráfica intercontinental sobre la base de foraminíferos planctónicos se realiza mediante la delimitación de "zonas" universalmente identificables, o con sus equivalentes locales. En la microfauna estudiada no se ha intentado la identificación de tales "zonas"; por otra parte, el escaso espesor aflorante (20 metros) no ha permitido realizar una zonación local.

3. En consecuencia, se ha recurrido al valor estratigráfico de determinadas especies y al significado de sus variaciones intraespecíficas, con los siguientes resultados:

- a) El Salamanquense de Punta Peligro es de edad paleocena;
- b) La correlación con el Daniano tipo (Dinamarca) indica que no es anterior al Daniano Medio ni posterior al Montiano (ver pág. 158-9);
- c) Tomando en cuenta el reducido número de especies montianas y la escasez de los ejemplares hallados, se asigna a dichas sedimentitas edad comprendida entre el Daniano Medio y el Superior.

DESCRIPCIONES SISTEMÁTICAS

Orden : **FORAMINIFERIDA** Eichwald, 1830

Suborden : **Rotaliina** Delage & Hérouard, 1896

Superfamilia : **NODOSARIACEA** Ehrenberg, 1838

Familia : **NODOSARIIDAE** Ehrenberg, 1838

Subfamilia : **Nodosariinae** Ehrenberg, 1838

Género : **ASTACOLUS** de Montfort, 1808

Astacolus nuda (Reuss)

Lám. I, fig. 3

1946. *Lenticulina nuda* (Reuss) Cushman & Jarvis; *Cushman, J.*, U. S. Geol. Surv., Prof. Paper 206, pág. 56, lám. 18, fig. 17 (con sinonimia hasta 1941).
1946. *Lenticulina nuda* (Reuss); *Cushman & Benz*, *Cush. Lab. for Foram. Res., Spec. Public. n° 18*, pág. 26, lám. 3, fig. 24.
1959. *Lenticulina nuda* (Reuss); *Mallory, V. S.*, *Lower Tert. Biostrat. of the Calif. Coast Ranges*, págs. 145-6, lám. 8, fig. 12. Tulsa. EE. UU.

Descripción: Cónchula subovoide, lateralmente comprimida en la parte superior. subglobosa en el tercio inferior, con su eje ligeramente curvado; lado dorsal convexo, con borde anguloso y subcarenado; lado ventral levemente cóncavo. Pocas cámaras, las primeras apenas visibles, luego se disponen según la curvatura del eje de la cónchula, anchas y bajas; suturas poco marcadas, oblicuas, suben hacia el borde dorsal, apenas curvadas, casi indeterminables al cruzar el borde ventral y en la porción inicial de la cónchula. Pared delgada, finamente perforada, semitraslúcida; superficie lisa. Abertura radiada, terminal.

Observaciones: El ejemplar ilustra-

do carece del extremo apertural; no obstante, se observa claramente la abertura de la penúltima cámara.

Dimensiones: Altura máxima: 0,25 mm; ancho máximo: 0,19 mm; espesor máximo: 0,11 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Paleoceno Inferior de Trinidad (Lizard Springs Formation) de México (Velasco Shale) y de California Coast Ranges (Ynezian stage).

Repositorio: Instituto Nacional de Geología y Minería, Dpto. Paleontología, n° 668 (1964).

Género : **CITHARINA** d'Orbigny in de la Sagra, 1839

Citharina multicostata (Cushman)

Lám. I, fig. 1

1960. *Citharina multicostata* Cushman; *Olsson, R. K.*, *Foram. of latest Cretaceous and earliest Tertiary age, etc.*, *Jour. Pal.*, vol. 34. n° 1, pág. 19, lám. 3, fig. 10, (con sinonimia hasta 1951).

Descripción: Cónchula muy comprimida, alargada, de forma subtriangular, con ambos extremos muy angostos; margen externo recto, margen interno

convexo, cóncavo en su tercio inicial; pocas cámaras, alargadas, bajas y anchas, alcanzan el margen interno en la parte cóncava, muy oblicuas a subverticales, curvadas; pared ornamentada con delicadas costulaciones irregularmente distribuidas y generalmente paralelas al margen externo; abertura terminal sobre el margen externo, radiada.

Dimensiones: Altura máxima: 0,88 mm; ancho máximo: 0,20 mm; espesor máximo: 0,07 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Cretácico y Terciario Inferior de EE. UU.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 669 (1964).

Género : **LAGENA** Walter & Jacob in Kanmacher, 1798

Lagena laevis (Montagu)

Lám. I, fig. 4

1949. *Lagena laevis* (Montagu); *Cushman, J.*, Recent Belg. Foram., Inst. Royal des Scienc. Naturell. de Belg., Mem. n° 111, pág. 22, lám. IV, fig. 8. Bruselas.
1950. *Lagena laevis* (Montagu); *Cushman & McCulloch*, Some Lagen. in the Collect. of A. Hancock Found., Univ. South. Calif. Press., vol. 6, n° 6, p. 341, lám. 45, fig. 16. Los Angeles, EE. UU.
1953. *Lagena laevis* (Montagu); *Loeblich & Tappan*, Smithson. Inst. Misc. Coll., vol. 121, n° 7, págs. 61-62, lám. 11, fig. 6.
1954. *Lagena laevis* (Montagu, 1803); *Boltovskoy, E.*, Foram. del Golfo San Jorge, Rev. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat., Cienc. Geol. t. III, n° 3, pag. 149, lám. IX, figs. 7-9. Buenos Aires.
1959. *Lagena cf. L. laevis* (Montagu); *Mallory, F. S.*, Lower Tert. Biostr. Calif. Coast Ranges, Amer. Assoc. Petrol. Geol., págs. 175-6, lám. 14, fig. 5. Tulsa. EE. UU.

Descripción: Cóncula unilocular, alargada, de sección circular, redondeada en la base y terminando en forma de cuello; pared algo traslúcida, superficie lisa; abertura terminal en el extremo del cuello.

Dimensiones: altura máxima: 0,41 mm; ancho máximo: 0,16 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Terciario Inferior a Reciente.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 672 (1964).

Familia : **POLYMORPHINIDAE** d'Orbigny, 1839

Subfamilia : **Polymorphininae** d'Orbigny, 1839

Género : **GLOBULINA** d'Orbigny in de la Sagra, 1839

Globulina gibba d'Orbigny

Lám. I, fig. 2

- Sinonimia:* ver Cushman & Ozawa, A monograph of the foram. family Polymorphinidae, Recent and Fossil. Proceed. U. S. Nat. Mus. Wash., vol. 77, pág. 60. 1931.
1964. *Globulina gibba* d'Orbigny; *Bertels, A.*, Microp. del Paleoc. de Gral. Roca, Rev. Mus. La Plata, t. IV, Paleont. n° 23, págs. 153-4, lám. IV, fig. 11. La Plata.

Descripción: Cónchula globular, sub-oval, con sección transversal casi circular, levemente comprimida. Cámaras dispuestas en ordenamiento aproximadamente triserial. Suturas débilmente marcadas, no deprimidas. Pared finamente perforada; superficie lisa. Abertura terminal, radiada.

Dimensiones: altura máxima: 0,31 mm; ancho máximo: 0,20 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Terciario a Reciente; Daniano de General Roca.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 673 (1964).

Género : **GUTTULINA** d'Orbigny in de la Sagra, 1839

Guttulina problema d'Orbigny

Lám. I, fig. 6

Sinonimia: ver Cushman & Ozawa, A monograph of the foraminiferal Fam. Polymorphinidae, Recent and Fossil. Proceed. U. S. Nat. Mus., vol. 77, pág. 19. 1931.

1954. *Guttulina rivadaviensis* Camacho; Some Upper Cret. Foram. from Argentina. Contr. Cush. Found. Foram. Res., vol. V, Part. 1, pág. 33, lám. 6, fig. 13.

1964. *Guttulina problema* d'Orbigny; Bertels, A., Micropal. Paleoc. Gral. Roca. Rev. Mus. La Plata, t. IV, Paleont. n° 23, págs. 149-50, lám. IV, figs. 1-3. La Plata.

Descripción: Cónchula ovoide, subglobular, con el extremo basal redondeado y el apertural ligeramente agudo. Cámaras alargadas, irregularmente infladas, dispuestas según la definición genérica. Suturas nítidas, algo indefinidas en la porción basal de la cónchula, levemente deprimidas. Pared gruesa; superficie lisa y opaca. Abertura terminal, radiada.

Observaciones: *G. rivadaviensis* Camacho pertenece a esta especie. Al revisar el material descrito por Camacho (1954), he podido comprobar que

la cámara más pequeña es apenas visible, razón que impidió su diferenciación en la descripción y en la ilustración originales.

Dimensiones: altura máxima: 0,39 mm; ancho máximo: 0,27 mm; espesor máximo: 0,22 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Terciario a Reciente; Daniano de General Roca.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto Paleontología, n° 674 (1964).

Familia : **GLANDULINIDAE** Reuss, 1860

Subfamilia : **Oolininae** Loeblich & Tappan, 1961

Género : **OOLINA** d'Orbigny, 1839

Oolina acuticosta (Reuss)

Lám. I, fig. 7

1862. *Lagena acuticosta* Reuss; E Akad. Wiss. Wien, math. naturwiss. Cl., Sitzungsber., vol. 44, pág. 305, lám. I, fig. 4.

Sinonimia: ver U. S. National Museum, Bull. 161, pág. 34. 1942.

Descripción: Cónchula piriforme, a veces irregular, con cuello muy corto; la ornamentación superficial consiste en

12 a 14 costillas longitudinales, fuertes, menos anchas que los espacios intercostales, irregularmente esfumadas

cerca del extremo apertural. Abertura pequeña a mediana, con estriaciones radiales poco notables.

Dimensiones: Altura máxima: 0,28 mm; ancho máximo: 0,16 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Cretácico Superior y Terciario.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 675 (1964).

Oolina borealis Loeblich & Tappan

Lám. I, fig. 5

1858. *Entosolenia costata* Williamson; On the Recent Foram. of Gr. Brit., Ray Soc. Publ. pág. 9, lám. I, fig. 18.
1953. *Oolina costata* (Williamson); Loeblich & Tappan, Smithson. Inst. Misc. Coll., vol. 121, n° 7, pág. 68 (not *Oolina costata* Egger, 1857).
1954. *Oolina costata* (Williamson, 1858); Boltovskoy, E., Foram. del Golfo San Jorge. Rev. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat., Cienc. Geol., t. III, n° 3, págs. 156-7, lám. VI, fig. 7. Bs. As.
1954. *Lagena* sp. Camacho; Some Upper Cret. Foram. from Argentina. Contr. Cushman Found. Foram. Res., vol. V, Part. 1, pág. 33, lám. 6, fig. 7.
1954. *Oolina borealis* Loeblich & Tappan, new name; Loeblich A. R. Jr. & Tappan H., New names for two foram. homonyms. Wash. Acad. Sci., Jour. Baltimore, Md., vol. 44, n° 12, pág. 384.

