

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

SUMARIO

H. J. HARRINGTON y A. F. LEANZA, El aparato apical de <i>Spirifer striatus</i> , <i>S. crassus</i> y <i>S. duplicicostus</i> del Carbónico de Gran Bretaña.	209
C. R. VILELA, Acerca de la presencia de sedimentos lacustres en el Valle Calchaquí.....	219
A. CASTELLANOS, Sedimentos con restos de moluscos del Belgranense y del Interensenadense de las márgenes de los ríos Paraná y Carcarañá en la provincia de Santa Fe.....	228
M. TERUGGI, El origen de los granitos.....	233
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS.....	264
<u>MOVIMIENTO SOCIAL.....</u>	<u>266</u>
<u>NÓMINA DE LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA.....</u>	<u>268</u>

BUENOS AIRES
REPUBLICA ARGENTINA

—
1952

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo VII

Octubre de 1952

Nº 4

EL APARATO APICAL

DE

« SPIRIFER STRIATUS », « S. CRASSUS » Y « S. DUPLICICOSTUS »

DEL CARBONICO DE GRAN BRETAÑA

POR HORACIO J. HARRINGTON Y ARMANDO F. LEANZA

SUMARIO

El aparato apical de *Spirifer striatus* (Martin), genotipo de *Spirifer* Sowerby, consiste en placas dentales divergentes, de longitud moderada. No existe placa deltirial ni septo mediado en la valva ventral. *Spirifer crassus* y *Sp. duplicicostus* poseen placas dentales bastante largas y divergentes y placa deltirial bien desarrollada, por lo cual deben referirse al género *Cyrtospirifer* Nalivkin.

En 1936 uno de nosotros (H. J. H.) obtuvo, por el amable intermedio de Miss Helen Muir Wood, el préstamo de siete ejemplares de *Spirifer* de las colecciones del British Museum of Natural History, clasificados como *Spirifer striatus* (Martin), con el propósito de investigar la estructura del aparato apical de esta especie, genotipo de *Spirifer* Sowerby. Razones diversas han demorado la publicación de este trabajo, realizado hace ya años, que hoy damos a conocer.

Los ejemplares estudiados, que llevan los números B. 289, B. 46.915, B. 90.560, B. 90.561, B. 90.562, B. 90.563 y B. 90.564 del catálogo de aquel Museo, estaban etiquetados: « *Spirifer striatus* Sow. Lower Carboniferous of England. Col. Martin ». En realidad sólo cinco de ellos corresponden a *Spirifer striatus* (Martin). El N° 90.563, en cambio, concuerda en todos sus caracteres con *Spirifer crassus* De Koninek y el N° 90.564 puede identificarse con *Spirifer duplicicostus* Phillips, tal como estas especies han sido descritas y figuradas por Davidson (1863). No entraremos aquí en consideraciones acerca de la posible validez o sinonimia de estas dos especies ya que no es éste el propósito de nuestro estudio, pero podemos afirmar que ninguna de ellas corresponde al

This One

7



J06D-EQK-G7P5

género *Spirifer* Sowerby *s. stricto* sino que deben atribuirse al género *Cyrtospirifer* Nalivkin.

Spirifer striatus (Martin)

Caracteres externos : Descripción basada en los ejemplares del Museo Británico n^o B. 289, B. 46.915, B. 90.560 y B. 90.562. El ejemplar B. 90.561 es un molde interno (Steinkern).

Conchilla grande, alargada transversalmente. Anchura tres veces mayor que la altura. El ancho máximo casi coincide con la longitud de la línea articular. Extremidades cardinales subpuntudas.

Área cardinal larga y baja. Altura del área alrededor de 1/15 del largo de la misma. Su superficie está cruzada por finas estrías verticales, dispuestas irregularmente y poco visibles a ojo desnudo.

Área débilmente cóncava. Concavidad más acentuada en la vecindad del umbón. Porción adyacente a la línea articular aplanada y débilmente inclinada hacia atrás y abajo con respecto al plano de conjunción de las valvas.

Ángulo apical entre 105° y 115°. Deltirio de tamaño mediano, triangular, más ancho que alto. Su base equivale aproximadamente a 1/8 o 1/9 de la longitud de la línea articular.

Valva ventral convexa, de contorno general subpiramidal. Umbón esbelto, agudo, fuertemente encorvado pero poco proyectado sobre el área. Seno mediano de profundidad moderada, bien definido, ornado por unas 16 costillas (contadas en las cercanías del borde anterior). El seno está producido en forma de V muy abierta. Es estrecho sobre el umbón pero se ensancha paulatinamente hacia el borde anterior de la valva. Pendientes laterales suavemente convexas. Cada una de ellas lleva entre 35 y 40 costillas (y aun más ?), bien definidas, de superficie lisa y redondeada, separadas por surcos algo más estrechos que las costillas. El número de costillas corresponde al contado a lo largo del borde anterior.

Valva dorsal más convexa que la ventral. Umbón bajo, fuertemente encorvado. Pliegue mediano definido, con 16 costillas. Pendientes laterales suavemente cóncavas, provistas de 35-40 costillas. Las costillas, en ambas valvas, son menos numerosas en la región umbonal. Desde allí su número aumenta hacia el borde anterior por bifurcación, que se opera en distintos niveles. En algunos casos las costillas hasta se dividen en tres ramas subiguales. La aparición de nuevas costillas por bifurcación no obedece a una regla fija y se efectúa a distancias variables del margen anterior.

La mitad anterior de las valvas lleva algunas estrías concéntricas de crecimiento.

Medidas de los ejemplares estudiados (en milímetros) :

	B. 289	B. 90.560	B. 46.915	B. 90.562
Largo de la valva ventral.....	47,0	54,0	52,5	50,0
Largo de la valva dorsal.....	37,3	48,7	45,6	42,0
Espesor.....	33,3	31,5	32,0	32,0
Anchura máxima.....	‡ 96,0	‡ 94,0	roto	81,0
Largo de la línea articular.....	‡ 95,0	rota	rota	rota
Anchura del deltirio.....	11,0	—	—	—
Anchura del seno mediano.....	20,0	36,0	26,5	21,0
Altura del área cardinal.....	5,0	—	4,0	4,5

Caracteres internos :

Ejemplar N° B. 289. El plano de los cortes sucesivos hace ángulo de 40° con respecto al plano de conjunción de las valvas. Véase figura 1 (F).

Cortes (fig. 1, a-i) :

- a), a 2,0 mm del apex : Se observa ya las placas dentales divergentes, oscurecidas por la callosidad apical que las envuelve.
- c), a 3,0 mm del apex : Aparece la cavidad visceral.
- d), a 3,5 mm del apex : No aparece aún el deltirio. La cavidad visceral, entre las dos placas dentales, se va ensanchando hacia adelante en forma de cono hueco. Su pared dorsal (superior en el dibujo) no está formada por una placa deltirial sino por la cara interna del umbón encorvado.
- e), a 4,0 mm del apex : Se insinúa la canaleta del deltirio.
- f), a 4,5 mm del apex : Aparece el deltirio, sin placa que forme su fondo, abierto ventralmente y en directa comunicación con la cavidad visceral. La callosidad apical aparece exagerada por la oblicuidad del corte con respecto al umbón encorvado. La pared del fondo de la valva está cortada en bisel.
- h), a 5,5 mm del apex : Las placas dentales todavía forman láminas continuas que llegan al fondo de la valva.
- i), a 7,0 mm del apex : A la altura de la línea articular, la placa izquierda se ha cortado en el medio. La pared de la valva aparece aun engrosada, en parte debido a la callosidad apical y en parte a la oblicuidad del corte que la secciona en bisel.

Ejemplar N° B. 90.560 : El plano de los cortes sucesivos hace ángulo de 40° con respecto al plano de conjunción de las valvas, tal como en el caso anterior.

Cortes (fig. 1, A-E) :

- A), a 2,0 mm del apex : Se observan débiles trazas de las placas dentales, oscurecidas por la callosidad apical que las envuelve.
- B), a 3,0 mm del apex : Debido a la inclinación de la sección, aparece la cavidad visceral a la derecha. La callosidad apical envuelve aun a las placas dentales, pero aparece ya la canaleta del deltirio excavada en la callosidad.

C), a 3,5 mm del apex : Las placas dentales, bien divergentes, siguen envueltas por la callosidad apical. La cavidad visceral aparece a la

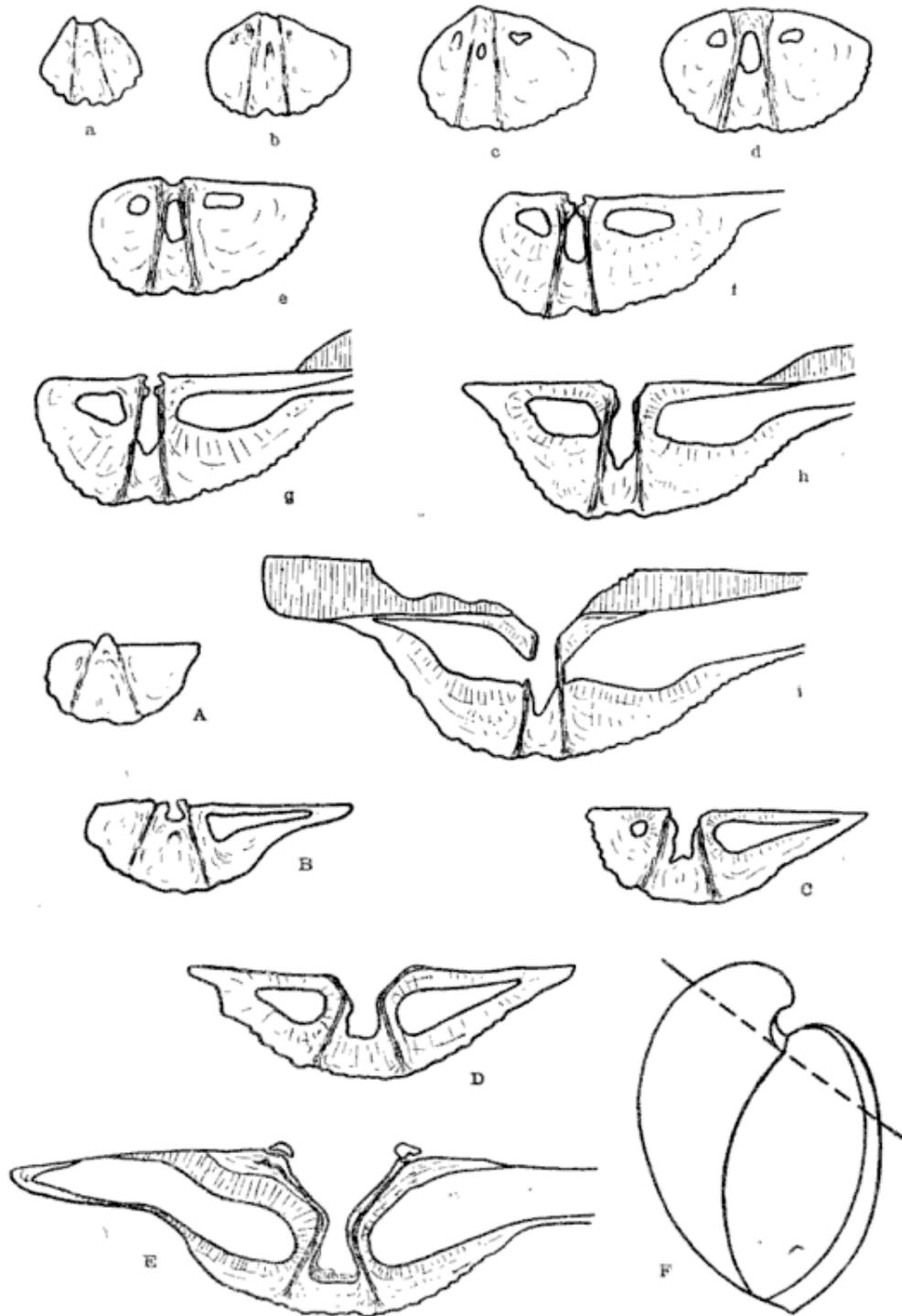


Figura 1

izquierda y en el centro. El delirio se profundiza y se une a la cavidad visceral sin solución de continuidad.

E), a 6,0 mm del apex : Al llegarse al nivel de la línea articular, la callosidad apical, aunque reducida, engrosa aun las placas dentales que todavía alcanzan al fondo de la valva.

Ejemplar N° B. 46.915 : El plano del corte hace ángulo de 20° con respecto al plano de conjunción de las valvas.

Corte (fig. 2, 1) :

Sección a 9,5 mm del apex : La sección no ha alcanzado el nivel de la línea articular, faltando unos 2,0 mm para llegar a ella. Las placas dentales, divergentes, llegan hasta el fondo de la valva que aparece engrosado debido, ante todo, a la oblicuidad del corte que lo secciona en bisel. En este ejemplar la callosidad apical es muy reducida.

Ejemplar N° B. 90.562 : El plano del corte hace ángulo de 10° con respecto al plano de conjunción de las valvas. Véase figura 2, 3.

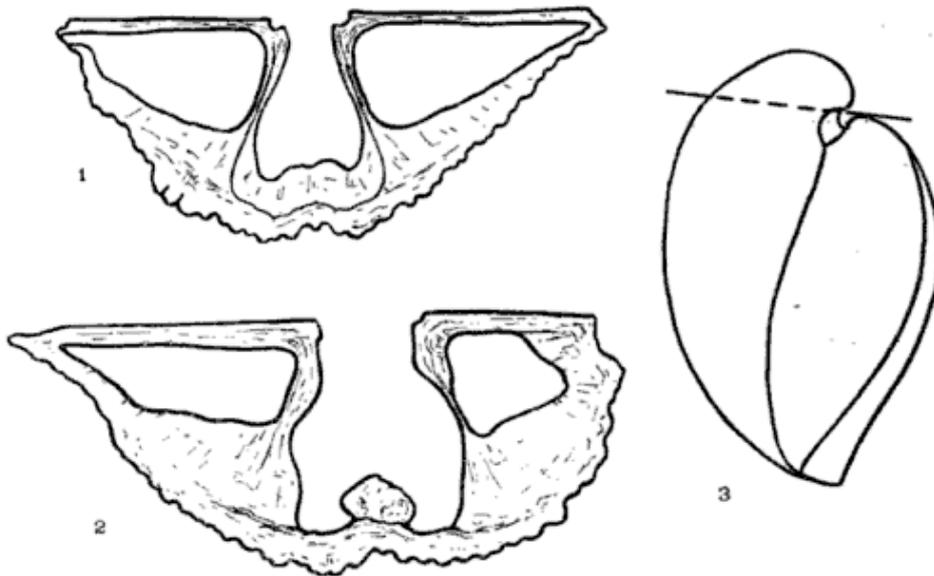


Figura 2

Corte (fig. 2, 2) :

Sección a 7,5 mm del apex : La sección no ha alcanzado el nivel de la línea articular, faltando alrededor de 1,5 mm para llegar a ella. Las placas dentales, divergentes, están a punto de cortarse. En este ejemplar la callosidad apical está mucho más desarrollada que en el anterior y el espesamiento del fondo de la valva se debe ante todo a ella. La protuberancia central que se observa en el fondo, entre las placas dentales, no es un septo ni euseptoide sino un remanente de la callosidad apical que desaparece primero entre las placas.

Conclusiones : El aparato apical de *Spirifer striatus* (Martin), genotipo de *Spirifer* Sowerby, consiste en dos placas dentales fuertes y divergentes, de longitud moderada, que llegan al fondo de la valva hasta poco antes de alcanzarse el nivel de la línea articular en cortes poco inclinados con respecto al plano de conjunción de las valvas. El ángulo de divergencia de las placas es variable de ejemplar a ejemplar y puede ser relativamente pequeño, oscilando entre 15° y 40° . No existe

placa deltidial (transversa), ni septo mediano. La callosidad apical está bastante desarrollada pero sólo en la región apical del umbón.