Descripción: Cónchula suboval; superficie ornamentada con catorce a dieciséis costillas longitudinales, casi tan anchas como los espacios intercostales, redondeadas, se fusionan cerca del extremo apertural formando un casquete casi liso. Abertura pequeña a muy pequeña, circular, con débiles estriaciones radiales.

Dimensiones: Altura máxima: 0,25 mm; ancho máximo: 0,17 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Terciario a Reciente.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 676 (1964).

Superfamilia : BULIMINACEA Jones, 1875

Familia : **TURRILINIDAE** Cushman, 1927

Subfamilia : **Turrilininae** Cushman, 1927

Género : **BULIMINELLA** Cushman, 1911

Buliminella isabelleana Camacho

Lám. II, fig. 3

1954. *Buliminella isabelleana* Camacho; Some Upper Cretaceous Foram. from Argent. Contr. Cushman Found. Foram. Res., vol. V, Part. 1, págs. 33-4, lám. 6, fig. 19.

Descripción: Cónchula mediana, subglobosa, una y media veces más larga que ancha; cámaras dispuestas en dos y media vueltas; la última vuelta con cinco cámaras más infladas que las anteriores, ocupa las 3/4 partes del largo

total de la cónchula. Sutura espiral marcadamente deprimida; las septales son oblicuas, curvadas en el tramo basal, deprimidas. Pared finamente perforada, semitraslúcida; superficie delicadamente punteada, en ocasiones li-

geramente hispida en las primeras vueltas. Abertura en forma de "coma" sobre la depresión de la cara apertural.

Dimensiones: altura máxima: 0,21 mm; ancho máximo: 0,14 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Paleoceno del subsuelo de Comodoro Rivadavia.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 677 (1964).

Buliminella parvula Brotzen

Lám. II, fig. 1

1965. *Buliminella parvula* Brotzen; *Pozaryska, K.*, Foram. and Biostr. Danian and Montian in Poland., Paleont. Polonica, n° 14, pág. 96, lám. XV, fig. 3 (con sinonimia hasta 1962).

Descripción: Cónchula ensanchada, casi tan ancha como larga, extremo basal angosto, apertural ancho y redondeado; cámaras infladas, aumentando fuertemente en altura con cada vuelta, dispuestas en dos y media a tres vueltas, cuatro por vuelta; la última vuelta ocupa 4/5 del largo total de la cónchula. Sutura espiral notablemente deprimida; suturas septales deprimidas, oblicuas, curvadas según la globosidad de las cámaras. Pared delgada, finamente perforada, semitraslúcida; superficie lisa. Cara apertural muy amplia, casi plana; abertura en forma de "coma", marcada por un pequeño borde, ubicada en una profunda depresión

de la cara apertural. En el borde apical de la última cámara se insinúa una delgada proyección que margina la abertura.

Dimensiones: Altura máxima: 0,23 mm; ancho máximo: 0,17 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Montiano de Suecia, de Holanda y de Polonia. ? Maestrichtiano de Bélgica y de los Países Bajos.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, N° 678 (1964).

Buliminella pulchra (Terquem)

Lám. II, fig. 2

1882. *Bulimina pulchra* Terquem; Mem. Soc. Géol. Franc., Ser. 3, Vol. 2, pág. 114, lám. 12, fig. 8.

1950. *Buliminella pulchra* (Terquem); emend. Le Calvez; Révision des foram. lutétiens du Bassin de Paris; III. Polymorphinidae, etc., Serv. Carte Géol., Mém., pág. 33, lám. 2, figs. 21-22. París.

1964. *Buliminella pulchra* (Terquem); *Bertels, A.*, Microp. del Paleoc. de Gral. Roca. Rev. Mus. La Plata, t. IV, Paleont. n° 23, págs. 156-7, lám. IV, fig. 18.

Descripción: Cónchula alargada, dos y media veces más alta que ancha, de ancho gradualmente mayor hacia el extremo apertural; cámaras alargadas, suavemente infladas, aumentando gradualmente en largo y muy levemente en ancho, dispuestas en tres y media vueltas; la última vuelta con cinco cámaras,

ocupa las dos terceras partes del largo total de la cónchula. Sutura espiral nítida y deprimida; las septales de las primeras vueltas deprimidas, rectas y oblicuas al eje de enroscamiento, las de la última vuelta ligeramente deprimidas, particularmente en el tramo final, oblicuas y poco curvadas. Pared fi-

namente perforada, algo traslúcida a opaca; superficie lisa. Abertura en forma de "coma", en una depresión sub-oval de la cara apertural.

Dimensiones: Altura máxima: 0,34 mm; ancho máximo: 0,15 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Terciario Inferior de Europa y EE. UU.; Daniano de Gral. Roca.

Repositorio: I.N.G.M.; Dpto. Paleontología, n° 679 (1964).

Familia : **BOLIVINITIDAE** Cushman, 1927

Género : **LOXOSTOMOIDES** Reiss, 1957

Loxostomoides applinae (Plummer)

Lám. II, fig. 4

1965. *Loxostomum applinae* (Plummer, 1926); *Pozaryska, K.*, Foram. and Biostr. Danian and Montian in Poland. Palaeont. Polonica, n° 14, págs. 96-7, lám. XV, fig. 6 (con sinonimia hasta 1962). Varsovia.

Descripción: Cónchula alargada, rectilínea, en algunos ejemplares curvada en la porción inicial, comprimiéndose y haciéndose gradualmente más aguda hacia el extremo inicial; sección transversal oval a subcircular en el extremo apertural; periferia redondeada; cámaras dispuestas biserialmente, tendiendo a uniseriales en la porción final de la cónchula. Primeras suturas tenues, las siguientes nítidas, levemente deprimidas, anchas, con crenulaciones en la parte que corresponde a la porción basal de las cámaras. Pared de espesor mediano, casi traslúcida, atravesada por poros fuertes y bastante espaciados, lo que otorga a la superficie un aspecto característico; superficie con muy tenues y cortas costulaciones longitudinales en la porción inicial de la cónchu-

la. Abertura areal, casi terminal, en forma de ojal, se extiende desde el ápice sobre el lado interno de la última cámara, en posición levemente excéntrica. Se observa claramente la presencia de la placa dental interna.

Dimensiones: Altura máxima: 0,63 mm; ancho máximo 0,19 mm; espesor máximo: 0,17 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Dano-Montiano y Taneciano de Texas; Daniano de Túnez y de Libia; Taneciano de Dinamarca y de Suecia; Montiano de Polonia; Paleoceno de California, de Cuba y de Nigeria.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 682 (1964).

Superfamilia : **ROTALIACEA** Ehrenberg, 1839

Familia : **ELPHIDIIDAE** Galloway, 1933

Subfamilia : **Elphidiinae** Galloway, 1933

Género : **PROTELPHIDIUM** Haynes, 1956

Protelphidium hofkeri Haynes

Lám. III, fig. 2

1956. *Protelphidium hofkeri* Haynes; Contr. Cush. Found. Foram. Res., vol. VII, part. 3, pág. 86, lám. 16, fig. 9; lám. 18, fig. 3.

Descripción: Cónchula planoespiral, levemente comprimida, involuta; periferia redondeada; contorno circular a suboval, suavemente lobulado en la porción final; siete a ocho cámaras aumentando gradualmente de tamaño, las últimas levemente infladas; cara apertural convexa. Suturas nítidas, radiales, ligeramente curvadas hacia atrás, afinándose hacia la periferia, deprimidas, las últimas muy deprimidas. Áreas umbilicales cubiertas por conspicuas acumulaciones de material calcáreo, traslúcido, en forma de papilas, se resume a ambos lados de las primeras suturas menguando hacia la periferia. El material traslúcido presenta poros, o canales verticales, atravesando longitudinalmente las papilas. Pared densamen-

te cubierta por perforaciones medianas; superficie lisa, con excepción de las áreas ocupadas por el material traslúcido. Abertura primaria indeterminada; se insinúan aberturas secundarias en posición interiomarginal, ecuatorial.

Dimensiones: Diámetro máximo: 0,22 mm; altura máxima: 0,13 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Taneciano de EE. UU.; Eoceno de la Cuenca de París; Paleoceno Superior de Polonia Septentrional.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 683 (1964).

Superfamilia : GLOBIGERINACEA Carpenter, Parker & Jones, 1862

Familia : **GLOBIGERINIDAE** Carpenter, Parker & Jones, 1862

Subfamilia : **Globigerininae** Carpenter, Parker & Jones, 1862

Género : **GLOBIGERINA** d'Orbigny, 1826

« **Globigerina** » cf. « **Globigerina** » **kozlowskii** Brotzen et Pozaryska
Lám. III, fig. 1

1961. « *Globigerina* » *kozlowskii* Brotzen et Pozaryska; Foram. du Paléoc. et de l'Eoc. inf. en Pologne, etc., *Revue de Micropaleontologie*, Vol. 4, n° 3, págs. 162 y 164, lám. 2, figs. 7, 8, 11 y 12; lám. 3 (Holotipo). París.

Descripción: Cónchula de trocoespira muy alta; cámaras dispuestas en tres vueltas, tres a tres y media en la última vuelta, todas visibles del lado espiral, subesféricas, las de la última vuelta muy globosas, aumentando fuertemente su diámetro a medida que se agregan; la última más pequeña que las anteriores, se asemeja a una cámara adicional y es algo aplanada superiormente. Suturas muy deprimidas. Pared delgada, casi transparente en las cámaras de la última vuelta; en las cámaras de las dos primeras vueltas la superficie es subespinosa a papilosa, lisa en las de la última vuelta. Abertura umbilical, pequeña, con leve borde superior; abertura secundaria similar a la primaria,

en la parte posterior basal de la última cámara; múltiples suturales en el lado espiral, muy pequeñas, casi imperceptibles.

Observaciones: Al fundar esta especie, Brotzen y Pozaryska destacan su gran variabilidad y establecen cuatro tipos diferentes que presentan, alternativa y parcialmente, afinidades con siete géneros distintos. Esta circunstancia les impide remitir la especie a uno sólo de tales géneros, asignándola, entonces, a *Globigerina* s.l.

El ejemplar aquí descrito satisface las características generales que definen a "*Globigerina*" *kozlowskii* Brotzen & Pozaryska, particularmente en lo

referente a la superficie papilosa de la pared, a la abertura primaria y a las suturales, al desarrollo y disposición de las cámaras. La carencia de un número suficiente de ejemplares impide verificar las variantes morfológicas señaladas en la descripción original, observándose, además, que la relación diámetro/altura (de la espiral) es levemente menor que en la especie de Polonia.

Dimensiones: Largo máx.: 0,23 mm; ancho máximo: 0,24 mm; altura de la espiral: 0,31 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Paleoceno Medio de Polonia Septentrional.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 685 (1964).

« *Globigerina* » sp.

Lám. III, fig. 4

Descripción: Cónchula trocoespiral; cámaras dispuestas en dos y media vueltas, tres —más una cámara adicional— en la última vuelta, subsféricas, las primeras levemente alargadas en el sentido del plano de la vuelta, aumentando fuertemente de tamaño con respecto a las de la vuelta anterior; la cámara adicional ocupa el área umbilical, es menor que las anteriores, con cara apertural casi plana. Suturas deprimidas. Superficie de la pared hispida a fuertemente hispida, casi siempre rugosa, con excepción de la cámara adicional que es casi lisa. Abertura primaria indeterminada; la cámara adicional presenta una abertura interiomarginal, basal, cuya proyección hacia adentro parece ser umbilical, pudiendo interpretarse que esta abertura se halla relacionada con la posible abertura primaria umbilical. En algunos ejemplares se han observado muy pequeñas aberturas secundarias, cercanas a la abertura de la cámara suplementaria.

Observaciones: Esta especie presenta rasgos que caracterizan a distintos géneros de la Subfamilia Globigerininae, tales como *Globigerina*, *Globoconusa* y

Catapsydrax. No existiendo en el material bibliográfico disponible elementos que permitan una asignación genérica segura, se la designa como *Globigerina* s. l. No obstante, es de hacer notar que la especie descrita posee cierta similitud con *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann), según ilustraciones de Hofker (1960 a y b). En efecto, el citado autor, al mostrar el desarrollo evolutivo de esta especie en el Daniano de Dinamarca y de Holanda, ilustra formas altamente evolucionadas ("*Catapsydrax* stage") que presentan gran parecido con la especie aquí descrita. Lamentablemente, no se dispone de la descripción detallada de las formas ilustradas por Hofker, razón por la cual algunos caracteres, en especial los aperturales, impiden confirmar, o descartar, la identidad de la comparación.

Dimensiones: Largo máximo: 0,17 mm; ancho máximo: 0,17 mm; altura de la espiral: 0,18 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Repositorio: I.N.G.M., Depto. Paleontología, n° 686 (1964).

Género : **SUBBOTINA** Brotzen & Pozaryska, 1961

Subbotina triloculinoides (Plummer)

Lám. III, fig. 3

1964. *Globigerina triloculinoides* Plummer; Bertels, A., Microp. del Paleoc. de Gral. Roca. Rev. del Mus. La Plata, t. IV, Paleont. n° 23, pág. 178, lám. VII, fig. 8. La Plata.

1965. *Globigerina (Subbotina) triloculinoides* Plummer, 1926; *Pozaryska, K.*, Foram. and Biostr. of the Danian and Montian in Poland. *Palaeont. Polonica*, n° 14, págs. 124-5, lám. 27, fig. 2. (Con sinonimia hasta 1962).

Descripción: Cónchula muy pequeña, con sus cámaras dispuestas en dos a dos y media vueltas de trocoespira baja; cámaras subsféricas, todas visibles del lado espiral, con rápido aumento del diámetro en relación con la vuelta precedente, tres a tres y media en la última vuelta, la última cámara ocupa aproximadamente la mitad del lado umbilical. Suturas nítidas y deprimidas. Pared finamente perforada; superficie típicamente reticulada. Abertura interiomarginal, umbilical a levemente umbilical-extraumbilical, con prominente labio que la margina superiormente.

Observaciones: La interpretación, dentro de su línea evolutiva, de los rasgos más salientes de esta especie, ha sido incluida, debido a su importancia estratigráfica, en el capítulo referente a la edad de la fauna (ver pág. ...).

Dimensiones: Largo máximo: 0,15 mm; ancho máximo: 0,13 mm; altura de la espiral: 0,11 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Paleoceno.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 687 (1964).

Superfamilia : ORBITOIDACEA Schwager, 1876

Familia : **CIBICIDIDAE** Cushman, 1927

Subfamilia : **Cibicidinae** Cushman, 1927

Género : **CIBICIDES** de Montfort, 1808

Cibicides alleni (Plummer)

Lám. IV, fig. 1

1926. *Truncatulina alleni* Plummer; Foram. Midway Form. Texas. Univ. Tex. Bull. n° 2644, págs. 144-5, lám. X, fig. 4.
1964. *Cibicides alleni* (Plummer); *Bertels, A.*, Microp. del Paleoc. de Gral. Roca. Rev. Mus. La Plata, t. IV, Paleont. n° 23, págs. 174-5. La Plata.

Descripción: Cónchula plano-convexa, trocoespiral; margen periférico anguloso, con carena de material traslúcido, formando una conspicua banda sobre el lado dorsal; contorno subcircular, a veces levemente lobulado en la porción final; lado dorsal plano o levemente convexo en la región central, completamente evolutivo, con irregular acumulación de material traslúcido que cubre la primera vuelta y parcialmente la última; lado ventral fuertemente convexo, subcónico, involuto, con ombligo relleno con material traslúcido que forma un notable y distintivo botón. Cámaras dispuestas en una y me-

dia vuelta, siete a nueve en la última vuelta, aumentando gradualmente de tamaño. Suturas septales del lado dorsal elevadas sobre la pared de la cónchula, anchas, casi rectas, dirigidas hacia atrás, las primeras algo tangenciales; en el lado ventral casi a nivel de la superficie de la cónchula, suavemente curvadas hacia atrás. Pared gruesamente perforada. Abertura interiomarginal, consiste en un pequeño arco con leve borde superior, se extiende desde la parte media del margen periférico hasta la porción basal de las últimas cámaras sobre el lado dorsal.

Observaciones: Aunque según Plummer (1926), es ésta una especie muy variable, posee caracteres distintivos que permiten su diferenciación. Tales rasgos, que se verifican en el ejemplar que aquí se describe, son: el ancho y bajo botón umbilical de material traslúcido; el margen periférico anguloso, orlado con una banda de material traslúcido, y el fuerte ángulo que forma la cara apertural con la pared ventral de la última cámara. A su vez, el material de Punta Peligro se diferencia del de Texas en el número algo menor

de cámaras en la última vuelta: siete a nueve, en lugar de ocho a once.

Dimensiones: diámetro máximo: 0,24 mm; altura máxima: 0,12 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Daniano Superior y Montiano de Texas; Daniano a Paleoceno Superior de Pakistán Occidental; Daniano y Taneciano Inferior de Madagascar; Daniano de Gral. Roca.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 688 (1964).

Superfamilia : CASSIDULINACEA d'Orbigny, 1839

Familia : **OSANGULARIIDAE** Loeblich & Tappan, 1964

Género : **GYROIDINOIDES** Brotzen, 1942

Gyroidinoides patagonica (Camacho)

Lám. IV, fig. 2

1954. *Gyroidina patagonica* Camacho; Some Upper Cretaceous Foram. from Argent., Contr. Cush. Found. Foram. Res., vol. V, part. 1, pág. 34, lám. 6, fig. 21.

Descripción: Cónchula trocoide; lado espiral plano, a veces levemente convexo en la región central; lado umbilical convexo a subcónico, completamente involuto, con ombligo pequeño, abierto y medianamente profundo; margen periférico subagudo a redondeado; contorno circular, a veces sublobulado. De trece a quince cámaras dispuestas en dos a dos y media vueltas, todas visibles del lado espiral; solamente las de la última vuelta, seis a nueve, se ven del lado umbilical. Sutura espiral deprimida, particularmente en la última media vuelta; suturas septales anchas, curvadas, francamente volcadas hacia atrás, deprimidas; lado umbilical con suturas angostas, radiales y profundas. Pared lisa, gruesamente perforada, a veces de aspecto hialino. Abertura consistente en una ranura interiomarginal extendiéndose desde la periferia hasta el ombligo, con un labio que se ensancha al llegar al ombligo, al cual cubre parcialmente.

Observaciones: Los principales caracteres que distinguen a esta especie son: la depresión en la porción final de la sutura espiral y en las últimas suturas septales; el curso de las suturas septales en el lado espiral; el labio que bordea la abertura y se proyecta sobre el ombligo. La notable variabilidad en el número de cámaras de la última vuelta (seis a nueve, pero más frecuentemente siete) modifica el aspecto del contorno de la cónchula, tanto en la vista umbilical como en la apertural. También se observa variación en la extensión del labio; éste alcanza su mayor desarrollo en los ejemplares con seis cámaras en la última vuelta. Son frecuentes los ejemplares de la forma megalosférica, con cámaras dispuestas en una y media vuelta y, en general, más pequeños.

Dimensiones: Diámetro máximo: 0,23 mm; altura máxima: 0,12 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Paleoceno del subsuelo de Comodoro Rivadavia.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 693 (1964).

Familia : **ANOMALINIDAE** Cushman, 1927

Subfamilia : **Anomaliniinae** Cushman, 1927

Género : **ANOMALINOIDES** Brotzen, 1942

Anomalinoides aff. **A. burlingtonensis** (Jennings)

Lám. IV, fig. 3

1965. *Anomalina burlingtonensis* (Jennings, 1936); *Pozaryska, K.*, Foram. and Biostrat. of the Danian and Montian in Poland. *Palaeont. Polonica*, n° 14, pág. 127, lám. 26, figs. 3 y 4. Varsovia. (con sinonimia hasta 1948).

Descripción: Cónchula trocoespiral, plano-convexa; margen periférico subagudo, contorno levemente lobulado en la porción final; lado dorsal plano, algo deprimido en la región umbilical que se halla cubierta por regular cantidad de material imperforado traslúcido, formando una orla espiral que comienza en un pequeño botón, se continúa por la porción basal de las primeras cámaras resumiéndose sobre las suturas correspondientes; lado ventral suavemente convexo, parcialmente evolutivo, con todas las vueltas visibles, con material traslúcido sobre la sutura espiral y —en forma irregular— sobre las septales, acumulándose sobre la región central en forma de botón. Cámaras dispuestas en dos vueltas, ocho en la última vuelta, aumentando regularmente de tamaño, siendo la última distintivamente túrgida hacia el lado dorsal. Sutures del lado dorsal radiales, curvadas, la última es claramente curvada hacia atrás, deprimidas; las del lado ventral son curvadas, fuertemente las primeras y menos las siguientes, las primeras a nivel de la superficie de la cónchula y tenuemente cubiertas por material traslúcido, las siguientes cada vez más deprimidas. Pared gruesamente perforada. Abertura en forma de arco pequeño, interior marginal, marginada superiormente por un borde angosto, se extiende desde la periferia hacia el lado dorsal alcanzando la porción basal de la última cámara.

Observaciones: La escasez de ejemplares hallados impide verificar la identidad de esta especie. Empero, sus caracteres coinciden casi en un todo con la descripción de Pozaryska (1965), aunque muestra ligeras diferencias con las ilustraciones de esta autora. En cambio, el ejemplar que aquí se describe es muy similar a la ilustración de *Cibicides burlingtonensis* Jennings, figurado pero no descrito detalladamente por Brotzen (1948, pl. 13 fig. 3).

Dimensiones: Diámetro máximo: 0,22 mm; altura máxima: 0,10 mm.

Localidad: Punta Peligro, Provincia del Chubut.

Distribución: Eoceno de EE. UU.; Daniano y Paleoceno Inferior de Suecia y Dinamarca; Daniano y Paleoceno de Polonia.