Estas observaciones difieren considerablemente de las ideas de Chao (1929, p. 1), quien atribuyó al género *Spirifer* Sowerby *s. stricto* placas dentales cortas y septo mediano bajo (« low median ridge ») que no se observa en el genotipo.

Cyrtospirifer (« Spirifer ») crassus (De Koninck)

Caracteres externos: Descripción basada en el ejemplar de Museo Británico, n° B. 90.563.

Conchilla grande, alargada transversalmente. Anchura máxima una vez y media mayor que la altura. El ancho máximo se mide por delante de la línea articular y poco más cerca del extremo posterior que del anterior de las valvas. Línea articular corta. Extremidades cardinales redondeadas.

Área cardinal corta y alta, subtriangular. Altura del área aproximadamente igual a 1/6 del largo de la misma. Área moderadamente cóncava.

Valva ventral inflada. Umbón esbelto, agudo, encorvado pero poco colgante sobre el área. Seno mediano bien definido, ornado por unas 8 costillas en la región umbonal que aumentan, por bifurcación, hasta 16 ó 18 en las cercanías del borde anterior. Seno producido en forma de U, bastante estrecho en la región umbonal y rápidamente ensanchado hacia adelante. Pendientes laterales convexas. Cada una de ellas lleva unas 30 costillas radiales bien definidas, contadas a lo largo del borde anterior. Las costillas tienen superficie lisa y redondeada. Las 10 más cercanas al seno mediano son más anchas que las costillas del seno y están separadas por surcos estrechos y de fondo redondeado. En la región umbonal el número de costillas es mucho menor. Allí se bifurcan las más cercanas al seno mediano y luego recorren la mayor parte de la pendiente umbonal como costillas simples, no bifurcadas.

Valva dorsal con umbón fuertemente encorvado y bajo. Pliegue mediano apenas acusado, con costillas similares a las del seno ventral. Pendientes laterales convexas, menos en las cercanías de las extremidades cardinales donde se hacen ligeramente cóncavas. Cubiertas por costillas similares, tanto en número como en otras características, a las de la valva ventral.

La mitad anterior de las valvas lleva débiles y escasas líneas concéntricas de crecimiento.

Medidas (en milímetros):

Largo de la valva ventral.....	‡ 58,0
Largo de la valva dorsal.....	‡ 51,0

Espesor.....	39,3
Anchura máxima.....	77,0
Largo de la línea articular.....	52,0
Anchura del deltirio.....	19,0
Anchura del seno mediano.....	21,0
Altura del área cardinal.....	9,0

Caracteres internos :

Ejemplar N° B. 90.563 : El plano de los cortes sucesivos hace ángulo de 20° con respecto al plano de conjunción de las valvas.

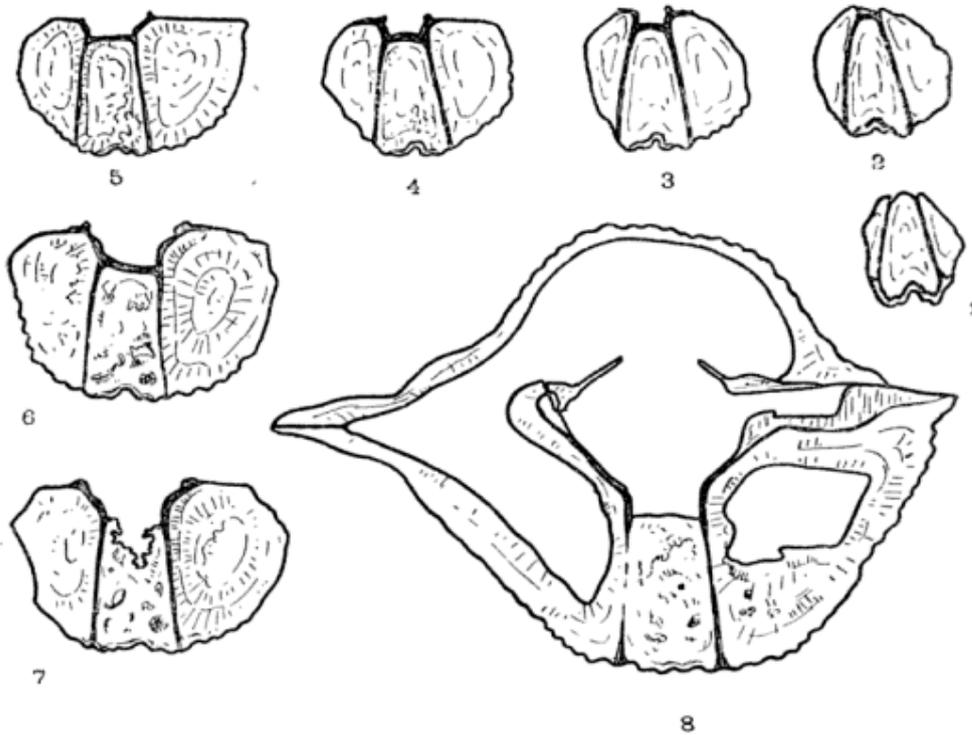


Figura 3

Cortes (fig. 3) :

- 1) a 1,9 mm del apex : Se observan las placas dentales divergentes, envueltas por la callosidad apical. La placa deltidial no aparece, probablemente por mala preservación.
- 2), a 2,0 mm del apex : Aparece la placa deltidial.
- 3), a 4,0 mm del apex : El deltirio se profundiza y la placa deltidial que forma su fondo se distingue claramente. La callosidad apical envuelve a las placas deltales.
- 6), a 8,0 mm del apex : El deltirio, profundo, sigue delimitado por la placa deltidial. Las placas dentales son delgadas y escasamente divergentes. Se destacan muy bien de la callosidad apical que las envuelve. La cavidad visceral aun no ha aparecido.
- 7), a 9,0 mm del apex : Poco antes de alcanzarse la línea articular se corta bruscamente la placa deltidial y el fondo del deltirio se excava irregularmente en la callosidad apical que aun envuelve a las placas dentales.

8), a 11,5 mm del apex : Apenas sobrepasado el nivel de la línea articular aparece la cavidad visceral a ambos lados, pero la callosidad apical, todavía muy desarrollada, rellena el espacio entre las placas dentales. La placa izquierda, por inclinación leve del corte, se desconecta en el medio mientras que la derecha forma todavía una lámina continua hasta el fondo de la valva.

Conclusiones : La especie posee placas dentales y placa deltirial bien definida. Las placas dentales son delgadas y levemente divergentes (alrededor de 15°), llegando al fondo de la valva aun más allá del nivel de la línea articular, cuando se observan secciones poco inclinadas con respecto al plano de conjunción de las valvas. La placa deltirial es recta, larga y desaparece bruscamente poco antes de alcanzarse el nivel de la línea articular. Delimita el fondo de un deltirio profundo y de sección trapezoidal. La callosidad apical está muy desarrollada.

El aparto apical de esta especie concuerda exactamente con el del género *Cyrtospirifer* Nalivkin, tal como lo define el genotipo *Cyrtospirifer* («*Spirifer*») *verneuilli* (Murchison). *Spirifer crassus* posee costillas bifurcadas en las pendientes laterales, pero tal como uno de nosotros ya lo apuntara (Harrington, 1939), Nalivkin mismo incluyó en su género a especies con costillas bifurcadas y aun trifurcadas. *Spirifer crassus* muestra, a este respecto, características intermedias entre *Cyrtospirifer aquilinus* (Romanowski) y *Cyrtospirifer romanowski* Nalivkin. Su atribución al género *Cyrtospirifer* está, pues, plenamente justificada.

***Cyrtospirifer* («*Spirifer*») *duplicicostus* (Phillips)**

Caracteres externos : Descripción basada en el ejemplar del Museo Británico, nº B. 90.564.

Conchilla de tamaño mediano, alargada transversalmente. Su anchura máxima es, aproximadamente, 1,3 veces mayor que su longitud. El ancho máximo se mide por delante de la línea articular, pero bastante más cerca del extremo posterior que del anterior de las valvas. Línea articular corta. Extremidades cardinales redondeadas. Área cardinal corta y alta, subtriangular, moderadamente cóncava.

Valva ventral convexa. Umbón alto y encorvado. Seno mediano relativamente angosto, bien definido y bastante profundo, ornado por 5 ó 6 costillas en la región umbonal que aumentan, por bifurcación, a unas 16 en el borde anterior. Pendientes laterales convexas. Cada una de ellas lleva unas 28 ó 30 costillas, contadas a lo largo del borde anterior. Las costillas son bien definidas, de superficie lisa y redondeada y están separadas por surcos radiales más angostos que ellas. El número de costillas es mucho menor en la región umbonal. Su aumento hacia ade-

lante se verifica por bifurcación, generalmente a una misma altura en el tercio posterior de la valva. A veces las costillas se dividen en tres ramas de valor subigual y, ocasionalmente, una de ellas vuelve a bifurcarse muy cerca ya del borde anterior.

Valva dorsal con umbón bajo, encorvado. Pliegue mediano bastante agudo. Las costillas del pliegue mediano y de las pendientes laterales son similares a las ya descritas de la valva ventral. Las pendientes son convexas y apenas alcanzan a aplanarse cerca de las extremidades cardinales.

Las valvas llevan algunas líneas concéntricas de crecimiento, bastante bien marcadas pero espaciadas en los dos tercios anteriores de las mismas.

Medidas (en milímetros):

Largo de la valva ventral....	45,0
Largo de la valva dorsal.....	38,0
Espesor.....	32,0
Anchura máxima	56,0
Largo de la línea articular...	34,0
Altura del área cardinal	6,0

Caracteres internos :

Ejemplar N° B. 90.564. El plano de los cortes sucesivos es casi normal al plano de conjunción de las valvas.

Cortes (fig. 4) :

- 1), a 4,0 mm del apex : Placas dentales delgadas y largas. Placa deltirial bien desarrollada. Callosidad apical escasa, engrosando las paredes de la valva y las placas dentales.
- 2), a 5,5 mm del apex : La placa deltirial se acaba de cortar en el centro. Las dentales, bien divergentes, se han adelgazado mucho y están a punto de cortarse.
- 3), a 6,0 mm del apex : Antes de alcanzarse el nivel de la línea articular las placas dentales se cortan y no llegan al fondo de la valva. La placa deltirial ha desaparecido y sólo quedan muñones en cada placa dental. La callosidad apical, escasa, apenas engrosa las paredes de la valva y las placas dentales.



Figura 4

Conclusiones: La especie posee placas dentales delgadas, divergentes, moderadamente largas y placa deltirial corta pero bien desarrollada. La callosidad apical es escasa y la cavidad visceral es bien visible, tan-

to entre las placas dentales como a ambos lados de ellas, bastante antes de alcanzarse el nivel de la línea articular.

El aparato apical de esta especie corresponde al de *Cyrtospirifer*. Por la bifurcación y aun trifurcación de las cortillas en las pendientes laterales, la forma es comparable a *Cyrtospirifer aperturatus* (Schlotheim), ubicado en *Cyrtospirifer* por Nalivkin mismo.

Summary. — The ventral valve of *Spirifer striatus* (Martin), genotype of *Spirifer* Sowerby, has moderately short, divergent dental plates, no delthyrial plate and no mesial septum. *Spirifer crassus* and *Sp. duplicicostus* have fairly long, diverging dental plates and well developed delthyrial plate and should be referred to the genus *Cyrtospirifer* Nalivkin.

LISTA DE TRABAJOS MENCIONADOS EN EL TEXTO

- CHAO, Y. T. 1929. *Carboniferous and Permian Spiriferids of China*. — Paleont. Sinica, Ser. B., vol. XI, fasc. I.
- DAVIDSON, TH. 1858-1863. *A Monograph of the British Fossil Brachiopoda*. Part V. *The Carboniferous Brachiopoda*. — Paleont. Soc. London.
- HARRINGTON, H. J. 1939. *El aparato apical de « Spirifer verneuilli », « Sp. leonci tensis » y « Sp. rugulatus »*. — Notas Mus. La Plata, vol. IV, Paleont. N° 17, págs. 123-241.

Departamento de Geología
Universidad de Buenos Aires
Diciembre, 1952.

ACERCA DE LA PRESENCIA DE SEDIMENTOS LACUSTRES

EN EL VALLE CALCHAQUI

POR CESAR REINALDO VILELA

RESUMEN

Los sedimentos límnicos que aparecen en el Valle Calchaquí, frente a la localidad de La Poma, deben seguramente su presencia a efusiones basálticas de los volcanes próximos, las cuales obstruyendo el curso del río, formaron un lago, al cual el mismo río fué aportando material de arrastre, que se depositó adquiriendo las características propias de los sedimentos lacustres.

Posteriormente, merced a un proceso de erosión retrocedente, el río atacó y desgastó el dique natural, provocando el drenaje del lago.

La existencia de éste durante un lapso determinado no solamente ha quedado atestiguada por la presencia de los sedimentos a que se ha hecho referencia, sino también por un desarrollo anormal en el perfil del lecho fluvial.

La fecha de las efusiones, la época en que existió el lago, y también la edad de sus depósitos, se ubica en el Pleistoceno más alto, o en el más temprano Holoceno.

I. INTRODUCCIÓN

En la fosa tectónica que geográficamente corresponde al Valle Calchaquí, en las proximidades de la localidad de La Poma, y en el centro del mencionado valle (fig. 1), aparecen sedimentos parcialmente erosionados y que presentan características similares a las de aquellos de origen lacustre. Palmer (3, bosquejo geológico) incluye en su trabajo un esquema interpretativo en el cual representa una corriente lávica proveniente de los volcanes próximos, obstruyendo el cauce del río y provocando la formación de un lago.

El resultado de observaciones realizadas corroboran esta idea de Palmer y es el motivo de la presente nota dar algunos detalles sobre este interesante hecho.

II. DATOS ESTRATIGRÁFICOS

Las rocas más antiguas que afloran en la región pertenecen al complejo semimetamórfico de edad proterozoica, que está integrado por

filitas, pizarras filíticas, esquistos filíticos, todos ellos cloríticos o sericiticos, grauvacas, areniscas y cuar-citas. A menudo se presentan venas de cuarzo hidrotermal que actúan sobre las rocas del complejo de refe-rencia, produciendo el consiguiente efecto de metamorfismo de contacto.

Los sucesivos ciclos tectónicos que han hecho sentir su acción so-bre este complejo precámbrico, y la facilidad que poseen sus componen-tes para plegarse, hacen imposible establecer una sucesión estratigrá-fica. Solamente en algunas zonas es factible comprobar el predominio cuantitativo de una roca sobre las demás, lo que se manifiesta entre otras cosas, por la coloración gene-ral del complejo, que allí es parecido al de la roca dominante.

En la región que nos interesa, el Valle Calchaquí, se encuentra sobre este complejo ya someramente des-cripto, una serie de origen continen-tal referida al Triásico y que deno-minaremos «Estratos de Pirgüta» en sustitución del más difundido, pero erróneo, de «Areniscas Infe-riores».

Están constituyendo parte del re-lleno del «graben» o fosa tectónica por la cual corre el río Calchaquí. Desde las cabeceras de este río hasta

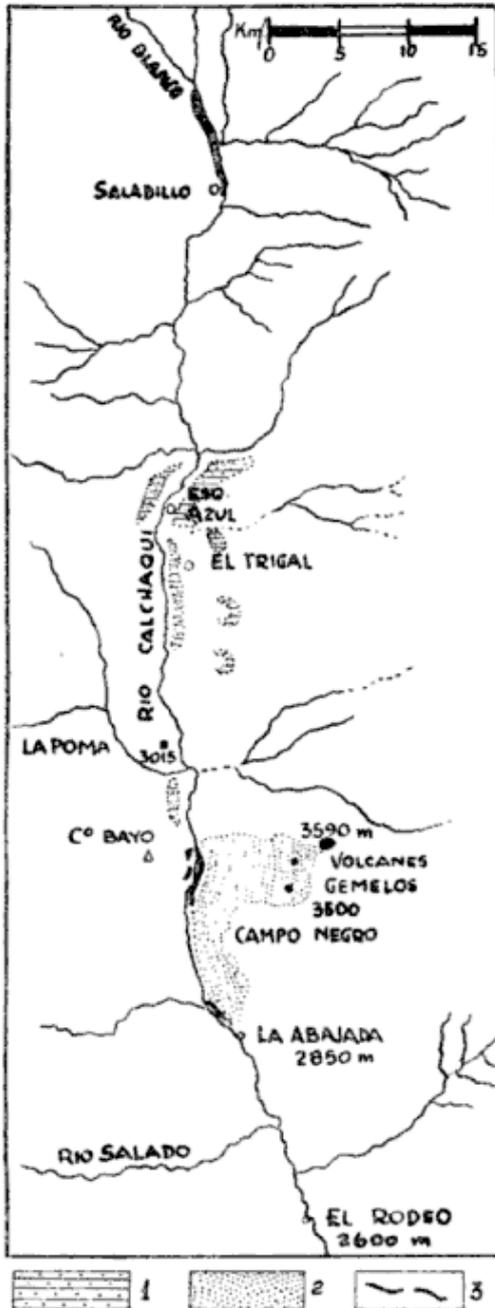


Fig. 1. — Plano de orientación: 1, sedimentos lacustres; 2, escorial basáltico; 3, corriente de lava.