Repositorio: I.N.G.M., Dpto. Paleontología, n° 694 (1964).

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Ameghino, C. (1890), *Exploraciones geológicas en la Patagonia*. Bol. Inst. Geogr. Arg., XI, 1-46. Buenos Aires.
- Ameghino, F. (1897). *Mammíferos cretáceos de la Argentina*. Bol. Inst. Geogr. Arg., XVIII, 406-517. Buenos Aires.
- (1898), *Sinopsis geológico-paleontológica*. Segundo censo de la Rep. Arg., I, 111-225 (Suplemento 13 págs. 1899). Buenos Aires.

- (1900), *L'âge des formations sédimentaires de Patagonie*. Anal. Soc. Cient. Arg., L-LIV (1900-3). Buenos Aires.
- (1906), *Les formations sédimentaires du Crétacé supérieur et du Tertiaire de Patagonie*. Anal. Mus. Nac. Hist. Nat. Buenos Aires, XV (3ra. Ser. VIII), 1-568. Buenos Aires.
- Berggren, W. A. (1960), *Biostratigraphy, Planktonic Foraminifera and the Cretaceous-Tertiary Boundary in Denmark and Southern Sweden*. Report Twenty-First Session Norden (Internat. Geol. Congr.), V, 181-192. Copenhagen.
- (1962), *Some planktonic foraminifera from the Maestrichtian and type Danian stages of southern Scandinavia*. Stockh. Contr. Geol., IX, 1-106. Stockholm.
- (1964), *The Maestrichtian, Danian and Montian Stages and the Cretaceous-Tertiary Boundary*. Stockh. Contr. Geol., XI. Stockholm.
- (1965a), *Some problems of Paleocene-Lower Eocene planktonic foraminiferal correlations*. Micropaleontology, II, 3, 278-300. New York.
- (1965b), *Paleocene - A micropaleontologist's point of view*. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 1473-84.
- Bermúdez, J. P. (1949), *Tertiary smaller foraminifera of the Dominican Republic*. Cush Lab. Foram. Res., Spec. Public. 25. Massachusetts.
- Bertels, A. (1964), *Micropaleontología del Paleoceno de General Roca (Provincia de Río Negro)*. Rev. Mus. La Plata, IV (n. ser.), Pal. n° 23. La Plata.
- Bolli, H. M. & M. B. Cita (1960), *Upper Cretaceous and Lower Tertiary Planktonic Foraminifera from the Paderno d'Adda Section, Northern Italy*. Report Twenty-First Session Norden (Internat. Geol. Congr.) V, 150-61. Copenhagen.
- Boltovskoy, E. (1954), *Foraminíferos del Golfo San Jorge*. Rev. Inst. Nac. Inv. Cienc. Nat. y Mus. Arg. Cienc. Nat. "B. Rivad.", (Cienc. Geol.), III, n° 3. Buenos Aires.
- Bordas, A. F. (1945), *Geología estratigráfica de algunas zonas de Patagonia*. Anal. Mus. Patag., I, 139-184. Buenos Aires.
- Brotzen, F. (1948), *The Swedish Paleocene and its foraminiferal fauna*. Sver. Geol. Undersokn., ser. C, n° 493. Stockholm.
- & K. Pozaryska (1961), *Foraminifères du Paléocène et du l'Eocène inférieur en Pologne septentrionale*. Rev. Micropal., IV, 3, 155-66. Paris.
- Burrollet, P. F. & Ph. Magnier (1960), *Remarques sur la limite Crétacé-Tertiaire en Tunisie et en Libye*. Report Twenty-First Session Norden (Internat. Geol. Congr.). V, 136-41. Copenhagen.
- Cabrera, A. (1936), *Estado actual de la cuestión del límite Cretáceo-Terciario en la Argentina desde el punto de vista paleontológico*. Mus. La Plata (Obra del Cincuentenario). La Plata.
- Camacho, H. H. (1954), *Some Upper Cretaceous Foraminifera from Argent.* Contr. Cush. Found. Foram. Res., V, 1, 31-5. Washington.
- Casanoña, M. (1930), *Intercalaciones de capas de origen marino en el Chubutiano del subsuelo de Comodoro Rivadavia*. Bol. Inf. Petrol., VII, n° 74, 933-7 Buenos Aires.
- (1931), *Apuntes petrográficos sobre los terrenos atravesados por los pozos de Comodoro Rivadavia y sus alrededores*. Contr. a la 1ra. Reun. Nac. de Geogr. (YPF). Buenos Aires.
- Celeste, R. (1940), *Relaciones entre el Rocaneano y el Salamanqueano en la zona comprendida entre Mamelones de Pinedo y Vicente Mena y Alejandro Nay en el valle del río Chico, Chubut*. Univ. Nac. La Plata, Fac. Cienc. Ex. y Nat. (Tesis inédita). La Plata.
- Cordini, I. R. (1932), *Restos organizados marinos del Cretácico superior de Comodoro Rivadavia*. Bol. Inf. Petrol., IX, 757-62. Buenos Aires.
- Criado Roque, P.; C. I. C. de Ferrariis; A. Mingramm; E. Rolleri; I. Simonato y T. Suero (1960), *Cuencas sedimentarias de la Argentina*. Bol. Inf. Petrol., 320, 3-21. Buenos Aires.
- Cushman, J. A. (1937), *A monograph of the Subfamily Virgulininae of the foraminiferal family Buliminidae*. Cush. Lab. Foram. Res., Spec. Publ. N° 9. Massachusetts.
- (1939), *A monograph of the foraminiferal family Nonionidae*. Geol. Surv., Prof. Pap. 191. Washington.
- (1946), *Upper Cretaceous foraminifera of the Gulf Coastal Regions of the United States and adjacent areas*. Geol. Surv. Prof. Pap. 206. Washington.
- (1949), *Recent Belgium Foraminifera*. Inst. Royal des Sc. Nat. de Belg., Mem. III, Bruselas.
- & J. P. Bermúdez (1948), *Some Paleocene Foraminifera from the Madruga Formation of Cuba*. Contr. Cush Lab. Foram. Res., 24, part. 3, 68-75. Massachusetts.
- & McCulloch (1950), *Some Lagenidae in the Collections of the Allan Hancock Foundation*. Univ. South Calif. Publ. Los Angeles.
- & Ozawa (1931), *A monograph of the foraminiferal family Polymorphinidae, Recent and Fossil*. Proc. U. S. Nat. Mus. Wash., 77. Washington.
- & F. L. Parker (1947), *Bulimina and Related foraminiferal genera*. Geol. Surv., Prof. Pap. 210-D. Washington.

- & Renz (1946), *Cush Lab. Foram. Res., Spec. Publ. 18. Massachusetts.*
- Déletang, L. (1922), *Diatomeas subfósiles de Quilino (Córdoba, Rep. Arg.) e importancia de las investigaciones micropaleontológicas.* Physis VI, 22-29, Buenos Aires.
- Doello Jurado, M. (1922), *Nota preliminar sobre Braquiópodos fósiles de la Argentina referidos al género "Bouchardia" y sobre la posición del horizonte salamanquense.* Anál. Soc. Cient. Arg. XCIV, 197-204. Buenos Aires.
- Feruglio, E. (1929), *Apuntes sobre la constitución geológica de la región del Golfo de San Jorge.* Anál. Soc. Arg. Est. Geol., III, n° 2, 395-486. Buenos Aires.
- (1935), *Relaciones estratigráficas y faunísticas entre los estratos Cretáceos y Terciarios en la región del Lago Argentino y en la del Golfo de San Jorge (Patagonia).* Bol. Inf. Petrol., n° 128, 69-93 y n° 130, 65-100. Buenos Aires.
- (1949), *Descripción Geológica de la Patagonia.* I y II. YPF. Buenos Aires.
- Frenguelli, J. (1931), *Nomenclatura estratigráfica patagónica.* Anál. Soc. Cient. Sta. Fe, III, 1-115. Santa Fe.
- (1933), *Apuntes de geología patagónica.* Bol. Inf. Petrol. n° 112, 843-900. Buenos Aires.
- Frizzell, D. L. (1954), *Handbook of Cretaceous Foraminifera of Texas.* Univ. Tex., Bur. Econ. Geol., Report of Inv. n° 22. Texas.
- Graham Jenkins, D. (1965), *Planktonic foraminifera and Tertiary intercontinental correlations.* Micropaleontology, 11, n° 3, 265-277. New York.
- Gerth, H. (1925), *Contribución a la estratigrafía y paleontología de los Andes argentinos.* Act. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, IX, n° 1-2, 11-130. Córdoba.
- (1935), *Geologie Südamerikas.* Gebrüder Borntraeger, 2^{er}. Teil. Berlín.
- Groeber, P. (1929), *Líneas fundamentales de la geología del Neuquén y regiones adyacentes.* Dir. Gral. Min., Geol. e Hidrol., Publ. n° 58. Buenos Aires.
- (1931), *El doctor Richard Wichmann y su obra científica.* Physis, X, 267-278. Buenos Aires.
- (1955), *Anotaciones sobre el Cretácico, Supracretácico, Paleoceno y Cuartario.* Rev. Asoc. Geol. Arg., X (4). 234-261. Buenos Aires.
- Haynes (1956), *Contr. Cush. Found. Res., VII, part. 3, Washington.*
- Hemmer, A. (1929), *Observaciones geológicas en el borde septentrional de la cuenca sedimentaria cretácea del golfo de San Jorge.* Physis, IX, 399-415. Buenos Aires.
- Herrero Ducloux, A. (1946), *Contribución al conocimiento geológico del Neuquén extraandino.* Bol. Inf. Petrol., XXIII, n° 266. Buenos Aires.
- Hofker, J. (1960), *Le problème du Danor-Paléocène et le passage Crétacé-Tertiaire.* Rev. Micropaléontologie, vol. 3, n° 2, 119-30. París.
- (1962), *Correlation of the Tuff Chalk of Maestrich (type Maestrichtian) with the Danke Kalk of Denmark (type Danian), the stratigraphic position of the type Montian, and the planktonic foraminiferal faunal break.* J. Pal., 36 (5), 1051-89. USA.
- Huene, F. von (1928), *Überblick über die Schichtenfolge der jüngeren Kreide, und ihre Verbreitung in Patagonien.* Centr. f. Min., Geol. und Pal., B, 2, 103-10. Stuttgart.
- (1929), *Los Saurisquios y Ornitisquios del Cretáceo argentino.* Anál. Mus. La Plata, III (2), 1-194. La Plata.
- Inst. Geogr. Militar (1949), Hoja 4566-25. Carta Topogr. de la Rep. Argentina (escala 1 : 100.000). Buenos Aires.
- Ihering, H. von (1902), *Historia de las ostras argentinas.* Anál. Mus. Nac. Bs. As., VII 2^a ser., IV), 109-23. Buenos Aires.
- (1903), *Les Mollusques des terrains cretacique superieurs de l'Argentine orientale.* Anál. Mus. Nac. Bs. As., ser. III, t. II, 193-227. Buenos Aires.
- (1904), *Nuevas observaciones sobre moluscos cretáceos y terciarios de Patagonia.* Rev. Mus. La Plata, XI, 229-43. La Plata.
- (1907), *Les mollusques fossiles du Tertiaire et du Crétacé supérieur de l'Argentine.* Anál. Mus. Nac. Bs. As., ser. III, t. VII. Buenos Aires.
- (1914), *Catalogo de moluscos cretaceos e terciarios da Argentina da collecçao do auctor.* Rev. Mus. Paulista, I (3), São Paulo.
- (1919), *Consideraciones generales sobre las formaciones sedimentarias cretáceo-terciarias de la Patagonia.* Physis, IV, 18, 545-7. Buenos Aires.
- (1924), *Zur Kenntnis der Kretazeo-eozänen Ablagerungen Patagoniens.* Geol. Rundsch., XV, 305-14. Berlín.
- (1927), *Die Geschichte des Atlantischen Ozeans.* 237 págs. Jena.
- Jeletzky, J. A. (1960), *Youngest Marine Rocks in Western Interior of North America and the age of the Triceratops-Beds; with Remarks on comparable Dinosaur-Bearing Beds Outside North America.* Report Twenty-First Session Norden (Internat. Geol. Congr.) V. Copenhagen.
- (1962), *The allegedly Danian dinosaur-bearing rocks of the globe and the problem of the Mesozoic-Cenozoic boundary.* Jour. of Pal., 36 (5). USA.

- Kaasschieter, J. P. H. (1963), *Geology of the Colorado Basin*. Tulsa Geol. Soc. Digest, 31, 177-87. Tulsa.
- Keidel, J. (1920), *Investigaciones especiales (in Mem. Dir. Gral. Minas, Geol. e Hidr. Año 1917)*. Anal. Min. Agric., Secc. Geol., XIV, n° 2, 23-35. Buenos Aires.
- (1925), *Sobre el desarrollo paleogeográfico de las grandes unidades geológicas de la Argentina*. Soc. Arg. Est. Geogr., I, 4, 251-312. Buenos Aires.
- Le Calvez, J. (1950), *Révision des foraminifères lutétiens du Bassin de Paris - III, Polymorphinidae*. Serv. Carte Geol., Mem. Paris.
- Loeblich, A. R. & Collaborators (1957), *Studies in Foraminifera*. U. S. Nat. Mus., Bull. 215. Washington.
- Loeblich, A. R. & H. Tappan (1953), *Smithsonian Inst. Misc. Coll.*, 121. USA.
- (1954), *New names for two foraminiferal homonyms*. Wash. Acad. Sci., Journ., 44, n° 12. Baltimore.
- (1964), *Protista (in Treatise on Invertebrate Paleontology, vol. 2, part. C, 2)*. Geol. Soc. Amer. Kansas.
- Lys, M. (1960), *La limite Crétacé-Tertiaire et l'Éocène inférieur dans le Bassin de Majunga (Madagascar)*. Report Twenty-First Session Norden (Internat. Geol. Congr.), V, 120-30. Copenhagen.
- Mailhe, A., N. Malumian, J. Pucci y A. C. Riccardi, 1964. *Foraminíferos del Rocanense (Paleoceno) de la cuenca de Añelo, provincia de Neuquén*. Asoc. Pal. Arg. (Reun. de Comunic. 30 nov. 1964). Resumen en Ameghiniana, IV, n° 1, página 39. Buenos Aires.
- Mailhe, A. R., N. Malumián & A. C. Riccardi (1966), *Contribución al conocimiento de los foraminíferos del Rocanense de la Cuenca del Añelo (Provincia de Neuquén)* (en trámite de publicación).
- Mallory, S. V. (1959), *Lower Tertiary Biostratigraphy of the California Coast Ranges*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Oklahoma.
- Mangin, J. Ph. (1960), *Réflexions sur la limite Crétacé-Tertiaire à propos du Domaine Pyrénéen*. Report Twenty-First Session Norden (Internat. Geol. Congr.), V, 145-9. Copenhagen.
- Marie, P. (1941), *Foraminifères de la Craie; Les foraminifères de la Craie à Belemnitella mucronata du Bassin de Paris*. Mus. Nation. Hist. Nat., Mem. 12 (1). Paris.
- Masiuk, V. (1966). *Estudio estratigráfico del Rocanense-Salamanquense del Puesto Alvarez, curso inferior del río Chico, Provincia del Chubut*. Univ. Bs. As., Fac. Cs. Ex. y Nat., Trab. Final Licenc. (inédito).
- Meijer, M. (1965), *The stratigraphical distribution of Echinoids in the Chalk and Tuffaceous Chalk in the neighbourhood of Maastricht (Netherlands)*. Med. Geol. Sticht., N. Ser. n° 17, 21-25. Maastricht.
- Nagappa, Y. (1960), *The Cretaceous-Tertiary Boundary in the India-Pakistan subcontinent*. Report Twenty-First Session Norden (Intern. Geol. Congr.), V, 41-9, Copenhagen.
- Olsson, R. K. (1960), *Foraminifera of Latest Cretaceous and Earliest Tertiary age in the New Jersey Coastal Plain*. Jour. Pal., 34 (1), 1-58. USA.
- Piatnitzky, A. (1942), *Apuntes sobre la composición y estructura geológica del Golfo San Jorge*. Bol. Inf. Petrol., XIX, n° 219, 49-63. Buenos Aires.
- Pozaryska, K. (1965), *Foraminifera and Biostratigraphy of the Danian and Montian in Poland*. Palaeontologia Polonica, 14. Varsovia.
- Pozaryski, W. & K. Pozaryska (1960), *On the Danian and Lower Paleocene sediments in Poland*. Report. Twenty-First Session Norden (Internat. Geol. Congr.), V, 170-80. Copenhagen.
- Plummer, H. J. (1926), *Foraminifera of the Midway Formation in Texas*. Univ. Tex. Bull., 2644. Texas.
- Rasmussen, H. W. (1965), *The Danian affinities of the Tuffeau de Ciply in Belgium and the "Post Maastrichtian" in the Netherlands*. Med. Geol. Sticht., N. ser. n° 17, 33-40. Maastricht (Netherlands).
- Reyment, R. A. (1960), *Notes on the Cretaceous-Tertiary Transition in Nigeria*. Report Twenty-First Session Norden (Internat. Geol. Congr.), V, 131-5. Copenhagen.
- Russo, A. (1953), *Levantamiento geológico al N. de Pico Salamanca entre el mar y la Pampa del Castillo, Salamanca y Malaspina; escala 1 : 100.000*. YPF. Informe J 165 (inédito, consultado en el I.N.G.M.). Buenos Aires.
- Schiller, W. (1925), *Estratigrafía, tectónica y petróleo de Comodoro Rivadavia (Chubut)*. Anal. Mus. La Plata, II, 11-56. La Plata.
- Simpson, G. G. (1940), *Review of the mammal-bearing Tertiary of South America*. Proc. Amer. Philos. Soc., LXXXIII (5), 649-709. Filadelfia.
- Stappenbeck, R. & F. Reichert (1909), *Informe preliminar relativo a la parte sudeste del territorio del Chubut y al Análisis químico del petróleo de Comodoro Rivadavia*. Anal. Min. Agric., Secc. Geol. IV (1), Buenos Aires.
- Stenzel, H. B. (1945), *Stratigraphic significance of the Patagonian Odontogryphaeus*. Bull. Geol. Soc. Amer., 56, n° 12 (2), p. 1202. USA.

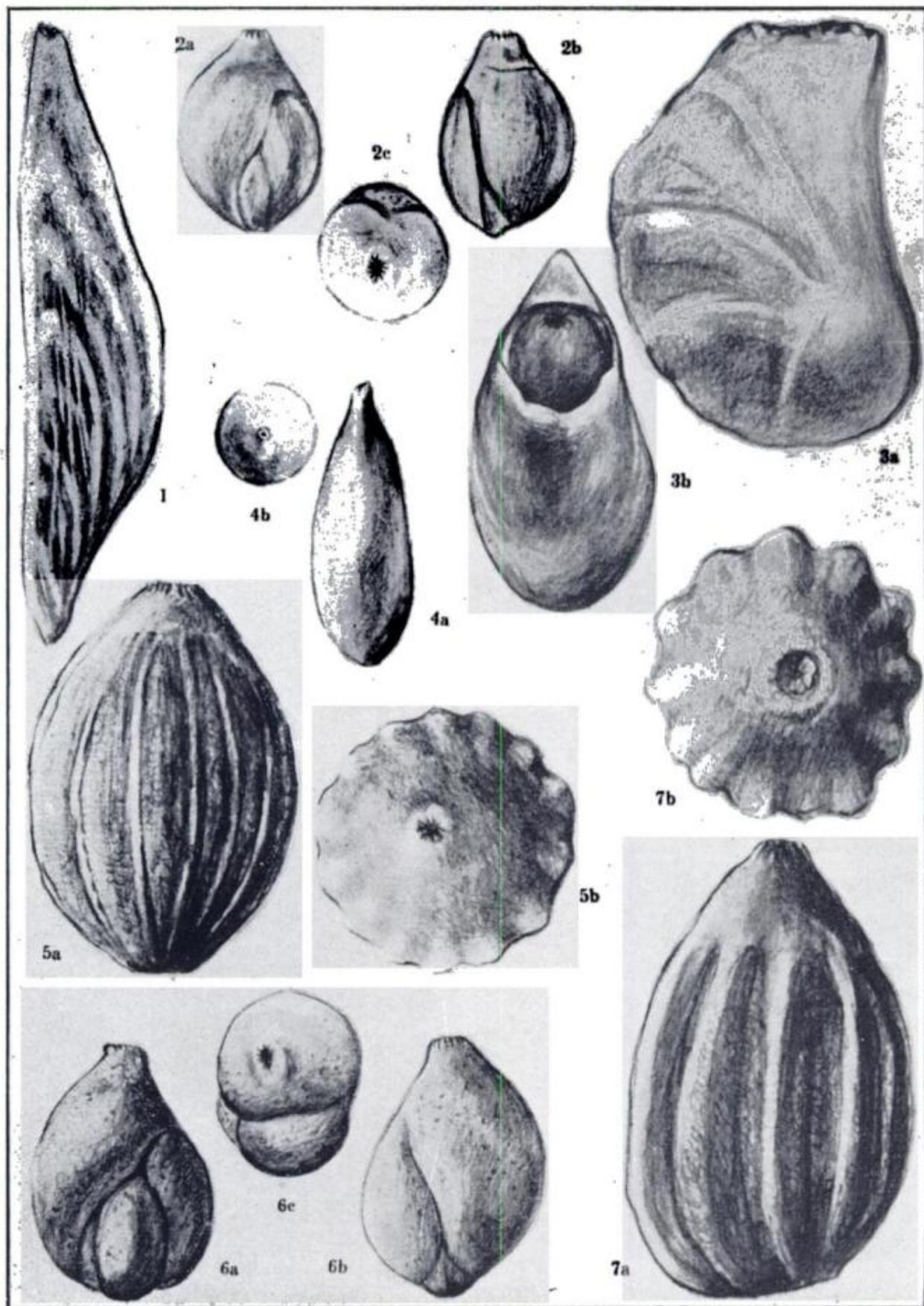
- Tapia, A. (1929), *Algunas observaciones sobre las relaciones estratigráficas de los Estratos con Dinosaurios y los depósitos eocenos con mamíferos de la región del golfo San Jorge*. Soc. Arg. Est. Geogr., III, 2, 489-501. Buenos Aires.
- Terquem (1882), Mem. Soc. Geol. Franc., Ser. 3, vol. 2. Paris.
- Wichmann, R. (1921), *Estudio geológico de la zona de reserva de la explotación nacional de petróleo en Comodoro Rivadavia (Territorio Nacional del Chubut)*. Dir. Gral. Minas, Bol. 25-B. Buenos Aires.
- (1927), *Resultados de un viaje de estudios geológicos en los territorios de Río Negro y del Chubut*. Dir. Gral. Min., Geol. e Hidrol., Publ. 33. Buenos Aires.
- Wilckens, O. (1905), *Die meeresablagerungen der Kreide-und Tertiärformation in Patagonien*. Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal., B. Bd. XXI, 98-195. Stuttgart.
- (1924), *Zur Stratigraphie von Patagonien*. Geol. Rundsch., XV, 315-7, Berlin.
- Williamson (1858). *On the Recent Foraminifera of Great Britain*. Ray S. Soc. Publ. Londres.
- Windhausen, A. (1918-19), *Consideraciones generales sobre el límite entre el Cretácico y el Terciario con referencia especial a la edad y posición estratigráfica del piso de San Jorge en la Argentina*. Soc. Arg. Cienc. Nat. (Prim. Reun. Nac. en Tucum.), I 87-9. Buenos Aires.
- (1922), *Estudios geológicos en el valle superior del Río Negro*. Dir. Gral. Min., Geol. e Hidrol., Bol. 29-B. Buenos Aires.
- (1924), *Líneas generales de la constitución geológica de la región situada al oeste del Golfo de San Jorge*. Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XXVII, 167-320. Córdoba.
- (1925), *Las antiguas conexiones de la Patagonia*. Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XXVIII, 213-50, Córdoba.
- (1931), *Geología Argentina*, II (Ed. Peuser). Buenos Aires.