La Poma, las capas mencionadas forman grandes afloramientos que se suceden sin solución de continuidad, y solamente se hallan ocultos en el centro mismo del valle, debajo de sedimentos aluvionales recientes.

Pero desde La Poma hacia el S cambian las condiciones del valle,

pues desde allí el Triásico se pierde debajo de una camada psefítica de derrubio y de aluvión, que son respectivamente los detritus de faldeo, y el acarreo del colector principal y afluentes occidentales. Queda al descubierto, de este modo, solamente en las laderas de los cerros que flanquean al valle.

Litológicamente, los Estratos de Pirgüia son : areniscas tobíferas amarillas, medianas ; areniscas arcillosas rojas, finas, micáceas ; areniscas conglomerádicas, rojizas, duras ; conglomerados rojizos claros formados generalmente por mátrix de arenisca arcillosa fina a mediana, con elementos cuarcíticos y rodados graníticos ; arenisca arcillosa rosado grisácea, etc. Esta serie carece, al menos en la región que nos ocupa, de restos fósiles.

Su cuenca de sedimentación comienza en la zona de Las Juntas, en el alto Valle Calchaquí. Desde ese punto hacia el S van adquiriendo mayor espesor hasta llegar a los 4000 m en los alrededores de Alemania y Cafayate. En los alrededores de La Poma su potencia se estima en unos 500 m.

Disponiéndose en aparente concordancia, sobre esta serie continental, aparece el Horizonte Calcáreo Dolomítico, formado por depósitos de distribución discontinua y de extensión reducida, características que pueden ser observadas en el mapa general de la Hoja 7d « Rosario de Lerma » (4, mapa geológico).

En general, si bien las condiciones litológicas varían de lugar a lugar, puede considerársele formado por areniscas finas, rosado amarillentas, calcáreas, duras ; esquistos arcillosos morados o vinosos, arenosos y calcáreos ; conglomerados organógenos formados por gasterópodos (Melánidos) ; bancos de *Pucalithus* de color pardo amarillento ; areniscas margosas, etc.

La edad de esta formación es un problema largamente debatido y su discusión escapa a los propósitos de este trabajo. Sólo diremos que predominan dos ideas según las cuales esta formación sería, o neocretácica, o triásica superior-liásica. Parecería más verosímil la segunda, que se basa en el estudio faunístico, y que es la que aceptaremos.

Sobre el Horizonte Calcáreo Dolomítico, y en una relación estratigráfica también muy discutida, se disponen las capas que llamaremos « Estratos de Santa Bárbara », eliminando de este modo la denominación de « Margas Multicolores », tan inapropiada a veces, que designa a estratos que ni son margas ni tampoco multicolores.

En el Valle Calchaquí, la serie de referencia se encuentra en el borde septentrional de su propia cuenca de sedimentación. Estos depósitos son bastante diferentes a aquéllos conocidos más al este.

A las tres secciones clásicas, que llamaremos Sección superior media, e inferior, se agrega una más, ubicada abajo de esta última y al parecer

guardando con el Horizonte Calcáreo Dolomítico una relación estratigráfica y litológica que merece ser estudiada detenidamente. La denominaremos Sección basal ¹.

Esta sección es poco frecuente en el perfil normal, pero aparece en el valle Calchaquí representada por areniscas arcillosas o margosas, medianas a finas, gris pizarra a gris verdosas; arcillas duras muscovíticas generalmente verde oscuras. El conjunto tiene numerosas intercalaciones de capas de unos 0,10 m de *Pucalithus* con desarrollo aberrante. Tiene un espesor general sumamente variable, y se ha reconocido en el Cerro Bayo, situado al S de La Poma, unos 15-20 m de sedimentos que se le atribuyen.

Sobre la sección que hemos descripto aparece en el mencionado valle, aguas arriba de Las Juntas, y en otras regiones situadas hacia el E, un espesor variable (25-100 m) de areniscas rojas arcillosas, arcillas flojas, o margosas semiduras, constituyendo una sucesión monótona. Corresponden a nuestra Sección Inferior (Margas Coloradas Inferiores).

En la región a que hacemos referencia no hay niveles más altos de los Estratos de Santa Bárbara.

Para finalizar esta reseña estratigráfica consideraremos la composición de los sedimentos lacustres. Son areniscas flojas, finas a muy finas, rojizas, rojizas claras, rosadas, arcillosas, y presentan una textura vinculada a su génesis, es decir afectan una muy delgada estratificación paralela, donde se pueden observar variaciones granulométricas atribuibles a cambios estacionales en el caudal del río.

Examinando detenidamente estos sedimentos, se advierte la presencia de vidrio volcánico, bastante abundante, presencia que puede obedecer a una sedimentación de carácter piroclástico, como resultado de la actividad de los volcanes próximos o más lejanos, o por la remoción de depósitos cineríticos ubicados en las cabeceras del río Calchaquí. El espesor es reducido, puesto que no excede de 0,80 m.

III. RASGOS TECTÓNICOS

En el valle Calchaquí responde, por lo menos en su tramo superior (desde su nacimiento hasta Payogasta), a las características que Frenguelli (1, 8) ha definido para un bolsón linear.

En efecto, existen dos bloques rígidos laterales que son la prolongación del Cerro Cachi y Palermo, en la ladera occidental del valle, y el

¹ Estudiando esta sucesión en los afloramientos del Río Manzano, es decir unos 50 km al E de la zona que nos ocupa, se adquiere la impresión de que, si existiera una discordancia entre estas dos formaciones, la misma podría encontrarse entre nuestra Sección basal y la Sección inferior.

cordón de Lampasillos en la oriental. Ambos bloques se han separado por un proceso de fracturación y movimientos de alabeo, de la vieja peneplanicie puneña. Comprenden entre ellos a otro que forma el fondo de la cuenca y que está limitado de los anteriores por fallas que convergen y que son, a todas luces, de carácter activo. Las mismas separan en profundidad a los bloques laterales positivos del central, y más arriba forman el límite entre los sedimentos terrígenos mesozoicos y las rocas que pertenecen al complejo precámbrico (fig. 2).

Las acciones diastróficas, en especial las que pertenecen a los movi-

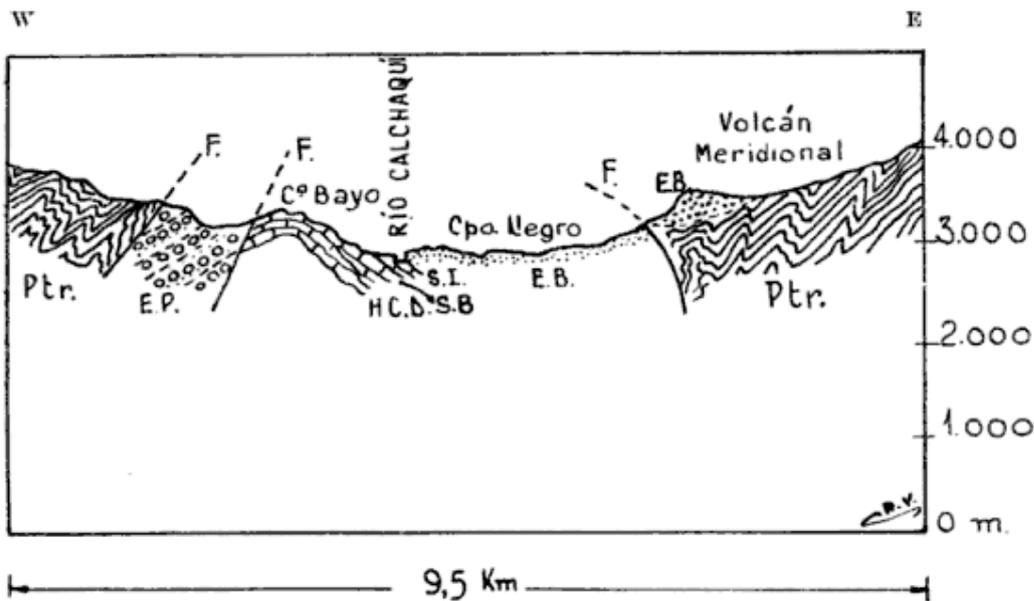


Fig. 2. — Perfil del Valle Calchaquí, aguas abajo de La Poma : P

mientos andinos, incidieron en este bolsón linear, reactivando el proceso de hundimiento del área negativa, y elevando aun más los bloques positivos, a la vez que plegaron los sedimentos que constituyen el relleno del valle.

Estas dislocaciones laterales que muestran considerable rechazo, tienen potentes brechas de falla, y numerosas superficies de deslizamiento. La que afecta a la ladera W del valle tiene dos de esas superficies de corrimiento que son notables, y la inclinación promedio de los planos de las mismas es, dentro del tramo que consideramos, de 50° - 65° , con buzamiento hacia el oeste.

En cambio la falla oriental tiene fuertes inclinaciones en su plano, el cual, en el tramo alto del valle, cerca de Las Juntas, llega al rebatimiento.

Pero además de estas cobijaduras paralelas a su trazado, el valle Calchaquí ha sido afectado por la acción tectónica de manera tal que la influencia de éstas ha provocado la formación de dos tramos bien definidos.

Así es que hay un tramo septentrional, comprendido entre las cabezas del río y los alrededores de la localidad de La Poma, donde aparecen muy acentuados los efectos de compresión (4, mapa geológico). Las dislocaciones que limitan lateralmente el relleno del valle, se hallan próximas una de otra, lo que se traduce en una mayor estrechez de la cuenca. Además y como ya se ha consignado, la cobijadura oriental tiene en esos lugares su plano rebatido. Por otra parte los sedimentos triásicos del relleno poseen inclinaciones relativamente fuertes y aparecen afectados por fallas de importancia secundaria.

Pero en cambio, desde La Poma hasta Payogasta y aun más al sur, este « graben » se destaca por su mayor amplitud, y porque el río que lo recorre posee su curso de vaguada encajonado entre barrancas prácticamente verticales, lo mismo que sus tributarios derechos. Los depósitos mesozoicos muestran plegamientos suaves y aparecen por debajo de las acumulaciones aluvionales y de faldeo que tienen gran distribución desde el puesto de El Salado hacia el sur.

La diferenciación entre los dos tramos del valle se produce en una zona crítica, es decir en el área de los volcanes gemelos, donde también se nota una dislocación del sistema de trazado WNW-ESE, sistema éste de alcance regional (4, mapa geológico) y que tiene gran importancia en las condiciones estructurales de los cerros que se extienden hacia el este del Valle Calchaquí, hasta la Quebrada del Toro. En este caso particular de la fractura que afecta transversalmente al graben a que nos referimos, sus características son difíciles de precisar por la naturaleza misma de la dislocación, pero es innegable su influencia en la diferenciación tectónica del valle. Es posible que su mayor rechazo haya sido lateral, con un desplazamiento hacia el este del labio septentrional.

IV. LA CURVA DEL LECHO DEL RÍO CALCHAQUÍ EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LOS PARALELOS DE 24°30' y 25°

Observando la figura 3, la línea llena entre *a* y *g*, es decir la curva del lecho del río, comprendida entre los paralelos 24°30' y 25°, se advierten algunos detalles interesantes.

Puede apreciarse que si bien la escala vertical no ha sido sino moderadamente exagerada con respecto a la horizontal, las variaciones en el perfil alcanzan a notarse perfectamente. La curva resultante representa a un río alejado aun de su perfil de equilibrio y dentro del ciclo vital puede considerárselo un « río joven ». Pero como se sabe, movimientos de ascenso cuaternarios y las efusiones volcánicas han perturbado considerablemente su normal desarrollo.

Es fácil observar que la línea que representa al lecho acusa claramente dos tramos distintos, cuyas extensiones respectivas coinciden con aquellos tramos en que puede dividirse el valle para su estudio tectónico. Corresponden a los segmentos *a-e* y *e-g*.

La existencia de un nivel de base temporario (lago *b-c*) ha provocado que la maduración de los dos tramos del lecho fluvial haya continuado durante cierto período en forma independiente. Pero es sabido que el trabajo de desgaste erosivo tiende a suprimir las rupturas de pendiente hasta alcanzar la curva ideal, esto es, el perfil de equilibrio.

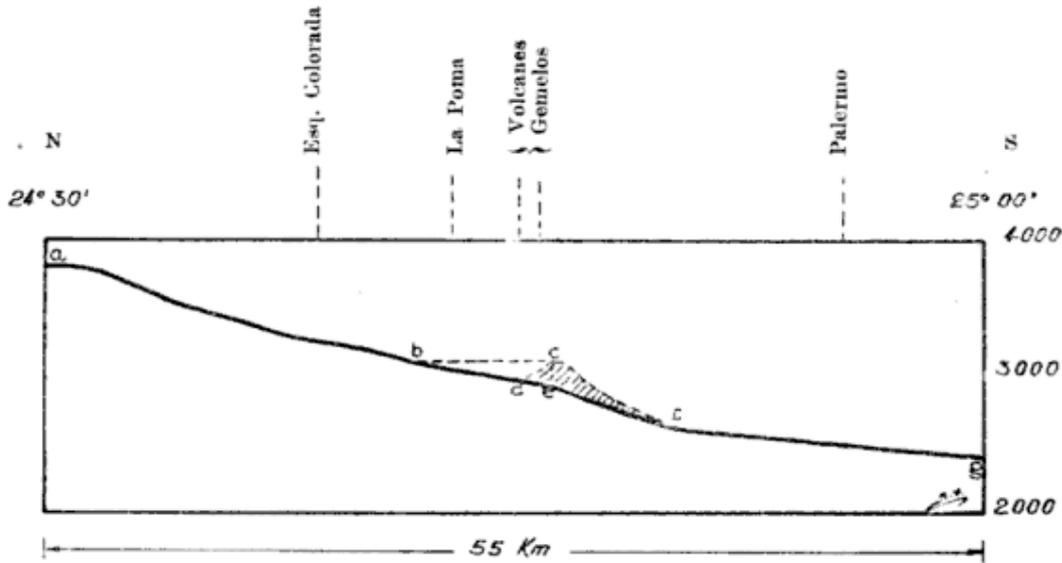


Fig. 3. — Curva del lecho del río Calchaquí, entre los paralelos 24°30' y 25°00': *aeg*, actual curva del lecho; *ae*, tramo superior; *eg*, tramo inferior; *aeg*, curva del lecho durante la existencia del lago; *bc*, lago; *def*, endicamiento lávico y cauce excavado en forma de garganta al ser erosionado el « dique ».

Pues bien, considerando con Palmer (3, bosquejo geológico) que las corrientes lávicas de los volcanes gemelos de La Poma provocaron la formación del lago, se produjo allí el nivel de base temporario que hemos mencionado, al formarse el dique natural. Éste fué posteriormente eliminado gracias a la actividad de la erosión retrocedente. Por ese medio el río excavó una garganta que se fué extendiendo aguas arriba y adquiriendo cada vez mayor profundidad hasta afectar el dique de lava y provocar el consiguiente drenaje del mismo. La garganta a que se hace referencia se puede observar frente al Campo Negro, hasta el extremo sur del Cerro Bayo.