NOTAS AL CUADRO II

- a) El cuadro II ha sido construido tomando como antecedente principal la « Zonación bioestratigráfica y correlación intercontinental del Paleoceno » (Masiuk, 1966; Méndez, 1966, inéditos) que a su vez — y exceptuando la parte correspondiente a nuestro país — constituye una síntesis de las opiniones de Berggren (1964, 1965 a y b).
- b) Con referencia a la mencionada Zonación, el cuadro II presenta las siguientes modificaciones :
1. Se han suprimido las columnas correspondientes a Cáucaso Nor-Central, SW de Crimea, Austria, México y Trinidad ;
 2. Se han agregado datos de Polonia y de la Cuenca de Añelo (Neuquén) ;
 3. En las columnas de la República Argentina se efectuaron ligeros cambios impuestos por el criterio de una mayor claridad.
- c) En los perfiles que han proporcionado los datos de las columnas General Roca (Río Negro) y Punta Peligro (Chubut) no se observa la base de la respectiva formación daniana.
- d) La columna Cuenca de Añelo (Neuquén) corresponde a perfiles de las localidades Cerro Los Gemelos, Sierra Blanca y Cerro Caracol ; en los dos primeros no se observa la base de la Formación Roca, mientras que en Cerro Caracol dicha formación se apoya sobre los « Estratos con Dinosaurios ».

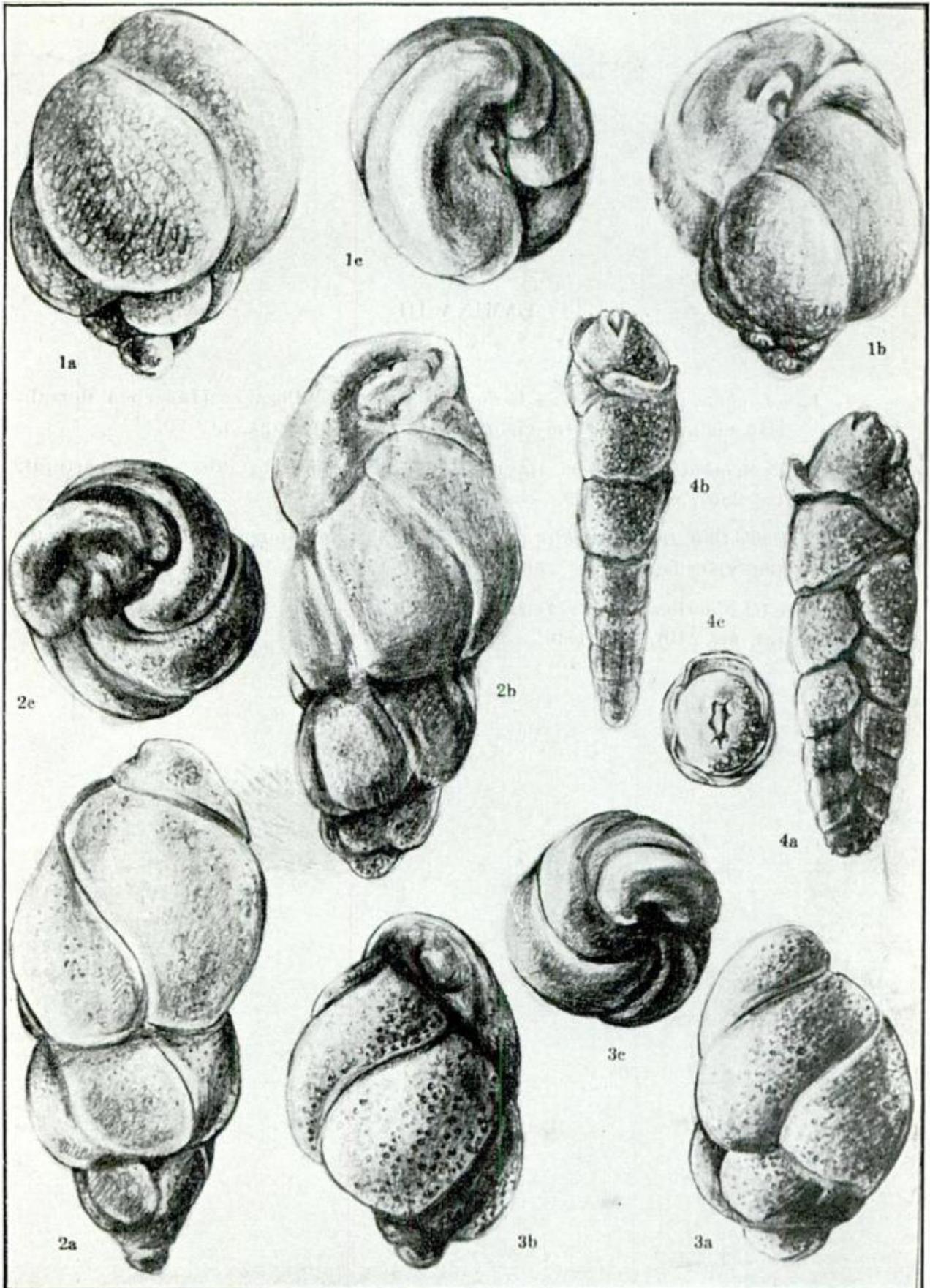
LAMINA I

1. *Citharina multicostrata* (Cushman) : vista lateral (\times 100), págs. 143-4.
2. *Globulina gibba* d'Orbigny : (2a) y (2b) vistas laterales ; (2c) vista apertural. (\times 100), págs. 144-5.
3. *Astacolus nuda* (Reuss) : (3a) vista lateral ; (3b) vista apertural. (\times 230), pág. 143.
4. *Lagena laevis* (Montagu) : (4a) vista lateral ; (4b) vista apertural. (\times 100), pág. 144.
5. *Oolina borealis* Loeb. & Tapp. : (5a) vista lateral ; (5b) vista apertural. (\times 230), pág. 146.
6. *Guttulina problema* d'Orbigny : (6a) y (6b) vistas laterales ; (6c) vista apertural. (\times 100), pág. 145.
7. *Oolina acuticosta* (Reuss) : (7a) vista lateral ; (7b) vista apertural. (\times 230), págs. 145-6.