En la figura 3 se ha tratado de reconstruir el aspecto del valle en ese trecho durante la existencia del lago. La posición del punto *c* que expresa la altura del dique natural es lógicamente aproximada, como también es aproximada la situación de *b*, relacionada con la extensión norte-sur del lago. Podría parecer que para calcular la extensión del lago (*b-c*), bastaría con unir por medio de una horizontal el punto más

alto del valle en el cual hay sedimentos lacustres con la vertical que pasa por *e*. Pero casi seguramente este método daría resultados no del todo exactos por cuanto, en casos como éste, es frecuente la presencia de un delta o de un estuario. Resultaría así, un lago demasiado extenso y un dique más elevado que el que pudo haber existido.

El punto *b* se ha colocado en el diagrama, unos 1.500 m más abajo que los sedimentos lacustres que en el valle aparecen más alejados hacia el norte, ubicación algo arbitraria, pero que contempla la posible presencia de una zona deltaica o estuariana.

V. LA EDAD DE LOS SEDIMENTOS LACUSTRES

Es indudable que la edad de los sedimentos lacustres se vincula estrechamente a uno de los períodos de efusión basáltica en el cual tuvo lugar la salida de lava por las bocas volcánicas de La Poma.

Basándonos en la relación mencionada, es interesante traer a colación el estudio de Keidel (2), sobre los volcanes mencionados y sobre la tectónica del valle Calchaquí. En él, este autor cita la opinión de algunos investigadores acerca de la fecha en que ocurrieron las últimas manifestaciones volcánicas.

Hausen (citado por Keidel, 2, 398) afirma que la actividad volcánica cesó en el Pleistoceno y en consecuencia a ese período corresponderían los basaltos. Por otra parte consigna también que las limbourgitas del alto río Calchaquí no aportan elementos suficientes para resolver la edad de las mismas.

Al parecer estas ideas no son del todo exactas. En primer lugar el estudio de los volcanes y sus productos de erupción en la Puna invita a considerar que ha habido actividad volcánica de cierta importancia en épocas post-pleistocenas (5, 58). Las lavas basálticas de algunas regiones, por ejemplo, del volcán Tuzgle, no pueden tener más que unos pocos cientos de años, llevándonos este hecho a suponer que ha habido varios períodos de erupción basáltica geológicamente recientes, y éstas del volcán Tuzgle y otros, serían indudablemente muy posteriores a los basaltos del valle Calchaquí.

Palmer (3, 309 y sig.) dice que en zonas próximas a La Poma (Piedras Blancas) las efusiones de basalto habrían provocado el embalse de las aguas de algunos arroyos. Refiere los sedimentos lacustres del Valle Calchaquí a las postrimerías del Pleistoceno.

Keidel (2, 410) llega a la conclusión de que la salida de lava de los volcanes de La Poma, está separada de los últimos acontecimientos tectónicos por un lapso bastante prolongado.

La interpretación de estas palabras de Keidel parece arrojar un equi-

valente con respecto a lo establecido por Palmer, o por lo menos resultaría una conclusión que se aproxima a la enunciada por este autor, ya que ambas nos llevarían a colocar los sedimentos lacustres en las postrimerías del Pleistoceno o comienzos del Holoceno.

Las observaciones realizadas en la región obligan a aceptar estas conclusiones, que resultan de los prolijos estudios que ambos investigadores llevaron a cabo, si bien se debe tener en cuenta que hay muy pocos elementos de juicio como para emitir opiniones terminantes.

En resumen, las efusiones de los volcanes gemelos de La Poma habrían tenido lugar en las postrimerías del Pleistoceno o en el más temprano Holoceno, y habría comenzado entonces la sedimentación de los depósitos lacustres.

Summary. — The Calchaquí Valley, considered as a «bolson linear» as defined by Frenguelli, has had an anormal development in its geomorphic cycle on account of the presence of basaltic lava flows, which obstructing the valley built a natural dam and consequently a lake was made whose surface acted as a temporary and local baselevel, in such a way that the long profile of the upper section of the river continued its evolution in two stretches practically developing independent from one another.

A retrogressive erosion process, cutting the lava wall, captured the lake causing its drainage through a gorge regaining the normal course of the river.

The age of the sediments deposited in the lake, as well as that of the lava flows have been discussed here concluding that they correspond to the highest Pleistocene or to the lowest Holocene.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

1. FRENGUELLI, J., *Geosinclinali continentali*. Ap. del Bollettino della Società Geologica Italiana. Vol. XLIX, 1930, Fasc. I, Roma.
2. KEIDEL, J., *Los volcanes gemelos de La Poma y su relación con la tectónica del Valle Calchaquí*. Rev. Museo La Plata, t. XXXIV, Buenos Aires, 1934.
3. PALMER, H., *Geological notes on the Northwestern Argentine*. Am. journal of Science. 309-330, 1914.
4. VILELA, C. R., *Descripción geológica de la hoja 7 d. Rosario de Lerma*. Informe inédito de la Dirección Nacional de Minería, 1950, Buenos Aires.
5. — *Descripción geológica de la hoja 6 c. San Antonio de los Cobres*. Informe inédito de la Dirección Nacional de Minería, 1951, Buenos Aires.

SEDIMENTOS

CON

RESTOS DE MOLUSCOS DEL BELGRANENSE Y DEL INTERENSENADENSE

DE LAS MARGENES DE LOS RIOS PARANA Y CARCARAÑA
EN LA PROVINCIA DE SANTA FE

POR ALFREDO CASTELLANOS

RESUMEN

Se dan a conocer nuevos afloramientos del *Belgranense* y del *Interensenadense* con restos de moluscos, en las márgenes de los ríos Paraná y Carcarañá en la provincia de Santa Fe.

En 1943¹ di a conocer la existencia, en la margen derecha del río Paraná (Prov. de Santa Fe), de sedimentos con restos de moluscos pertenecientes al Pampeano medio e inferior, desde la desembocadura del río Carcarañá en el riacho Coronda hasta las proximidades de la ciudad de Rosario.

Desde esa fecha hasta el presente se han encontrado nuevos afloramientos, especialmente en la margen derecha del río Paraná, en el límite E del « Rincón de Grondona ».

En esta nota daremos a conocer, de ambos horizontes, los referidos afloramientos.

BELGRANENSE

En el *Belgranense* se presentan, por lo general, las valvas de *Corbula* (*Erodona*) *mactroides* Daudin, cementadas por arcilla o limo de color gris verdoso o verde grisáceo, a veces amarillo pardo con tinte verdoso, constituyendo un aglomerado.

¹ CASTELLANOS, ALFREDO, *El Preensenadense es un horizonte geológico o una facies?* XVIII. Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología de Rosario, 1943. Afloramientos del *Belgranense*, página 41, figuras 9-13 y del *Interensenadense*, páginas 31-36 y figuras 2-8.

Los afloramientos hasta ahora conocidos son los siguientes :

1° Al N de Timbúes y E de Oliveros en la playa del río Paraná, a 800 metros al N de la « Bajada de Aquino ». Es un afloramiento con moluscos que sólo tiene unos 10 m de largo (fig. 9, 1943).

2° Al NE de Oliveros en la playa del río Paraná y a unos 100 a 200 m de las instalaciones (sala de bombas, galpones, etc.) de la Nueva Arrocera Santa Rosa. La extensión en línea recta de este afloramiento alcanza a 100 m (figs. 10-13, 1943).

Los sedimentos con resto de moluscos constituyen tres estratos :

L₃. Légamo verde grisáceo, con pocos ejemplares de *Corbula (Erodona) mactroides* Daudin, 1,50 m de espesor.

L₂. Légamo gris verdoso y capas de margas verdes con numerosos ejemplares de *Erodona mactroides* Daudin y más escasos especímenes de *Mactra isabelleana* D'Orb. Constituye un banco conchillífero de 1 m de potencia.

L₁. Limo silíceo-ferruginoso formando una arenisca poco coherente con escasos especímenes de *Erodona mactroides* Daudin. Se pierde debajo de las aguas del río Paraná.

3° Al N-NE de Oliveros, sobre los depósitos del *Interensenadense*, con moldes internos de valvas de moluscos. Es el perfil geológico del doctor Roth ¹ que lo sitúa en Puerto Gómez.

4° En 1950 la señorita Laura Lipschitz, alumna mía del curso de Fisiografía, Mineralogía y Petrografía de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales, etc., de Rosario, descubrió otro afloramiento al pie de la barranca del río Paraná, cerca de su domicilio particular y que luego visité en compañía de la doctora Pierina Pasotti. Este afloramiento pertenecía al *Belgranense* inferior y es un limo amarillo pardo con numerosas valvas de *Corbula (Erodona) mactroides* Daudin. Está situado en Alberdi, barrio N de la ciudad de Rosario, en la calle Entre Ríos entre las de Rioja y Buchanan.

5° En el corriente año otro alumno de la citada cátedra, el señor Adolfo Rolla, descubrió otro afloramiento, pero éste en la margen izquierda del río Carcarañá, en el antepenúltimo meandro del pótamo y en una curva que mira al SE. El afloramiento fué visitado por mí en compañía de la doctora Pierina Pasotti, el señor Rolla y otro alumno de la cátedra señor Jorge Romano.

La capa con moluscos se halla en una extensión visible de 10 m en el campo del doctor José B. Bacigaluppo, a 3 km aguas arriba de la desembocadura del río.

El perfil geológico vertical que tomamos es el siguiente :

¹ ROTH, SANTIAGO, *Investigaciones geológicas en la llanura pampeana*. Revista del Museo de La Plata, tomo XXV, página 283, lámina XVII. Buenos Aires, 1920.

Belgranense inferior. — Está constituido por dos capas: a) la inferior tiene por lo menos 1,30 m de potencia, perdiéndose debajo de las aguas del río. Es un limo estratificado de color amarillo pardo o amarillo rojizo; contiene dos hiladas de valvas de *Corbula (Erodona) mactroides* Daudin. La de más abajo, a nivel del agua, es más delgada que la de arriba que tiene 0,40 m de espesor, constituyendo un aglomerado conchillífero dispuesto en camadas, las valvas están cementadas por el limo, en parte margoso. En otros lugares aparecen nódulos de tosca que encierran restos de moluscos.

b) La capa superior, es un limo áspero al tacto de color amarillo verdoso, cuando seco amarillo claro con tinte verde, en cambio humedecido es verde grisáceo.

La superficie de este estrato es ondulada señalando una discordancia.

Los sedimentos carecen de restos de moluscos y su espesor alcanza a 1,10 m.

Bonaerense inferior. — Son varios estratos de limo arenoso compacto, amarillo pardo, dispuestos en capas delgadas con nodulitos de tosquilla dura. Se intercalan otros estratitos de limo arcilloso endurecido, amarillo rojizo. El espesor de toda la capa es de 1 m.

Bonaerense medio. — Limo muy arenoso, amarillo sucio u oscuro, en parte arena limosa. La capa termina en cuña y desaparece aguas arriba del perfil, mientras hacia la desembocadura adquiere una potencia de 0,50 a 1 m.

Bonaerense superior. — Se presenta en dos capas: a) la inferior constituida por un limo arcilloso amarillo rojizo, otras veces rojizo claro, endurecido y compacto, con estratificación inclinada hundiéndose hacia el W. Esta disposición se debe al hecho de haberse sedimentado en los flancos de un valle fluvial transversal al del río Carcarañá. El color de los sedimentos es amarillo claro, con tosca en nódulos, en estratitos y en tabiques delgados. La potencia de la capa es de 1,80 m; b) Capa superior consistente en un limo amarillo rojizo oscuro, arcilloso, de 1,80 m de espesor.

Postpampeano. — Estos sedimentos se hallan colocados en la parte alta del valle del río constituyendo la terraza superior. En otros lugares es una terraza media.

6° Este afloramiento fué el primero que se descubrió, se halla próximo a la ribera del río Paraná, en la provincia de Buenos Aires y fué estudiado por Burckhardt¹. Aparece en la margen del arroyo Tala, al S de

¹ BURCKHARDT, KARL, *La Formation Pampeenne de Buenos Aires et Santa Fe.* En *Nouvelles Recherches sur la Formation Pampeenne*, etc. Revista del Museo de La Plata, tomo XIV, páginas 158-162. Buenos Aires, 1907.

El banco de ostras de San Pedro, considerado *Belgranense* por Ameghino, opinión que compartimos, es atribuido por Roth al *Interenseadense*, páginas 284-285.

San Pedro y N del río Arrecifes y de Baradero. El perfil geológico vertical dado por Burckhardt, agregando por mi parte la determinación de los horizontes, es el siguiente: *Ensenadense* cuspidal. Limo poroso, amarillo pardo oscuro. *Belgranense* inferior. Arcilla o marga verdosa mezclada con limo amarillo pardo y tosca abajo del estrato. Espesor de la capa 0,60 m. En su parte superior aparece arena y limo pardo conteniendo numerosas conchillas de *Ostrea arborea* Chemnitz. Forma un banco ostrífero de 1 m de potencia. *Belgranense* medio. Limo pardo bastante claro de 1 m de espesor y limo pardo atravesando por venas calizas procedentes del calcáreo del estrato superior que se ha infiltrado. Potencia 1 m. *Belgranense* superior. Banco calcáreo poco potente.

Hasta ahora no se han encontrado las capas marinas mencionadas por Bravard en San Lorenzo, al pie de la barranca, pero como ésta ha retrocedido bastante por la erosión fluvial es posible hayan sido arrasadas por las aguas.

INTERENSENADENSE

Los afloramientos del *Interensenadense* con moldes internos de moluscos, que aparecen en la ribera derecha del río Paraná, en la provincia de Santa Fe, los dimos a conocer también nosotros en 1943.

Los moldes aludidos fueron determinados por el distinguido malacólogo doctor Armando F. Leanza, a quien agradezco esta atención.

Las especies que dimos a conocer en 1943 corresponden a *Corbicula* (*Erodona*) *mactroides* Daudin y *Maetra isabelleana* D'Orbigny. Las especies determinadas por el doctor Leanza son:

1. *Anodontites trapezialis* (Lamarck) V afl.
2. *Maetra isabelleana* D'Orbigny, II afl.
3. *Mycetopoda clessini* Ihering, II afl.
4. *Corbula* (*Erodona*) *mactroides* Daudin, II afl.
5. *Diplodon* sp., II, III y IV afl.
6. *Castalina* sp., IV afl.
7. *Corbicula limosa* Matton (?), III afl.

Los afloramientos son:

I. En « Punta Dos Bajadas » al N de la « Bajada de Aquino », al NE de Timbúes y SE de Oliveros.

No debe referirse a este banco otro próximo con *Corbula* (*Erodona*) *mactroides* Daudin, porque éste corresponde al *Querandiuense*, páginas 287-295.

El banco de ostreas del arroyo Tala, en la provincia de Buenos Aires, que para nosotros es *Belgranense*, para Roth pertenece a la ingresión *Interensenadense*, página 283.

II. En la « Bajada de Aquino », al N de Timbúes, E de Oliveros y al N de Puerto Canaleta o Embarcadero Grondona. Tiene una longitud de 80 m (figs. 2-4, 1943).

III. A unos 1050 m al N del afloramiento II y en una extensión de 150 m (figs. 5-6, 1943).

IV. Más al N de los anteriores, al NE de Oliveros y a 900 m al N de la sala de bombas de la Nueva Arrocería Santa Rosa, en la bajada que se ha practicado en la barranca (figs. 7-8, 1943).

V. En el perfil geológico de Roth, debajo del tercer afloramiento *Belgranense*, al NNE de Oliveros.

Entre estos afloramientos se han encontrado otros que aparecen intercalados con los anteriores.

Tanto el *Belgranense* como el *Interensenadense* constituyen capas continuas a lo largo de la ribera derecha del río Paraná, pero sólo aparecen como afloramientos los trayectos con restos de moluscos.