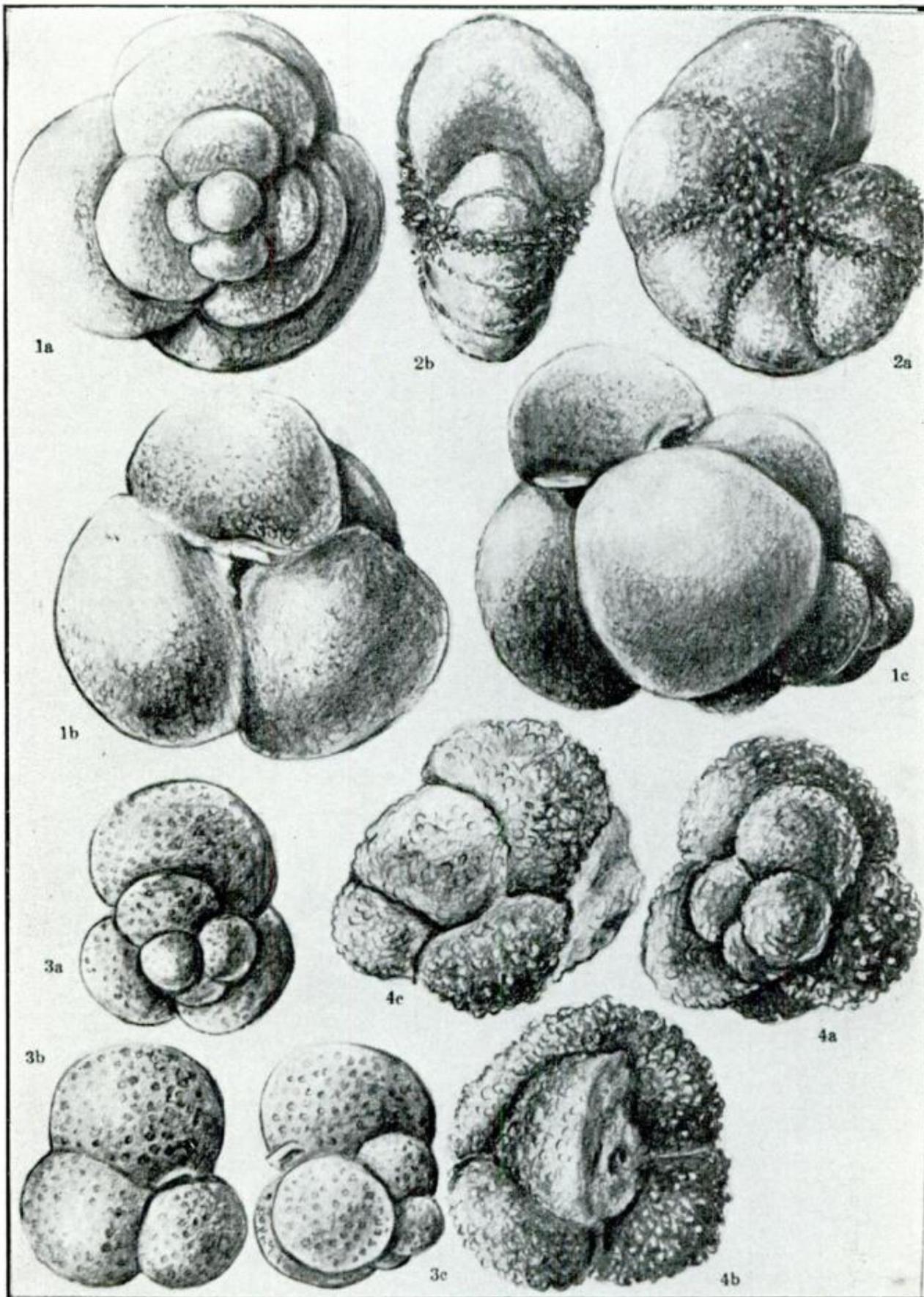
LAMINA II

1. *Buliminella parvula* Brotzen : (1a) y (1b) vistas laterales ; (1c) vista apertural. (\times 230), pág. 147.
2. *Buliminella pulchra* (Terquem) : (2a) y (2b) vistas laterales ; (2c) vista apertural. (\times 230), págs. 147-8.
3. *Buliminella isabelleana* Camacho : (3a) y (3b) vistas laterales ; (3c) vista apertural. (\times 230), págs. 146-7.
4. *Loxostomoides applinae* (Plummer) : (4a) y (4b) vistas laterales ; (4c) vista apertural. (\times 100), pág. 148.



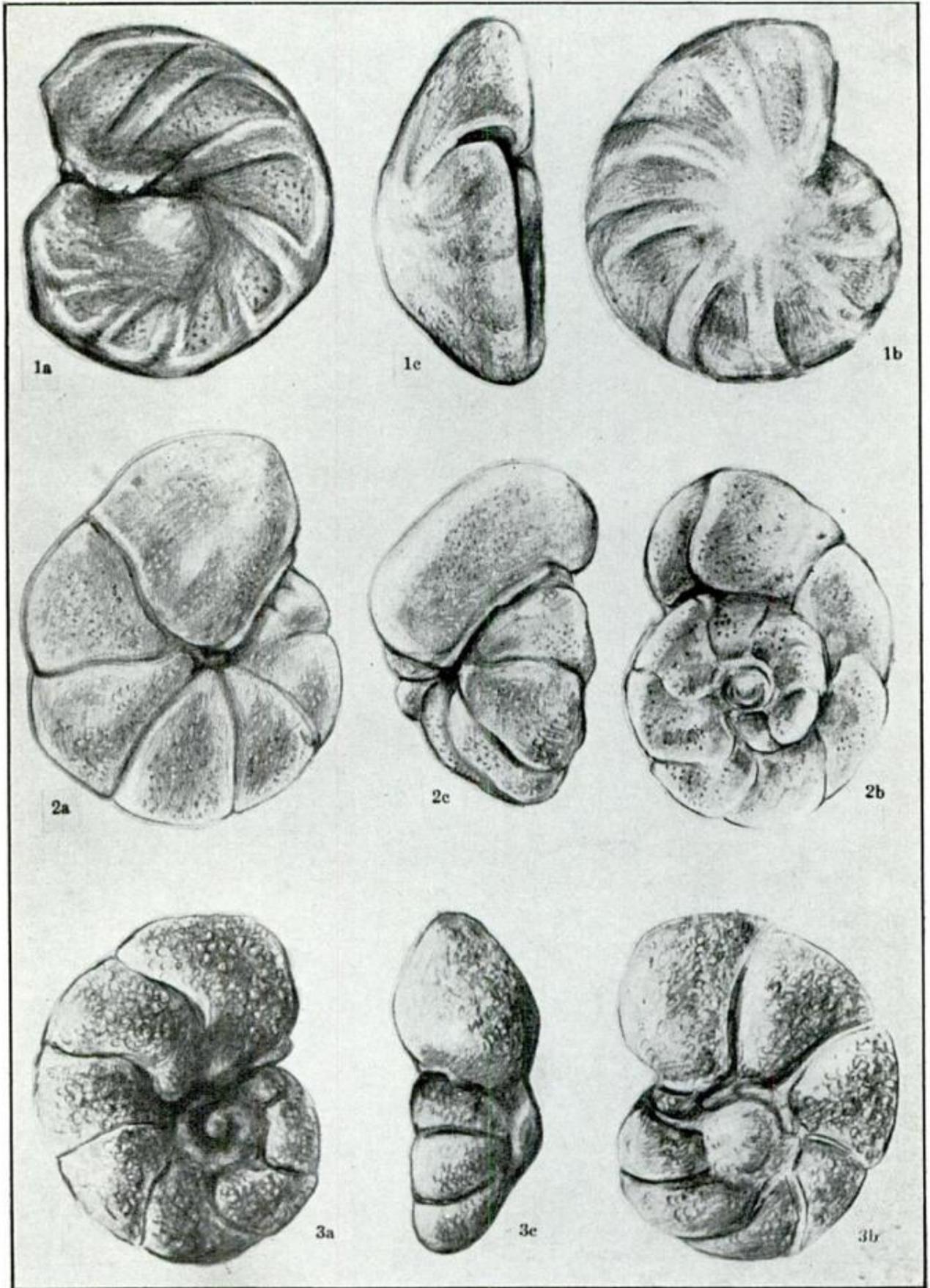
LAMINA III

1. «*Globigerina*» cf. «*G.*» *kozłowskii* Brotz. & Pozar. : (1a) vista dorsal ; (1b) vista ventral ; (1c) vista lateral. (\times 230), págs. 149-50.
2. *Protelphidium hofkeri* Haynes : (2a) vista lateral ; (2b) vista apertural. (\times 230), págs. 148-9.
3. *Subbotina triloculinoides* (Plummer) : (3a) vista dorsal ; (3b) vista ventral ; (3c) vista lateral. (\times 230), págs. 150-1.
4. «*Globigerina*» sp. : (4a) vista dorsal ; (4b) vista ventral ; (4c) vista lateral. (\times 240), pág. 150.



LAMINA IV

1. *Cibicides alleni* (Plummer) : (1a) vista dorsal ; (1b) vista ventral ; (1c) vista apertural. (× 200), págs. 151-2.
2. *Gyroidinoides patagonica* (Camacho) : (2a) vista ventral ; (2b) vista dorsal ; (2c) vista apertural (× 240), págs. 152-3.
3. *Anomalinoides* aff. *A. burlingtonensis* (Jennings) ; (3a) vista dorsal ; (3b) vista ventral ; (3c) vista apertural. (× 230), pág. 153.



COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

HOLMES, ARTHUR: *Principles of Physical Geology*. Thomas Nelson & Sons, London, 1965.
Precio: 4 guineas.

Cuando en 1944 apareció la primera edición del libro *Principles of Physical Geology*, el mundo geológico lo aclamó como uno de los textos más enjundiosos y didácticos que se habían publicado hasta ese momento. El éxito de la obra quedó registrado en dieciocho reimpresiones, sin contar una edición en castellano, publicada en España, que alcanzó gran difusión en nuestros medios universitarios.

Veintiún años después, poco antes de su muerte, acaecida el 20 de setiembre de 1965, el profesor Holmes tuvo la satisfacción de ver impresa la segunda edición de su libro. Se trata de una obra totalmente modificada y remozada que, como era de esperar, supera ampliamente a la anterior, pero que además constituye un texto completamente actualizado, y de gran profundidad. La sola mención de su formato mayor, de sus 1.288 páginas frente a las 532 de la primera publicación, de sus 880 figuras y láminas comparadas con las 400 anteriores, sirve para dar una idea de las diferencias materiales entre las dos ediciones.

Este libro voluminoso contiene tantas cosas que la labor del comentarista se torna difícil. Para comenzar por algo, debe destacarse en primer lugar la abundancia, calidad y universalidad de las ilustraciones, en especial las fotografías, que son excelentes. Algunas de las figuras son las mismas de la primera edición, pero en su mayoría se trata de material nuevo.

No obstante la calidad, la jerarquía y la importancia didáctica de las ilustraciones, el mérito principal de la nueva edición no reside en eso, sino en su texto: en efecto, el profesor Holmes ha realizado una síntesis ambiciosísima del conocimiento geológico moderno. Con su estilo claro, ameno y elegante, pasa revista a la enorme información geológica acumulada en los últimos veinte años y la condensa en un libro que, sin lugar a dudas, es el más completo y original que sobre el tema se ha publicado hasta el presente. La labor necesaria para alcanzar tan magnífico resultado debe haber sido enorme, no sólo por la revisión bibliográfica que ella presupone, sino por el mantenido equilibrio y sentido crítico del autor, pues en obras de esta envergadura es muy difícil evitar las distorsiones y los enfoques puramente subjetivos. El profesor Holmes logra su objetivo y, salvo en pequeños asuntos, logra mantener una ecuanimidad de tratamiento que resulta sorprendente.

En este breve comentario no es posible dar idea del contenido de la nueva edición. Baste decir que en sus veintiséis capítulos está resumida la geología física en todos sus aspectos y que en ellos se ofrece la visión más completa del panorama actual de nuestra ciencia. La lectura es tan provechosa que el comentarista entiende que merece convertirse en una especie de libro de cabecera, una magnífica puerta de entrada para los múltiples aspectos de la geología. Cualquiera profesor, cualquier profesional, cualquier estudiante, encontrará en esta obra infinidad de problemas y cuestiones que hasta el presente no han sido puestos al día en libros de uso general; pueden citarse, como ejemplos tomados al azar, las maneras magistrales con que son tratadas las glaciaciones, la geocronología, la corteza y el manto superior, la acción fluvial, la deriva continental, la estructura de los fondos oceánicos, la teoría del globo terrestre en expansión, y muchos asuntos más, en los cuales el lector encontrará información e inspiración, los dos objetivos incommovibles de la enseñanza.

En buena parte de la obra el profesor Holmes trasciende y rebalsa la misión de redactor de textos y se convierte en un filósofo de la geología, preocupado e intrigado por las causas últimas de las cosas. En este aspecto, algunos de sus capítulos resultan asombrosos por la certeza y profundidad del análisis. La actitud del profesor Holmes se refleja en estas palabras, tomadas de su prefacio: "En este libro rejuvenecido he tratado de presentar una visión equilibrada de los nuevos campos del conocimiento que se han abierto de manera tan explosiva. Cada capítulo contiene historias estimulantes de las realizaciones y especulaciones del hombre, moderadas por la juiciosa reflexión de que si bien noso-

tros podemos a menudo equivocarnos, la Naturaleza no lo hace. Podrá notarse que aquí y allá aparecen inconsistencias, cuando ciertos problemas se tratan según enfoques diferentes. Estas dificultades no han sido disimuladas. Al ponerlas al descubierto, en lugar de barrerlas debajo de la alfombra de doctrinas gastadas y suposiciones tradicionales, se ayuda al lector a comprender en qué campos hace falta más investigación e incluso tal vez se lo estimule a participar en ella". Pocas veces un autor se ha propuesto estos altos objetivos, y, lo que es más raro, ha logrado cumplirlos.