Enumerando de N a S los referidos afloramientos pertenecientes a ambos horizontes tenemos :

- a) 4° *Belgranense*. Margen izquierda del río Carcarañá.
- b) 3° *Belgranense* y V *Interensenadense*. Perfil de Roth.
- c) *Interensenadense*, nuevo afloramiento entre el V y IV.
- d) IV *Interensenadense*.
- e) 2° *Belgranense*.
- f) *Interensenadense*, nuevo afloramiento entre el IV y III.
- g) III *Interensenadense*.
- h) 1° *Belgranense*.
- i) *Interensenadense*, nuevo afloramiento entre el III y el II.
- j) II *Interensenadense*.
- k) I *Interensenadense* en Punta dos Bajadas.

Rosario, mayo de 1952.

EL ORIGEN DE LOS GRANITOS

POR MARIO E. TERUGGI

Lógico es suponer que, para esta época, la mayoría de los geólogos argentinos — aun aquellos que por razones de trabajo se encuentran alejados de los centros bibliográficos o de intercambio de ideas — habrán leído u oído algo sobre el problema de la granitización. Esta cuestión, que ha dividido el campo petrológico en dos sectores antagónicos, y ha suscitado contiendas, escritas o verbales, enconadas y violentas, es de enorme importancia, tanto para explicar el origen de las rocas plutónicas como para interpretar la formación y diferenciación de la corteza terrestre. No obstante su trascendencia, el problema del origen de los granitos no ha sido hasta ahora presentado sucintamente en castellano, salvo algunas referencias parciales (González Bonorino, 1946) y alguna que otra publicación española (San Miguel Arribas, 1951) de no fácil obtención.

Con el propósito de suplir esa deficiencia en los países de habla castellana — pues en otros son numerosísimos los trabajos sobre granitización — he redactado el presente artículo, destinado a dar al geólogo general una idea panorámica del estado actual de la cuestión ¹.

Yendo directamente al núcleo del problema, la granitización puede definirse como : « el conjunto de los procesos mediante los cuales las rocas se convierten en otras de carácter granítico sin pasar por un estado magmático ». En otras palabras : que para la formación de los gra-

* Esta publicación inicia la serie dedicada a monografías sobre temas de interés general para el geólogo. La continuidad de la misma dependerá de los artículos disponibles y, por consiguiente, se invita a los socios a enviar contribuciones. Serán particularmente bienvenidas las síntesis sobre el estado actual del conocimiento de la geología, petrología, paleontología, etc., de las distintas regiones de nuestro país.

¹ He tratado de mantener, en este artículo, una actitud objetiva. Debo aclarar, sin embargo, que mi formación petrográfica se hizo bajo la influencia de H. H. Read, una de las principales figuras de las corrientes granitizacionistas.

nitos no es necesaria la intervención del magma, lo cual, simplemente, equivale a negar el origen magmático de los mismos. Y como los granitos¹ constituyen cerca del 95 % del total de rocas intrusivas, o plutónicas, de la corteza terrestre, es obvio que lo que en realidad se discute es el modo de origen de casi todas las rocas plutónicas.

Para el geólogo argentino, cuyos conocimientos petrográficos derivan, en general, de los preceptos de la escuela clásica alemana, la negación de la participación de los magmas en la génesis de las rocas plutónicas podrá parecer quizá un despropósito irreverente. En efecto, está tan arraigada en nosotros la tradicional teoría magmática, que nos parece un truismo, y, como dice Read (1943): «nos induce a creer que, si alguien duda de que los granitos sean magmáticos, es un deficiente mental, un deshonesto intelectualmente o un iconoclasta imperdonable».

No obstante el arraigo de las ideas magmáticas, las granitizantes son igualmente antiguas, si bien inadvertidas a causa del desarrollo de la petrografía rosenbuschiana. Conviene entonces, antes de tratar las principales teorías sobre el origen de las rocas eruptivas, presentar cronológicamente la evolución de las ideas granitizantes o transformistas.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La primera explicación plausible sobre el origen de los granitos — descartada la teoría neptuniana — se debe a Hutton (1795), quien, procediendo por comparación y analogía, llegó a la conclusión de que granitos y basaltos se originan en la misma forma, o sea por consolidación de material que se ha hecho fluido por la acción del intenso calor (ignis) del interior de la corteza.

Algunos años después, en 1824, el austríaco Ami Boué insinúa la primera posibilidad de granitización al afirmar que el calor ígneo y las emanaciones gaseosas del interior de la tierra habrían dado a los esquistos, paulatinamente y bajo compresión más o menos fuerte, una especie de licuefacción ígnea. Ya en la década de 1830, en su clásica obra *Elements of Geology* (1838), Lyell dividió las rocas ígneas en cuatro clases: ágneas (sedimentarias), volcánicas, plutónicas y metamórficas, estableciendo que las volcánicas y plutónicas se han formado por la consolidación de una masa fundida. Esta masa, en su opinión, se originaría por acción plutónica, pero agregaba que esta influencia plutónica ha sido a veces «...en escala tan grande, que no debemos considerar que los estratos han adquirido siempre su textura cristalina alterada

¹ Granito se emplea aquí no en su sentido petrográfico estricto, sino como término genérico para todas las rocas granudas cuarzosas, como granitos propiamente dichos, granodioritas, tonalitas y adamellitas.

como consecuencia de la proximidad al granito, sino más bien que el granito mismo, a la vez que los estratos alterados, han derivado su textura cristalina de la influencia plutónica» (Lyell, 1838, p. 19). La acción plutónica a que se refiere Lyell consistía en la influencia del calor subterráneo, actuando bajo fuerte presión y ayudada por aguas termales, vapores y otros gases. Sus ideas, que son el germen de las teorías granitizantes, fueron retomadas en Gran Bretaña unos cuarenta años más tarde, como ya veremos.

Aparte de estas opiniones de Lyell, las ideas granitizantes comenzaron a ser desarrolladas casi exclusivamente por investigadores franceses. En 1837-1838, J. Fournet llega a la conclusión de que, entre las rocas metamórficas, algunas son el resultado de simple recristalización y otras de fusión parcial, combinada a veces con migración de material. Tres años más tarde, en 1841, Sainte-Claire Deville introduce el importantísimo concepto de los agentes mineralizadores, que transforman químicamente las rocas por las que se difunden. Un nuevo avance se produce en 1844, cuando Virlet d'Aoust, geólogo de vasta experiencia en procesos metamórficos, presenta su nota sobre las rocas de imbibición, o sea, aquéllas sedimentarias penetradas y empapadas por material ígneo y transformadas en granito. Poco después, en 1847, el mismo autor acuña el término *granitificación* (l. c., p. 499) para designar la transformación de las rocas sedimentarias en granito, expresando: «...la [granitificación] que no es más difícil de admitir que su transformación en gneis; sólo basta suponer que la acción metamórfica ha sido más directa e intensa, o más prolongada».

El año de 1847 fué todavía más pródigo en estudios sobre la génesis del granito. Elie de Beaumont, en un trabajo clásico sobre depósitos minerales, distingue entre las rocas eruptivas un grupo básico o volcánico, y uno ácido o plutónico. Además, se ocupa también de imbibición y de la transformación de algunas rocas en granitos, concordando en general con Virlet d'Aoust. Fournet, por su parte, retoma el problema con motivo de una exploración geológica de los Vosgos y, si bien acepta la imbibición como proceso metamórfico, previene contra el excesivo entusiasmo sobre las transformaciones de las rocas. Esta advertencia ha tenido que ser repetida en tiempos recientes por algunos transformistas a raíz de las excesivas generalizaciones de algunos granitizacionistas a ultranza. Fournet también publica en dicho año un estudio sobre metamorfismo en los Alpes occidentales, pero en versión alemana, con un prefacio de von Cotta, quien admite la posibilidad de la transformación profunda, en pequeña escala, de las rocas sedimentarias en ígneas. En este trabajo, además de importantes contribuciones al campo del metamorfismo (tales como venación, diferenciación entre inyección e imbibición capilar, ensayo de establecimiento de zonas de metamorfis-

mo, etc), Fournet demuestra que en ciertos sedimentos metamorfozados existe más feldespató del que se puede explicar por simple recristalización, lo que evidencia que debió haber introducción de material.

Algunos años más tarde, en 1862, Scott y Haughton, al estudiar las rocas graníticas de Donegal (Irlanda), admitieron, como ya lo había sugerido Lyell, un doble origen para las mismas: magmático y metamórfico. Y en 1869, nuevamente en Francia, Delesse, que ya en 1858 se había ocupado del metamorfismo caracterizado por granitización, formula la proposición de que las rocas plutónicas son el resultado, y no la causa, del metamorfismo, admitiendo que llegan a hacerse tan móviles que pueden ser comprimidas y llevadas a niveles más altos de la corteza, donde forman granitos intrusivos que han perdido todos los caracteres que permiten determinar su verdadero origen.

Vemos, pues, que para 1870 las teorías granitizantes habían alcanzado apreciable desarrollo, debido casi exclusivamente a la escuela francesa. Por entonces aparecieron también en Gran Bretaña algunos intentos de explicar la génesis de los granitos siguiendo las líneas francesas. Así, en 1871, Green describe restos visibles de estratificación en los granitos del distrito de Errigal, estratificación que en parte había sido destruída por fusión, comportándose el material fundido en forma intrusiva. Cinco años más tarde, Clifton Ward, al estudiar el Lake District de Inglaterra septentrional, enfrenta el problema de la migración de material en la granitización, señalando que: «...aunque una simple fusión no podría haber producido nunca granito, sin embargo, una fusión húmeda, acompañada de sustancias elementales traídas de zonas aún más profundas, podría efectuar un gran transformación». Estas ideas de Ward provocaron inmediatamente (1876) la crítica adversa del gran J. W. Judd, quien expresó su completo desacuerdo con tales conclusiones. Mientras esto acontecía en Inglaterra, Zirkel, al discutir en ese mismo año los granitos del paralelo 40 de los Estados Unidos, admite que son de doble origen: magmático y metamórfico.

Pero el año decisivo en la historia de las ideas sobre la génesis del granito fué el de 1877, fecha en que H. Rosenbusch publicó su clásico estudio sobre el metamorfismo de contacto de las pizarras que bordean el granito de Barr-Andlau (Vosgos), en el que demostró, por medio de análisis químicos, que no había cambio apreciable en la composición química de las rocas metamorfozadas del contacto. Como estos resultados mostraban claramente que no había transferencia de material entre el granito intrusivo y la roca encajante, Rosenbusch, dando forma a ideas que ya existían en el ambiente, generalizó sus conclusiones negando la posibilidad de permeación de las rocas por materiales diversos e interpretando, por lo tanto, a los gneís y esquistos feldespatizados como granitos normales que han sufrido metamorfismo dinámico. El

prestigio de este petrógrafo, la afluencia de alumnos de otros países que iban a estudiar con él y luego propagaban sus ideas — repitiendo el « caso Werner » —, determinaron que las contribuciones de la escuela francesa quedaran relegadas a segundo plano o pasaran inadvertidas.

Es precisamente en esta época cuando se inicia el desarrollo de la petrografía microscópica (Zirkel y Rosenbusch en Alemania, Teall y Harker en Gran Bretaña, Williams y otros en Estados Unidos, etc.), acentuándose más el predominio de las ideas rosenbuschianas, con el resultado de que, hasta hace poco, como lo manifiesta Read (1943), la posición británica y norteamericana sobre esta cuestión ha sido esencialmente teutona. Los granitos metamórficos fueron desterrados, por lo tanto, de Gran Bretaña, y, aunque todavía en 1882 Green vuelve a incluir algunos de los granitos entre sus rocas metamórficas, sus esfuerzos no hallaron eco: por otra parte, las ideas de Ward, que habían persistido en Irlanda, decayeron igualmente ante las críticas adversas de Callaway y Bonney.

Los franceses, no obstante, siguieron aferrados a las ideas esbozadas por sus pioneros de la granitización, influídos quizá en parte por sentimientos nacionalistas (recuérdese la guerra franco-prusiana de 1870-1871). Como consecuencia, en los últimos años del siglo XIX y en los iniciales del XX, aparecieron diversos trabajos por maestros como Michel-Lévy, Lacroix, y Termier, en los que se continuó y adelantó la posición francesa. El primero se ocupó — entre otras cosas — del granito de Flamanville, Cherburgo (1893); en este trabajo hizo referencia a los fenocristales de ortoclasa que se encontraban tanto en la roca sedimentaria encajante como en los « enclaves » del interior del granito, cuya formación él atribuía a la impregnación de la roca esquistosa por material granítico, contra la opinión de Rosenbusch que veía en ellos un resultado del dinamometamorfismo. También se ocupó Michel-Lévy de la « mise-en-place » del granito, que atribuía a fusión, a asimilación o a corrosión de la roca encajante, producidas por la acción del calor y los mineralizadores provenientes del magma. Lacroix, por su parte, en sus memorias sobre los granitos de los Pirineos (1898-1899, 1899-1900), concuerda con las ideas de Michel Lévy, especialmente en lo que se refiere a la feldespatización de la roca de caja y al emplazamiento de los granitos.

Por último, Termier, en sus estudios de los esquistos cristalinos de los Alpes occidentales (1903) y de la génesis de los terrenos cristalinos (1910), difiere de Lacroix y de Michel-Lévy, pues considera que el « magma » puede interpretarse simplemente como rocas preexistentes de geosinclinal que han sido transformadas por emanaciones fuertemente energizadas — sus « colonnes filtrantes » —, que ascienden de las profundidades y al penetrar y extenderse por las rocas sedimenta-

rias agregan energía y cambian los elementos viejos en otros nuevos. En los lugares donde la intensidad de las emanaciones es mayor, las rocas se granitizan y se transforman localmente en magma, el cual a su vez puede ascender a zonas superiores y formar intrusiones graníticas. Los elementos desplazados de las rocas preexistentes, junto con otro material migratorio, son llevados por una ola invasora y declinante de metamorfismo. En pocas palabras, para Termier, metamorfismo regional e intrusiones « son sólo los efectos de una misma causa ». En este sentido afirma: « si hay gneis en el Monte Blanco, y micacitas, no es porque el granito vino a instalarse en medio de estos estratos, sino que el granito se ha venido a formar en medio de estos estratos bajo el imperio de la misma causa que hizo de estos estratos sedimentarios terrenos cristalinos ». El metamorfismo regional se produciría por el mecanismo de la mancha de aceite, o sea que los elementos provenientes de la profundidad permean desigualmente las capas sedimentarias de la pila geosinclinal, al igual que una gota de aceite en una pila de paños.

Vemos que, para Termier, el magma granítico se genera por intensificación de los procesos que originan los esquistos cristalinos y los gneis.

Entramos ahora en la etapa más reciente de la granitización, en la que hay que citar las importantes contribuciones efectuadas por la escuela geológica fenoscándica, basadas en estudios del complejísimo basamento cristalino bien expuesto de esa región. Debe mencionarse en primer término a Sederholm, quien durante un largo período (1907-1934) y en una serie de memorias y trabajos, trató de interpretar las rocas del basamento fenoscándico, primero en acuerdo parcial con las ideas francesas — no obstante haber sido discípulo de Brögger y Rosenbusch —, y luego según líneas originales. Es muy difícil resumir en pocos párrafos las ideas de Sederholm, autor que evolucionó mucho con el tiempo y que es algo vago en el uso y definición de conceptos y términos. Comienza sus trabajos como adherente a las teorías de Michel-Lévy, y emplea repetidamente la palabra granitización, pero sin definirla nunca. Al parecer, la utilizaba como equivalente de migmatización, es decir, el proceso mediante el que se originan rocas formadas por mezcla de magma granítico y otras preexistentes; como quiera que sea, este proceso lo ve relacionado directamente con magmas graníticos, ya sean intrusivos o resultantes de la refusión en profundidad de rocas antiguas por la acción del magma (palingénesis, anatexis).