Cabe preguntarse cuál era el lector ideal —ese desconocido imponderable— que el profesor Holmes tenía presente cuando redactó su gran obra. Es evidente que el libro puede ser usado con enorme provecho por los estudiantes universitarios de geología, pero en general el nivel y el contenido sobrepasan los requisitos de los primeros años. El comentarista tiene la impresión de que su autor lo redactó pensando en los geólogos de todo el mundo y que se propuso ofrecerles una obra que los interesara por los grandes problemas de la geología, que escaparan a los límites más restringidos de la práctica profesional, para de esa manera vivificar sus conocimientos aportándoles infinidad de temas para la meditación. "Principles of Physical Geology" es, por sobre todo, un libro para uso de los geólogos.

La fructífera y colmada vida de Arthur Holmes ha culminado, pues, en una obra de gran trascendencia, cuya repercusión ha de perdurar por tiempo apreciable. El comentarista, al glosarla, aprovecha para rendir tributo a su memoria, evocando los días pasados junto a él en Edimburgo, en el verano de 1946, cuando bajo su dirección se familiarizaba con la morfología glacial y los cuerpos intrusivos de esa región escocesa.

Es de esperar que se haga una versión en castellano de esta obra, más cuidada que la anterior, para provecho de la profesión geológica de habla castellana.—*Mario E. Teruggi.*

KUMMEL, B. AND RAUP, D., EDIT. (1965). *Handbook of Paleontological Techniques*. — 852 p., con numerosas ilustraciones. Preparado bajo los auspicios de la Paleontological Society. — W. H. Freeman and Co. — San Francisco and London. U\$S 18.—

¿Sabemos realmente dónde y cómo buscar fósiles? Nuestras técnicas de coleccionar en el campo restos de invertebrados y vertebrados, esporas, polen y microfósiles vegetales ¿están a la altura de las avanzadas técnicas de laboratorio de las que disponemos? Y ¿cuáles son esas técnicas?

Estos interrogantes, cuya contestación clara y concisa hallamos en el "Handbook", nos indican el amplio interés que tiene la mencionada publicación para el geólogo regional, estratigrafo y paleontólogo.

El manual se subdivide en 5 partes: I. (p. 3-134), *Procedimientos y técnicas aplicables a grupos fósiles mayores*. II. (p. 137-468), *Descripción de técnicas específicas*: técnicas de colección, 74 p.; métodos mecánicos de preparación, 82 p.; radiación y técnicas relacionadas, 84 p.; confección de moldes y vaciados, 34 p.; ilustraciones, 46 p. (trata de técnicas fotográficas y preparación de láminas y dibujos para la publicación). III. (p. 471-706), *Técnicas en palinología*: comprende 14 trabajos de diferentes autores, que abarcan desde las técnicas a utilizar en campaña, hasta las técnicas de microfotografía y métodos estadísticos en palinología. El hecho de que la parte III (bajo la coordinación de J. GRAY) sea la más extensa del Handbook, pone de manifiesto la rápida expansión y creciente importancia del campo de la palinología. IV. (p. 709-764), *Bibliografía de técnicas paleontológicas*. V. (p. 768-832), *Compilación de bibliografías útiles para paleontólogos y estratigrafos*. Siguen índices de materias y autores.

La obra está redactada por más de 80 especialistas. La mayor parte de las contribuciones se publica por primera vez en este manual. Basta con señalar algunos capítulos de primordial importancia para el progreso de la estratigrafía en nuestro país: colección de fósiles en rocas metamórficas; consideraciones biofaciales para la colección de fósiles no marinos; conodontos — para desear que esta utilísima publicación tenga entre nosotros amplia aceptación. — *Wolfgang Volkheimer.*

NAIRN, A. E. M., EDIT. (1964): *Problems in Paleoclimatology*. 705 p., numerosas ilustraciones y cuadros. John Wiley & Sons Ltd., London-New York-Sydney.

En enero de 1963 se reunieron en la Universidad de Newcastle upon Tyne más de 50 destacados investigadores (geólogos, paleontólogos, geofísicos, físicos, edafólogos), cuyas investigaciones están de alguna manera relacionadas con el clima del pasado. "Problems in Palaeoclimatology" es el resultado de este symposium. Reúne 54 trabajos de 52 autores en 13 capítulos: I. (p. 1-9), Introducción. II. (p. 11-49), La utilización de plantas fósiles

en la interpretación paleoclimática. III. (p. 51-76), Importancia paleoclimática del carbón y de sucesiones carboníferas. IV. (p. 77-112), El reconocimiento de glaciaciones antiguas. V. (p. 113-188), Glaciaciones precámbricas. VI. (p. 189-252), Técnicas geofísicas y climas del pasado. VII. (p. 253-304), Clima del Devónico. VIII. (p. 305-364), Consideraciones teóricas y climas del Cuartario. IX. (p. 365-426), Reconocimiento de climas áridos y estudios acerca de la dirección de los vientos. X. (p. 427-534), Rocas carbonáticas y evaporitas. XI. (p. 535-580), Clima del Pérmico. XII. (p. 581-644), Paleontología y clima. XIII. (p. 645-673), Problemas de sedimentos y suelos. — Siguen índices de autores, nombres y materias.

Apenas podemos mencionar, en este breve comentario, algunos de los problemas tratados en dicha reunión. La *Introducción*, del prestigioso geotectónico *W. H. Bucher*, descubre algunos de los fundamentos en que debería basarse la futura investigación paleoclimatológica. Este autor expresa sus reservas acerca de la teoría de la deriva continental y exige una revisión de la teoría paleomagnética, que sirve de soporte para la misma.

Los trabajos presentados en los capítulos II a XIII pueden dividirse en aquellos que resumen hechos ya conocidos y en aquellos que presentan enfoques o resultados de trabajo de campo completamente nuevos. Predominan las contribuciones del segundo tipo. Cada capítulo está precedido por una breve introducción al tema, redactada por *Nairn*.

De especial interés para el lector argentino son:

1) Los trabajos relacionados con el problema de las glaciaciones antiguas y modernas. Se dan métodos para distinguir tilitas y pseudotilitas. (*B. C. Heezen y Ch. Hollister: Corrientes de turbidez y glaciación. M. Schwarzbach: Criterios para reconocer glaciaciones antiguas.* El trabajo de *J. J. Bigarella: Rasgos paleogeográficos y paleoclimáticos del Devónico del Sur del Brasil*, nos puede enseñar mucho, en cuanto logra eliminar, mediante una metodología adecuada, el difundido error de interpretar las intercalaciones gruesas de la *Formación Furnas* (Devónico) como *glacimarinas*. La aplicación de razonamientos parecidos a los de *Bigarella*, permitirá una nueva interpretación de nuestros depósitos "glacimarininos" del Paleozoico Inferior y Superior.

2) Trabajos relacionados con la interpretación de las calizas y rocas carbonáticas en general. (Un colega de Estados Unidos me escribe que, con la sola ayuda de una sierra portátil distingue en campaña varios de los hasta 40 tipos de caliza que los especialistas suelen diferenciar). La contribución de *R. H. Fairbridge: La importancia de las calizas y su contenido en Ca/Mg para la paleoclimatología*, es uno de los trabajos más fundamentales y brillantes del libro. *Fairbridge* inicia su exposición con la hipótesis de que la historia terrestre se caracteriza por varias *revoluciones geoquímicas*, cada una de las cuales tuvo consecuencias decisivas para la depositación de carbonato de calcio. Dichas revoluciones serían consecuencia, por lo menos en parte, de la evolución metabólica, y serían así, al mismo tiempo, "resultados y causas potenciales de la (futura) diferenciación orgánica."

3) Con respecto a las evaporitas *sensu stricto*. *F. Lotze: La distribución de las evaporitas en el espacio y el tiempo*, ofrece un panorama general, indicando los cinturones de evaporitas para todos los períodos, a partir del Cámbrico; *G. Richter-Bernburg: Ciclos solares y otros períodos climáticos en evaporitas varvíticas*, da una metodología interesante que utilizó en el Pérmico Superior alemán.

4) Contribuciones que se refieren al origen de las sedimentitas rojas (que en Argentina, desde el Permocarbónico hasta el Terciario no faltan en ningún sistema, y cuya formación —suelos rojos y su erosión, transporte y redepositación— está en pleno proceso en el NE del país). *F. B. Van Houten: El origen de las sedimentitas rojas; algunos problemas sin resolver*, da una clasificación genética y otra descriptiva de los "red beds" y trata la composición química y los indicadores ambientales de ellos.

De sumo interés científico son los trabajos reunidos en el capítulo VI (Técnicas geofísicas y climas del pasado). Dos contribuciones tratan del tema *Paleoclima y Paleomagnetismo*. "La importancia de la investigación paleomagnética respecto al clima del pasado reside en el hecho de que provee un método independiente para predecir la latitud y orientación, aunque la indicación de la longitud no parece posible". *S. K. Runcorn: La conexión entre paleomagnetismo y paleoclimas*, da una introducción al tema. Este autor supone que el campo geomagnético siempre ha sido el de un dipolo axial geocéntrico, opinión que ha corregido últimamente (Runcorn, 1965). El trabajo esclarecedor de *J. C. Briden y E. Irving: Espectros paleolatitudinales de indicadores climáticos sedimentarios*, relaciona dos grupos de variables completamente diferentes. Sobre mapas paleomagnéticos correspondientes a los distintos períodos (a partir del Cámbrico) se marca la distribución areal de diferentes indicadores paleoclimáticos, a saber: sedimentitas rojas, areniscas de desierto, evaporitas, tilitas, carbón, rocas carbonáticas. De este modo se comprueba una buena corre-

lación entre ambos sistemas de referencia: la distribución paleolatitudinal de los indicadores sedimentarios es comparable a la distribución latitudinal moderna de los mismos.

Mencionamos, finalmente, *J. J. Bigarella y R. Salamuni: Estudio de paleovientos en la Arenisca Botucatú (Triásico-Jurásico) de Brasil y Uruguay*. El paleodesierto estudiado en este trabajo es uno de los más grandes (más de 1,5 millones de km²) que hasta ahora se conocen en la historia geológica, y sus estribaciones australes llegan a la Argentina, mientras se extiende tan al norte como Minas Gerais.

(Se recomienda la obra a geólogos, paleontólogos, geofísicos, edafólogos y meteorólogos). — *W. Volkheimer*.

ESTE NUMERO
SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 21 DE NOVIEMBRE DE 1966
EN LA IMPRENTA Y CASA EDITORA CONI, PERU 684
BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA

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

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 Ferrari
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