Las ideas de Sederholm sobre migmatización sufren un cambio interesante en sus últimos trabajos, en los cuales abandona la teoría de la anatexis y se inclina a creer que las migmatitas son producidas por la influencia de exudaciones graníticas, que denomina icores (del griego *ἰκός*, sangre de los dioses, plasma, suero). Los icores, definidos como una solución acuosa o un magma muy diluido, serían los padres de las mig-

matitas, y como a su vez ellos derivan de un magma granítico, resultaría que este último es el abuelo de la migmatización. Es difícil imaginar cómo los icores, en cantidades pequeñas, pueden producir anatexis en gran escala, y por ello los transformistas más recientes prefieren hablar de emanaciones, que diferirían completamente en propiedades y origen de las exudaciones sederholmianas.

Notemos que ni la escuela francesa ni Sederholm propusieron la granitización en el sentido moderno, pues aunque sostienen que el granito puede ser el término final de impregnaciones y metasomatismo, siempre hay un magma granítico de por medio. Otros investigadores, en cambio, comienzan a alejarse cada vez más de esta posición. Así, en Suecia, Holmquist (1920, 1921) sostiene, contra la opinión de Sederholm, que los gneis de vena, llamados arteritas por éste y venitas por aquél, no están relacionados con intrusión ígnea, sino que son de origen metamórfico, por fusión de partes de las rocas, en el proceso que denomina ultrametamorfismo.

Otra importante contribución fué efectuada en 1931 por Wegmann y Kranck, en su estudio de las rocas del sudoeste de Finlandia. Wegmann considera que el granito de Hängo se formó por soluciones graníticas que permearon la roca de campo y la hicieron parcialmente móvil, permitiendo que se comportara como intrusiva. Alrededor del núcleo así formado se originó un manto con enriquecimiento en distintos elementos; como el material aportado debe ser igual al extraído, se produce por fuerza una serie de reajustes químicos, que conducen a la granitización final, la que, según Kranck, se debe a metasomatismo y no a intrusión migmática. En su posterior discusión de la migmatización, Wegmann (1935, 1936) sostiene que ésta avanza como una ola por la roca de campo, dejando detrás texturas sedimentarias y tectónicas en el gneis y el granito así formados. El avance del frente migmático se produce por migración de material (*Stoffwanderung*), ya sea como átomos o moléculas, que reacciona con la roca y produce metasomatismo, pero sin que haya verdadera fusión, estando facilitado el movimiento de material por la presencia de una película intergranular o líquido intersticial. Wegmann también considera los movimientos en el substrato y en la zona migmática, para lo cual establece una superestructura (*Oberbau*) no migmática y una infraestructura (*Unterbau*) migmática. La interacción entre estas dos estructuras es complicada y larga de detallar, pero, en general, la idea de Wegmann es de que la infraestructura va avanzando desde abajo, sobre la base de la supraestructura, la que va siendo así granitizada. Fuertes plegamientos suelen afectar la superestructura, formándose lenguas de infraestructura, que recristalizan como intrusiones graníticas. Wegmann admite que el origen del material invasor no es conocido, aventurando que debe proceder

de grandes profundidades, donde puede haber sido concentrado por procesos de diferenciación y cristalización, y luego exprimido por presión.

Coetáneamente con Wegmann, Backlund (1936-1937) propone ideas similares. Según él, las rocas magmáticas se desarrollan por granitización de sedimentos geosinclinales, y el ascenso del « magma » sería el ascenso del frente migmatítico, constituido, primero, por elementos de radio atómico pequeño, como Si y Al, y luego por álcalis, especialmente K. Además, Backlund (1938 C) considera que la granitización comprende procesos como migmatización y anatexis, y que las emanaciones ascendentes van siendo usadas según la naturaleza de la roca a granitizar; así, en los terrenos precámbricos, las rocas de caja eran pobres en álcalis, y las emanaciones se agotaron al efectuar su granitización; en el caso de terrenos más jóvenes, las rocas de caja estaban ya feldespatizadas, de modo que no se consumen por completo las emanaciones, que aparecen entonces como pegmatitas.

Para terminar, diremos que el proceso de la granitización, especialmente en lo referente a los cambios geoquímicos necesarios para su producción, ha sido encarado en una serie de trabajos por Reynolds (1943, 1944, 1946, 1947). Esta autora ha elaborado el concepto del « frente básico », o sea que considera la granitización como un proceso de introducción de ciertos elementos en la roca de campo (especialmente Na, Ca y Si), y la eliminación de otros (Al, Fe, Mg y Ca), que constituyen aureolas o zonas en las que estos componentes están concentrados.

Llegamos así al final de nuestra breve revista del desarrollo de las principales ideas granitizantes. Al lector desapercibido le ha de parecer muy grande el número de los investigadores que, durante los últimos 150 años, han ido elaborando las teorías transformistas, pero debe recordar que en el campo magmático militaba el resto de los geólogos y petrógrafos del mundo, que eran legión.

Conviene presentara hora, para facilitar el camino, las principales teorías sobre el origen de las rocas graníticas que gozan actualmente de mayor predicamento entre los petrólogos.

PRINCIPALES TEORIAS ACTUALES SOBRE EL ORIGEN DE LOS GRANITOS

1. *Teorías granitizantes.* — En base a lo dicho, sabemos que, según los transformistas, las grandes masas batolíticas se han formado por procesos de reemplazo de rocas preexistentes, y que las substancias reemplazantes son llevadas en solución en un medio líquido penetrante

(mineralizadores, ícores, etc.). En los últimos tiempos, dijimos, han aparecido teorías que explican la granitización mediante la « difusión en sólido », o sea por un proceso de migración de iones a través de los cristales, sin que intervengan ni líquidos ni gases. En consecuencia, existen dos principales corrientes granitizantes: la granitización húmeda y la granitización seca, cuyos defensores, en el lenguaje geológico familiar inglés, se denominan « mojados » (soaks) y « secos » (dries), respectivamente.

a) *Granitización húmeda*: Es ésta, como ya vimos, la teoría inicial de los transformistas, y tiene puntos de contacto con la magmatista; actualmente, goza quizá de menos favor que la « seca ». Según ella, al producirse la cristalización de la parte exterior de la tierra, se habría originado un fluido residual que ha quedado parcialmente atrapado en la zona profunda de la corteza. El ascenso de este fluido, que es continuo, si bien en ciertos lugares puede ser más facilitado, produciría la granitización de grandes masas de la corteza, cuyas rocas, especialmente las de geosinclinal, son de esta manera transformadas sin perder el estado sólido, aunque en ciertos casos puede producirse su fusión originándose un magma granítico que, a su vez, puede ser inyectado en niveles superiores en forma de cuerpos intrusivos (reomorfismo).

Es evidente que, para producir la transformación de rocas en vasta escala, se requiere que los fluidos o ícores posean una gran cantidad de energía, lo que es difícil de explicar, aún en el caso de que se vayan renovando continuamente en su pasaje por las rocas. Por otra parte, estos fluidos, cuyo volumen es escaso frente al de las rocas a transformar, deben elevar la temperatura hasta que los minerales de las rocas geosinclinales dejen de ser estables, y luego mantenerla hasta que se haya producido su conversión en minerales de alto rango. Esta deficiencia en energía es explicada por algunos transformistas recurriendo a fluidos energizados, que derivarían su energía de procesos radiactivos.

Aparte de esto, para que las rocas de geosinclinal sean transformadas en granito, es necesario que los fluidos lleven en solución, afuera del lugar de la granitización, todo el material que no se precisa para la « fabricación » del granito, el cual, por fuerza, debe ser depositado en otra parte. Ya vimos cómo esta transferencia de material se explica mediante los frentes básicos, pero muchos geólogos niegan su existencia o sostienen que son demasiado pequeños en comparación con la extensión enorme que deberían tener para permitir el metasomatismo de grandes masas de roca.

Quedaría por fin el problema de cómo los fluidos, que ascienden del interior de la corteza terrestre, pueden efectuar una transformación en sentido ácido (granito) si provienen de una zona que, según lo demuestran los estudios geofísicos, es de naturaleza básica. Por esto, muchos

transformistas prefieren hablar de emanaciones en lugar de flúidos, emanaciones cuyo carácter, sin embargo, no está bien definido.

Como vemos, son poderosas las objeciones que se pueden hacer a la teoría granitizante húmeda. Menos vulnerable parece, en apariencia, la otra posición transformista.

b) Granitización seca: Los partidarios de la granitización seca — la teoría más reciente —, la explican mediante un proceso de migración de iones a través de los cristales que componen las rocas que han de ser granitizadas. Algunos autores (Perrin y Roubault, 1949) sostienen que esta difusión sólida — que tiene sus fundamentos en ensayos de laboratorio y en metalografía — es la única que engendra granitos, y rechazan por completo los magmas y los flúidos, emanaciones o icores; otros, en cambio, consideran que la difusión sólida puede ser dominante o única, pero que en muchos casos hay también participación de los flúidos o icores.

Los fundamentos teóricos de este proceso son los siguientes: un cristal puede considerarse, en esencia, como un espacio vacío en el cual hay partículas cargadas que, como resultado de campos magnéticos y eléctricos, se disponen en forma definida, constituyendo el reticulado espacial propio de la substancia. Las partículas — que no llenan más de 10^{-15} del espacio — están separadas por distancias relativas enormes, pero ocupan posiciones definidas, de modo que se requiere una cierta cantidad de energía para apartarlas de ellas. Sin embargo, todo cristal — salvo que estuviera a 0° absoluto — tiene defectos en su estructura fina, consistentes en posiciones no ocupadas, o en átomos en posiciones intermedias que no corresponden a la regularidad del reticulado. Naturalmente, al aumentar la temperatura (o sea, la amplitud de las vibraciones térmicas) aumenta la proporción de los defectos, hasta que finalmente el reticulado queda destruido al alcanzarse el punto de fusión del cristal.

La difusión en sólido es posible, precisamente, a causa de la presencia de defectos en la estructura, de modo que los propios iones del cristal pueden autodifundirse u otros foráneos pueden entrar. A pesar de esto, la proporción de defectos es pequeña hasta una temperatura cercana al punto de fusión; existe, por tanto, un umbral de temperatura debajo del cual la proporción de defectos es tan reducida que no puede producirse la difusión; en los silicatos, este umbral se ha calculado en 0,8 a 0,9 T, siendo T la temperatura absoluta de fusión. Parecería, pues, que la difusión en sólido es imposible; sin embargo, existen en los cristales otros defectos aparte de los mencionados, tales como los originados por tensiones o por cristalización temprana de núcleos cristalinos. Además, los campos de fuerza son más débiles en los bordes de un cristal que en su interior, y por lo tanto se requiere allí menos energía de activación

para sacar a un ión de su celdilla. En consecuencia, la difusión sólida podría comenzar a una temperatura más baja que la señalada, y la granitización sería posible.

Si la difusión en sólido es teóricamente posible, no está del todo aclarado el mecanismo mediante el cual los iones se desplazan por las rocas. Dos autores, Ramberg (1944) y Bugge (1945), han tratado de elaborar, separadamente, la teoría general de este proceso, para lo cual consideran que las rocas están como sumergidas en un sistema disperso molecular e iónico de partículas, que se mueve por los intersticios entre los minerales y por los minerales mismos, alterando metasomáticamente los componentes de las rocas. En general, ambos autores consideran que los elementos necesarios para la formación de granito son los siguientes: Si, Al, Na, K, O y (OH). Algunos de estos elementos, sostienen, pueden difundirse fácilmente a causa de su pequeño radio atómico (Al, Si); pero los otros, especialmente el O, son de radios grandes y por fuerza deben difundirse por algún mecanismo distinto; Ramberg y Bugge, y más recientemente Barth (1948), han atribuido la concentración de O en la litosfera a fuerzas compresivas que hacen, en virtud precisamente de su gran radio atómico, que ascienda hacia los niveles superficiales. Desde luego que la migración de los iones es selectiva, y se desplazan siempre que haya un gradiente de potencial químico o de actividad.

Con anterioridad a Ramberg y Bugge, dos autores franceses, Perrin y Roubault (1937, 1939) habían discutido la importancia de la difusión al estado sólido en geología y analizado el valor de las pruebas en favor del origen magmático de los granitos. Pero claro que estas pruebas también pueden interpretarse según la teoría magmática, y los magmatistas en general niegan que la difusión sólida, posible teóricamente, pueda efectuar la conversión de gigantescas masas de rocas.

Es probable que, cuando se tengan datos más precisos sobre la velocidad de migración de los diferentes iones, se podrá establecer mejor el valor de esta hipótesis. En la actualidad, sin embargo, los «secos» son combatidos por los granitizantes «húmedos» y, en especial, por los magmatistas, cuyas opiniones nos corresponde ahora esbozar.

2. *Teorías magmáticas.* — Como es bien sabido, las teorías magmáticas establecen que las rocas graníticas se han formado por la cristalización de un magma ácido en el interior de la corteza terrestre. Pero aún si se acepta la filiación magmática de los granitos, el problema se replantea si inquirimos cómo se originó el magma granítico. Veremos en seguida que las opiniones de los magmatistas en este respecto están muy divididas, y que muchos de ellos sostienen ideas que, en realidad, no son fáciles de distinguir de las de los granitizantes húmedos. Las principales teorías que se han vertido son las siguientes:

a) Que el magma granítico es el producto de la diferenciación (por cristalización) de un magma basáltico, que se encuentra debajo de la capa ácida continental y de los fondos oceánicos. Se ha calculado que para producir un cierto volumen de granito se requieren alrededor de diez volúmenes de basalto, y, por lo tanto, para que se efectúe la separación, por acción gravitativa y tectónica, de una masa granítica, se necesitaría una gran cantidad de magma basáltico. Por otra parte, según Bowen (1928), el magma basáltico deriva a su vez de la fusión parcial de una capa peridotítica profunda de la corteza terrestre, y, como se requieren nuevamente diez volúmenes de peridotita para engendrar uno de basalto, es evidente que la masa total necesaria para diferenciar y separar una masa granítica de un magma peridotítico es inmensa. Por lo tanto, resulta claro que, tanto en esta teoría como en algunas transformistas, el problema de la energía sigue en pie, y más aún su concentración en determinados lugares de la corteza en ciertas épocas (áreas orogénicas). Por otra parte, algunos investigadores (Fenner, 1929, 1931, Wager y Deer, 1939) sostienen que el fraccionamiento cristalino de basaltos origina líquidos ricos en hierro o ferrogabros, y no rocas calcoalcalinas intermedias. Pese a estas objeciones, debe de ser ésta la teoría que en la actualidad cuenta con mayor número de simpatizantes;

b) Que el magma granítico se originó por fusión de otras rocas. Hay aquí dos posibilidades: 1) que las rocas que se funden sean las de la parte inferior de la capa granítica de la tierra (sial). Esta teoría no hace más que alejar el problema, pues siempre queda la cuestión del origen de la capa siálica. 2) Que las rocas fundidas sean las de la base de una pila geosinclinal. En este caso, nuevamente, queda el problema de la procedencia de los sedimentos geosinclinales, que tienen que haber derivado de rocas ácidas o intermedias;

c) Que el magma granítico se originó por diferenciación de un magma sintético, formado por fusión de granito, u otro material siálico, en un magma basáltico. Como en los casos anteriores, se plantea el problema del origen de ese granito o del material siálico;

d) Que existen dos magmas primarios independientes en la corteza terrestre: uno que origina granito y el otro basalto. Estos dos magmas derivarían de las dos capas externas de la corteza terrestre, y el magma granítico se formaría por dos procesos: 1) fusión pura, al hundirse el sial dentro del sima (geosinclinales) o al ascender el sima caliente dentro del sial; 2) fusión selectiva, producida en relación con procesos tectónicos, que fuerzan a los materiales cuarzo-feldespáticos de rocas geosinclinales o básicas a ascender a niveles superiores, con producción de fenómenos metasomáticos.

Esta última teoría, así como parcialmente la *b)* y *c)*, tiene evidentes puntos de contacto con las ideas transformistas húmedas. La dificultad

de separar debidamente las distintas teorías, y quizá su carácter especulativo, hacen que muchos magmatistas y granitizacionistas acepten en general dos o más posibilidades para el origen de los granitos, o consideren que más de un proceso interviene en su formación.

De cualquier modo, es innegable que las teorías granitizantes han ido ganando en respetabilidad en los últimos quince años, y actualmente los magmatistas más reconocidos, como Bowen o Grout, han admitido la posibilidad de formación de granitos — en pequeña escala — por procesos metasomáticos. Así, por ejemplo, Niggli, que es la cabeza descolante de la posición magmática europea, rechaza en 1942 la posibilidad de la granitización, pero en 1947 reconoce la existencia de tres clases de granitos: « magmagranito » (magmático), « metagranito » (formado por simple recristalización de arcosas, etc.) y « migmatita-granito » (metamórfico). La posible dualidad en el origen de los granitos es aceptada hoy por casi todos los investigadores (salvo algunas pocas excepciones), y el problema se reeplantea en la actualidad desde el punto de vista de cuánto granito puede ser magmático y cuánto metamórfico; desde luego que el porcentaje dependerá de la posición que se tome: petrólogos magmatistas como Bowen, Grout, Buddington, etc., creen que los granitos metamórficos no han de ser más de un 15 % del total, mientras que transformistas como Read consideran poco abundantes los granitos magmáticos.

Vemos que, en general y siempre que se logre mantener una relativa independencia de criterio, ninguna teoría sobre el origen de los granitos, así como ninguna posición filosófica, es del todo satisfactoria. La imposibilidad de llegar a un acuerdo se debe, esencialmente, a la falta de conocimientos sobre las condiciones físicas y químicas en el interior de la litosfera. Más concreto, en cambio, es el análisis de los hechos y observaciones en que se basan las teorías; a ellos dedicaremos ahora algunos párrafos.

LOS FUNDAMENTOS Y ARGUMENTOS DE LAS TEORÍAS

Uno de los problemas más serios en el origen de los granitos es el del espacio: ¿ cómo es emplazada una masa granítica de grandes dimensiones? Hay que descartar, en casi todos los casos, la posibilidad de una intrusión violenta, ya que las estructuras de las rocas de caja no muestran generalmente señales de perturbaciones; tampoco es aceptable la teoría de Suess de que el magma llena espacios vacíos de la corteza. Una de las hipótesis más difundidas es la del *excave magmático* (*magmatic stoping*) de Daly (1903), según la cual la intrusión arranca mecánicamente bloques del techo, que se hunden en el magma hasta disol-

verse, si bien algunos fragmentos pueden persistir cerca de los contactos. Los estudios sobre granitos de ciertas regiones (Mayo, 1937), sin embargo, parecen demostrar, en base a consideraciones sobre viscosidad del magma y observaciones sobre las estructuras del cuerpo intrusivo y la roca de campo, que esta teoría de Daly no siempre es aceptable. Más recientemente, Billings (1935), adelantó la teoría de que los batolitos podrían emplazarse por el hundimiento de un segmento de la corteza terrestre a lo largo de fracturas anulares o rectas; esta explicación es factible en casos de masas pequeñas, pero es difícil imaginar cómo un batolito de grandes dimensiones puede ser intruído por este proceso.

Menos dificultades presentan las teorías que suponen que el magma puede disolver y asimilar la roca de caja, con lo que ya estamos, prácticamente, en el campo de la granitización húmeda, aunque ha sido postulada también por algunos magmatistas; para que este proceso sea factible, se requiere que el material intruyente posea gran energía. Las teorías metasomáticas, que hacen intervenir icores, emanaciones o difusión en sólido, solucionan el problema espacial, ya que no demandan la introducción de material en masa, sino una transformación de las rocas existentes. Con todo, esta cuestión está lejos de hallarse resuelta.

Un hecho sobre el que han llamado la atención numerosos geólogos es la presencia, en muchas zonas graníticas, de feldespatos — u otros minerales — de idéntico aspecto tanto en el granito como en la roca de caja, y en ciertos casos, en el mismo contacto entre los dos. Si se supone que el granito es magmático, es evidente que estos cristales idénticos se han formado en dos medios distintos: líquido y sólido. Los transformistas sostienen que esto es imposible y que los feldespatos tienen que haberse formado en un mismo medio: roca sólida. No se puede negar que este es un argumento de cierto peso, y por ello ha sido muy utilizado por los granitizacionistas. Caben, no obstante, otras interpretaciones: así, Raguin (1946) sostiene que en el momento de la cristalización de los feldespatos, el magma no era ya líquido, sino que estaba mezclado con partículas sólidas en suspensión, mientras que las paredes (roca de campo) estaban empapadas de soluciones, por lo que el medio en que cristalizaron los feldespatos era intermedio entre líquido y sólido; Shand (1948) considera que los feldespatos pueden formarse en la roca de caja si ésta contiene Si y Al y hay líquidos infiltrantes que contengan exceso de álcalis; por otra parte, Walker y Mathias (1947), al estudiar el contacto entre pizarras y granito en Sea Point, Sud África, llegaron a la conclusión de que el granito es magmático, pero los feldespatos porfiroblásticos de la roca de caja y los porfíricos de la masa ígnea se han formado por la acción de soluciones potásicas. En nuestro país, González Bonorino (1950) ha mencionado texturas porfiroides en grani-

tos de las Sierras Pampeanas, y considera que se han formado en roca sólida, pero por acción de soluciones residuales magmáticas.

Un tipo especial del fenómeno de « la double enclave » — denominación que dan algunos investigadores franceses a la presencia de feldespatos, idénticos a los del granito, dentro de fragmentos de roca de caja incluídos a su vez en el granito — es el « caso » rapakivi. Como es bien sabido, el rapakivi es un singular granito de Finlandia que se caracteriza por la presencia de ovoides de feldespato potásico rodeados de un manto de oligoclasa; los ovoides se encuentran también en la roca de caja. La interpretación del origen de la textura de esta roca ha dado lugar a numerosas teorías y a una vívida polémica entre von Eckermann y Backlund (1937, 1938); el primero la considera de origen magmático, debida a variación en temperatura, presión o concentración dentro del magma; el segundo la interpreta como un reemplazo metasomático por granitización selectiva, a causa de la porosidad y permeabilidad de areniscas jónicas. Wegmann (1938) tercia en la discusión y considera que el rapakivi se formó como avance de una granitización más completa que abarca rocas diversas. Más recientemente, Chayes (1948), analizando el problema estadísticamente en base a la cantidad de material residual e introducido, concluye que los rapakavis suecos pueden ser metasomáticos, pero los fineses no. De cualquier modo, esta cuestión sigue todavía en pie.

El problema del espacio y el fenómeno de « la double enclave » constituyen dos de los puntos centrales de las teorías transformistas, pero se han observado otros hechos en respaldo de las mismas. Así, diversos investigadores (Sederholm, 1923-1926, Perrin y Roubault, 1939) se han referido a la presencia en cuerpos graníticos de diques de diabasa, metabasita, aplita, etc., de bordes netos, pero en ciertas partes, sin embargo, penetrados o reemplazados casi por completo por apófisis graníticas. La explicación magmática de este fenómeno sería que, una vez consolidado el granito, fueron emplazados los diques; luego, por adición de agua u otros procesos, el granito sufrió una refusión y, « revivificado » en esta forma, fué inyectado en las fracturas de los diques, disolviéndolos parcialmente. Esta interpretación no aclara cómo los diques mismos no fueron refundidos en el proceso, y por ello parece más viable la explicación transformista de que los filones fueron emplazados en una roca que sufrió posteriormente una granitización metasomática selectiva, con digestión parcial de los diques. Sin embargo, tampoco está muy claro acá por qué los diques no fueron totalmente granitizados.

También se ha llamado la atención sobre el hecho de que, en el seno de muchas masas graníticas, suele haber inclusiones ricas en minerales máficos. Como estas inclusiones tienen mayor densidad que el magma

granítico, deberían haberse hundido en la masa magmática, como lo hacen, según la teoría de la diferenciación por cristalización, los cristales de olivina, piroxeno, etc. El no haberse producido este descenso es interpretado por algunos (Perrin y Roubault, 1949) como prueba de que el granito estuvo siempre en estado sólido. Estos mismos autores señalan que los distintos estados de transformación, en que se encuentran las inclusiones, indican que las reacciones han sido demasiado lentas para corresponder a la velocidad de homogenización en estado líquido, o de solución de silicato sólido, en mezclas de silicatos fundidos.

Otro hecho observado por los investigadores franceses es que, en muchos granitos, la « mise-en-place » ha tenido lugar sin perturbar las estructuras sedimentarias, y, a veces, incluso con conservación de relictos de los estratos en el interior de los batolitos, en coincidencia con la actitud de la roca de caja. En nuestro país, Heim (1946) ha mencionado brevemente un caso de pasaje de estructura sedimentaria a granito en la región al oeste de la ciudad de La Rioja. Evidentemente, resulta difícil imaginar la persistencia de orientación sedimentaria en una masa fundida y, al parecer, la suposición de metasomatismo en sólido resulta más aceptable. Sin embargo, los magmatistas sostienen que los granitos con estructuras sedimentarias coincidentes con las de la roca de caja son poco frecuentes, y, aún en estos pocos casos, podría bien tratarse de una mera granitización local de la masa sedimentaria que cubre un cuerpo magmático mucho mayor (Anderson, 1937). Por otra parte, detallados estudios por Cloos (1936), y otros autores, de la estructura interna de cuerpos graníticos, parecen demostrar que se han formado por intrusión de un magma.

Un problema importante es el de las plagioclasas zonales, comunes en muchos granitos, que los magmatistas han interpretado como resultantes de un equilibrio incompleto entre cristales y magma durante la cristalización. Según esta explicación, el contenido en anortita disminuiría desde el centro hacia el borde del cristal, con la consiguiente variación en las propiedades ópticas. El problema, sin embargo, es más complicado, pues en muchas rocas la zonación no es la normal citada, sino de tipo oscilatorio, o sea con zonas alternativamente más y menos ricas en anortita, o de tipo inverso, es decir, más anortítico el borde que el centro del cristal. Para interpretar estas variedades de zonación, se ha supuesto que, durante la cristalización, los individuos de plagioclasa no logran mantener el equilibrio — quizá por enfriamiento rápido — con el magma en que están sumergidos, y al producirse frecuentes cambios en temperatura o en presión puede originarse la zonación oscilatoria o aún inversa; algunos autores, en cambio, las atribuyen a desmezcla de fases ricas en anortita y albita durante el enfriamiento del magma. De cualquier modo, algunos transformistas sostienen que

ninguna teoría magmática puede explicar el origen de las plagioclasas con zonación inversa, y consideran que la explicación reside en el mecanismo de la difusión sólida. A esto han respondido los magmatistas que una difusión que afecta masas enormes de rocas debe por fuerza haber afectado a los cristales de plagioclasa y producido, por consiguiente, su uniformidad. Los «secos» aducen que la velocidad de homogenización de cristales heterogéneos del mismo sistema cristalino no es igual a la velocidad de difusión atómica, y, como ésta tiene lugar a temperaturas relativamente bajas, es más difícil que produzca la homogenización que la teoría magmática, que demanda temperaturas iniciales más elevadas. Juzgando objetivamente, parece que todavía no se cuenta con una teoría que explique satisfactoriamente la formación de estos cristales.

Otro hecho, que ha sido observado por los primeros investigadores de los terrenos metamórficos, es la frecuente transición: roca de campo-migmatita-granito. El origen de las migmatitas, que está relacionado con el de los granitos, se interpreta en forma distinta según el punto de vista que se adopte. La explicación magmática lo atribuye a la inyección del magma a lo largo de superficies de debilidad (esquistosidad, diaclasas, etc.) de la roca de caja, lo que origina migmatitas del tipo gneis lit-par-lit y arteritas; los vastos terrenos migmáticos del precámbrico serían, pues, zonas de inyección en las márgenes de enormes intrusiones graníticas. A esta interpretación adhiere, por ejemplo, González Bonorino (1950) al referirse a las migmatitas que bordean el gran batolito de Catamarca-La Rioja. Otra explicación del origen de las migmatitas es la que considera que la roca de caja ha sufrido una fusión diferencial, que genera un líquido granítico o pegmatítico; éste, al distribuirse en forma de venas y franjas, da lugar a migmatitas cuando cristaliza por enfriamiento. Existe todavía otra explicación, que supone un metasomatismo de las rocas de caja, efectuado por intercambio iónico entre éstas y «flúidos» diversos (icores, soluciones, jugo granítico, emanaciones) que penetran por los planos de mínima resistencia. Según la primera interpretación, la zona migmatizada y feldespatizada es una transición entre granito y roca de campo; según la última, las migmatitas representan un estadio intermedio en los procesos metamórficos que conducen a la producción de granito a partir de otras rocas; la segunda posición casi siempre presupone la presencia de un cuerpo granítico que suministre el calor necesario para la fusión.

Estas dos posiciones antagónicas se aplican a todo el campo del metamorfismo regional, en el que hay una asociación constante de granito y rocas metamórficas. Según la primera posición (y también la segunda) el granito es la *causa* primordial de las acciones metamórficas; según la última interpretación, el granito es el *resultado* final del metamorfismo

regional. Los magmatistas, lógicamente, niegan la posibilidad de que los granitos típicos sean originados por procesos metamórficos, y algunos de ellos consideran que los transformistas, al hablar de granitos, se refieren en realidad a rocas metamórficas. Esta supuesta confusión se debe a que, en muchos casos, es muy difícil distinguir entre granito y gneis; este hecho, y la casi constante asociación de gneis-granitos en terrenos metamórficos, ha sido interpretado por los transformistas como una prueba más de su origen común. Vemos, pues, cómo el problema de la granitización abarca, de este modo, todo el campo del plutonismo, o sea, tanto el origen de las rocas intrusivas como el de las metamórficas.

Diremos, por fin, que algunos magmatistas — Niggli (1942), por ejemplo — han preguntado porqué el producto final de la granitización es siempre granito. La respuesta no es fácil, pero algunas inferencias parecen insinuarse de los resultados de las investigaciones geoquímicas efectuadas por Lapadu-Hargues (1945), quien investigó la composición química de un gran número de rocas alúmino-silicatadas, desde sedimentos a micaesquistos, gneis y granitos. Al representar en un sistema de coordenadas los porcentajes de álcalis y alúmina, encontró este autor que los puntos de distribución de la proporción álcali-alúmina ocupaban un área cada vez más reducida a medida que aumentaba el grado de metamorfismo, o sea que las diferencias químicas de las rocas alúmino-silicatadas tienden a desaparecer con la intensidad del metamorfismo, alcanzándose la homogenización máxima con la formación del gneis, que químicamente no tiene diferencias con el granito. La formación del gneis y del granito sería un proceso general de la capa siálica, que tendería a eliminar las pequeñas diferencias entre las rocas superficiales, para producir un tipo único de roca.

Al llegar a esta altura, advertirá sin duda el lector que cada uno de los puntos mencionados puede ser interpretado tanto desde la posición magmatista como desde la transformista, y que cada observación u objeción de un lado encuentra la explicación o réplica del otro. Igualmente, observará que ninguna teoría es «del todo» satisfactoria. Estos inconvenientes se deben, en última instancia, a dos razones: nuestro desconocimiento, ya mencionado, de las condiciones físicas y químicas de las zonas profundas de la corteza, y nuestra incapacidad, hasta ahora, para reproducir en el laboratorio la asociación mineral de los granitos. Con todo, el geólogo general tiene una idea bastante precisa de lo que es un granito, y es sólo lógico que, después de haber leído todo lo que antecede, se pregunte: «Si, como parecen conceder la mayoría de los investigadores, hay dos posibles génesis, magmática y metamórfica, del granito, ¿cuáles son los criterios para distinguir uno de otro? A esta cuestión tenemos que volvernos ahora.

LOS DOS TIPOS DE GRANITOS

En realidad, no existe ningún modo de distinguir los dos granitos. La atribución de un origen magmático o metamórfico a una masa granítica es, antes que nada, el resultado de una actitud apriorística, que depende mucho de la enseñanza recibida, de la escuela formatriz del petrólogo, o, en algunos casos, de mera inclinación personal o de moda. Una vez adoptada una posición, y acostumbrado el intelecto a razonar a lo largo de ciertas líneas, los casos de rebeldía o de apostasía son escasos. Sin embargo, el problema es inverso: debe tenderse a la adopción de una actitud inductiva, complementada deductivamente para llegar a interpretaciones generales. Cada masa granítica debería ser estudiada detenidamente para establecer su origen, que puede ser uno u otro.

Por estos motivos, algunos petrólogos (Grout, 1948; Goodspeed, 1948) han señalado cuáles son — a su parecer — los caracteres que *pueden* servir, a partir de la observación, para distinguir el origen de los granitos. Algunos de ellos son geológicos, otros petrológicos, pero en su totalidad tienen un valor muy relativo, pues les cuadra casi siempre más de una interpretación. A continuación revistamos los más importantes.

1) La forma, en un granito magmático, debe ser compatible con la de una masa flúida que ha invadido las rocas de campo. Así, la deformación de las rocas encajantes de un lacolito es evidencia de origen magmático. Sin embargo, una forma irregular e indefinida puede atribuirse tanto a granitización como a permeación de las rocas por un magma difuso.

2) Los contactos entre cuerpo intrusivo y roca de campo son comúnmente más gradacionales en los granitos metamórficos. Su presencia, no obstante, puede explicarse también mediante un mecanismo de reemplazo magmático de las paredes o, en otros casos, por inyección del magma en los esquistos circundantes. Los contactos netos, sin transiciones, lo mismo que la aureola metamórfica de contacto, se consideran indicadores de un origen magmático.

3) El aumento progresivo del grano, desde los contactos hacia el interior del cuerpo intrusivo, se interpreta como prueba del origen magmático.

4) Ciertos caracteres internos, como foliación, lineación, sistema de diaclasas, cavidades miarolíticas, etc., indican en muchos casos que se han formado en un magma plástico o bajo su influencia, comúnmente con continuación de las acciones dinámicas hasta la solidificación final. Mapeos detallados de los macizos graníticos, siguiendo los métodos de Cloos, pueden ser útiles para interpretar el origen.

5) Los « enclaves » son generalmente difusos, redondeados, irregulares o festoneados en los granitos metasomáticos; en los magmáticos, las inclusiones son más comúnmente angulosas o subangulosas, aunque puede haber efectos deutéricos posteriores.

6) Si en la parte superior del cuerpo intrusivo hay trozos de rocas de campo que se corresponden con los « roof pendants », por lo que deben considerarse como fragmentos desplazados, se tiene una indicación de excave magmático (magmatic stoping) y, por consiguiente, de origen magmático.

7) La preservación, dentro de los granitos, de la actitud de la roca de campo sugiere metasomatismo, pero igualmente puede interpretarse suponiendo que el magma ha desplazado la foliación metamórfica sin modificar ni su rumbo ni su buzamiento.

8) La textura es más uniforme en los granitos magmáticos, y si es porfírica, los fenocristales se distribuyen con cierta regularidad y están bien formados, salvo que haya habido corrosión.

9) En los granitos magmáticos, los minerales de formación temprana son euedrales y tienen bordes netos. Este hecho está relacionado con el llamado « orden de cristalización », establecido por la escuela rosenbuschiana, según el cual los primeros minerales en cristalizar son los accesorios (zircón, apatita, rutilo, titanita, etc.). Los estudios con mezclas silicatadas, sin embargo, demuestran que el silicato de zirconio y el óxido de titanio no son los primeros en cristalizar. Otra irregularidad notable en el orden de cristalización es el cuarzo, que cristaliza último en las rocas plutónicas y en cambio es uno de los primeros en las vulcanitas y en mezclas silicatadas artificiales.

Sin citar otras irregularidades — como la de los minerales que tienen (OH) —, es evidente que la explicación magmática del orden de cristalización es defectuosa y debe buscarse una más satisfactoria. Hasta ahora, sin embargo, ninguna teoría concluyente ha sido formulada.

10) Los análisis químicos, bien interpretados y utilizados, pueden indicar si han habido o no ciertas tendencias en la diferenciación magmática. Igualmente, los análisis espectrográficos de los elementos menos abundantes en la roca intrusiva y en las de caja, pueden mostrar diferencias de valor genético (Bray, 1942).

El lector advertirá cuán magros son los criterios a que se puede echar mano para distinguir los dos supuestos tipos de granito. Resulta entonces que toda la controversia entre magmatistas y granitizacionistas es de carácter teórico, pero con la diferencia de que los primeros pueden presentar un número de datos físico químicos — obtenidos del estudio de mezclas artificiales — como base para sus teorías. A lo que responden los segundos que las mezclas empleadas son demasiado simples y

que los datos obtenidos pueden aplicarse a las vulcanitas, pero no a las plutonitas; por influencia de Read (1943-44, 1948), el más dialéctico e ingenioso de los transformistas, traen a colación las palabras de Hutton, de que no se pueden juzgar « los grandes procesos del reino mineral porque se ha encendido un fuego y se ha mirado en el fondo de un pequeño crisol ».

Pese al carácter eminentemente teórico de este asunto, su repercusión es muy grande, pues afecta a los grandes problemas de la geología, como la formación de sial y sima, las causas de la orogénesis, etc. Veremos, pues, cuáles son las consecuencias inmediatas de esta controversia y sus posibles relaciones con nuevas teorías geogénicas.

CONSECUENCIAS DE LAS TEORÍAS GRANITIZANTES

1) Leyendo la literatura especializada se nota que estamos asistiendo a un proceso de liquidación o desintegración del concepto de magma aplicado a las plutonitas. El magma rosenbuschiano ha desaparecido por completo y nadie niega ya la posibilidad de la transferencia de materia hacia las rocas de caja. La palabra magma persiste en la literatura magmatista, pero no hay mucho acuerdo sobre lo que se significa con ella; Shand (1948), por ejemplo, considera que es una emulsión de una fase sólida y otra líquida, y que esta última, a su vez, está compuesta de dos líquidos inmiscibles: uno silíceo-alumínico, preponderante, y otro accesorio saturado de álcalis: este líquido alcalino puede escaparse en el momento de la intrusión del magma e infiltrarse en las rocas de caja (emanaciones ?), produciendo la granitización. Otros investigadores, en cambio, creen que el magma es una mezcla de material líquido y sólido, es decir, lo que debe llamarse migma. Por fin, ciertos magmatistas sostienen que el magma es o puede comportarse como un líquido tenue, difuso, que penetra y permea las rocas de caja.

No escapará que estas interpretaciones en poco difieren de las concepciones granitizacionistas húmedas, salvo quizá en el uso de los términos. Por eso no ha de extrañar que algunos petrólogos no tengan, al parecer, una posición definida, y que, de la lectura de sus trabajos, no se pueda deducir a qué sector pertenecen. La distinción entre algunos magmatistas y los « húmedos » no es fácil de hacer, lo que quizá augure una futura reconciliación.

2) Otra repercusión que han tenido las teorías granitizantes ha sido en el campo de la clasificación de las rocas. Si, como sostienen los transformistas, los granitos son metamórficos, es obvio entonces que no están emparentados con las verdaderas rocas magmáticas, es decir, las vulcanitas. Hay un hecho, observado desde hace tiempo, que viene en apoyo

de esta suposición: la anormal distribución y frecuencia, en la superficie terrestre, de las rocas ígneas. Las rocas graníticas, predominantes en las zonas orogénicas, constituyen alrededor del 95 % de las plutonitas; las basálticas (incluidas las andesitas piroxénicas), por otro lado, forman algo así como el 98 % de las rocas volcánicas. Esta discrepancia hizo suponer, en un tiempo, en la existencia de dos magmas primitivos, uno granítico y otro basáltico (Bunsen, 1851; Durocher, 1857; Loewinson-Lessing, 1911). Esta temprana concepción, sin embargo, ha sido reemplazada por la creencia de que la gran variedad de rocas eruptivas derivan, por diversos procesos, de un solo magma, el basáltico. Si esto es así, resulta difícil ver adonde ha ido a parar el magma basáltico (o gábrico) que originó una masa batolítica enorme, ya que, como vimos, a lo sumo un 10 % de materia granítica puede obtenerse de una masa basáltica dada.

Los transformistas, al liberar a las rocas volcánicas de su parentesco con las plutónicas, han eliminado el problema de la diferenciación magmática; ellos consideran que existe un solo tipo de magma, el basáltico, que origina exclusivamente rocas volcánicas. Las diferencias entre las asociaciones volcánicas y plutónicas fueron señaladas por Kennedy (1938), quien concluye que estas últimas se originan por refusión de la capa sílica de la corteza. Al considerarse que las rocas volcánicas no son los equivalentes superficiales de las plutónicas, debe clasificarse y dividirse en forma distinta el campo de las rocas; una propuesta en este sentido es la de Read (1944):

1. *Rocas volcánicas*: de origen magmático, generalmente básicas y no relacionadas con zonas orogénicas. Comprenden todas las rocas efusivas, más las intrusiones menores (filones-capas, lacolitos) de gabro, diabasa, andesita, traquita, etc. Las vulcanitas ácidas (riolitas, etc.), se han formado por procesos de diferenciación por cristalización.
2. *Rocas plutónicas*: de origen metamórfico, generalmente ácidas y típicas de zonas orogénicas. Comprenden dos clases: a) metamórficas propiamente dichas, como esquistos y gneis; b) ultrametamórficas, como migmatitas y granitos.
3. *Rocas sedimentarias*: marinas o terrestres. Sobre este grupo hay acuerdo general entre todos los investigadores.

Esta forma de considerar el origen de las rocas plutónicas y volcánicas, que es un retorno a Lyell, ha encontrado repercusión en descubrimientos recientes. En efecto, estudios efectuados por Palinc (1932) y Wenk (1933) sobre andesitas de Rumania, por Homma (1932) sobre andesitas de Borneo, y por Larsson (1940) sobre vulcanitas pleistocenas de la zona andina de Patagonia septentrional, demostraron, al investigarse las plagioclasas por medio de la platina universal, que los polos de (010) caen en bandas de dispersión desplazadas a la derecha de las

curvas de Reinhard o Nikitin, según fuera el caso. En 1941 Köhler coronó estas primeras observaciones mediante un cuidadoso trabajo, en el que demostró que la orientación de la indicatriz óptica en plagioclasas sintéticas y volcánicas difiere de la de las plagioclasas plutónicas y metamórficas. Los trabajos de Köhler fueron continuados por sus colaboradores, quienes sintetizaron plagioclasas y sometieron a calentamiento feldespatos plutónicos para poder continuar las curvas de este investigador. El resultado inmediato de estas investigaciones, y otras más, ha sido la demostración de la necesidad de construir nuevas curvas para la determinación de las plagioclasas volcánicas, pues las en uso pueden inducir a errores de hasta 15 % en el contenido de anortita (Köhler, 1949).

Desde luego, el descubrimiento del diferente comportamiento óptico de plagioclasas de plutonitas y vulcanitas fué inmediatamente apreciado en su valor para determinar la historia de los cuerpos graníticos. Así, Tuttle y Bowen (1950), al descubrir que la albita sintética tiene distintas propiedades ópticas y estructurales que la de las plutonitas, intentaron, sin éxito, sintetizar albita de baja temperatura, es decir, plutónica. También demostraron que la albita de baja temperatura invierte fácilmente, por calentamiento, en albita de alta temperatura (volcánica), pero la inversa no pudo ser demostrada experimentalmente. Más recientemente, Tuttle (1952) estudió la mineralogía de rocas volcánicas y plutónicas, descubriendo que no sólo hay diferencias ópticas en las plagioclasas, sino también en la temperatura de inversión del cuarzo y en la composición química de los feldespatos alcalinos. Tuttle concluye que estas diferencias pueden explicarse desde el punto de vista magmatista, pero admite que, en algunos casos — por ejemplo, cuando hay en un granito albita y microclino que han cristalizado juntos —, el origen de la roca debe ser otro que el magmático.

Naturalmente, los transformistas han comprendido de inmediato la importancia de estos hallazgos para sus teorías, y Perrin y Roubault (1951) y Reynolds (1952) han analizado estos hechos, llegando a la conclusión de que las plagioclasas, los feldespatos alcalinos y el cuarzo de los granitos (o sea, casi el 100 % de sus minerales) no pueden ser considerados como productos de la cristalización de un magma, sino que caen en la misma categoría que los minerales de los paragneis y esquistos, con lo que se justifica la división de las rocas en tres grupos: volcánicas (mágmatas), plutónicas (metamórficas y granitos) y sedimentarias.

Es este un nuevo campo que se ha abierto a la investigación, y es de esperar que nuevas contribuciones permitan llegar a nuevas interpretaciones o a la confirmación de una u otra posibilidad genética.

3) La tercera consecuencia de las teorías granitizantes se manifiesta en un campo especulativo que, en última instancia, refleja nuestro deseo de conocer la génesis y el mecanismo de formación y desarrollo de

nuestro planeta : ¿Cuál es el origen de las capas que constituyen la corteza terrestre ?

Los estudios sismológicos y las observaciones sobre la distribución de las rocas graníticas y basálticas en la superficie terrestre, han demostrado la presencia de una capa sílica discontinua, de unos 30 km de espesor, que forma las áreas continentales. Es evidente, entonces, que el origen de los granitos y de los continentes es común, y la cuestión que debe plantearse es si resulta posible explicar la génesis de las masas continentales por procesos magmáticos o granitizacionistas.

En general, las teorías magmáticas presuponen un magma primario que, al comienzo de la historia terrestre, se separó en capas de distintas densidades, yendo la menos densa o granítica hacia la parte superior. Más difícil de explicar es, en cambio, la distribución discontinua de esta capa, pero existen teorías, como la de las corrientes convectivas, que más o menos resuelven el problema.

Las teorías magmáticas exigen altas temperaturas iniciales del planeta, al igual que la teoría orogénica de la contracción defendida por Suess, que parece resurgir luego de un olvido casi total. (Landes, 1952 ; Lees, 1952). Sin embargo, no todos los científicos están de acuerdo sobre estas altas temperaturas iniciales. En la conferencia celebrada en el Rancho Santa Fe, California (Schlichter, 1950), en la que participaron geólogos, químicos, astrónomos, físicos, oceanógrafos, etc., se consideraron los principales problemas del origen y desarrollo de la tierra. La mayoría de los científicos allí reunidos se inclinó por la teoría de la acreción de Weizsäcker (1944), que explica la formación de la tierra — y de nuestro sistema planetario — por medio de la agregación, en fragmentos mayores, del fino polvo que originariamente estaba distribuido por toda la región que ahora ocupa el sistema solar. Esta teoría exige bajas temperaturas iniciales (entre 300 y 400°K); la presencia del agua, la poca abundancia de N y la escasez de gases nobles en la tierra y su atmósfera, resultan difíciles de explicar con temperaturas iniciales elevadas. Pero, a pesar de su probable origen frío, la corteza tiene que haber pasado por temperaturas superiores (1200-1500°K) que produjeron su fusión incipiente; el calor engendrado por radiactividad bastaría para esto y para mover la maquinaria geológica interna de la tierra, pero el problema consiste en saber si la fusión de la corteza ha sido local o general. Si hubiese sido general, los últimos minerales en fundirse serían los de alta densidad (olivina, hiperteno, etc.), los que se irían precipitando a través del líquido en fusión y originarían una capa peridotítica o dunítica profunda; la tendencia a hundirse de la dunita iniciaría movimientos convectivos que, según algunas teorías, están asociados con la formación de montañas y continentes. La capa peridotítica estaría supuestamente bajo los continentes, por debajo de la dis-

continuidad de Mohorovicic (25 a 40 km de profundidad); encima de ella habría una capa basáltica y luego una granítica; debajo de los océanos, por ejemplo el Atlántico septentrional (Ewing, 1946), esa discontinuidad falta, y las rocas peridotíticas estarían cerca del fondo oceánico. Esta configuración, con una capa ultrabásica o peridotítica que se acerca a los fondos oceánicos y se deprime debajo de los continentes, donde está cubierta por una espesa capa basáltica, explicaría el equilibrio isostático entre continentes y cuencas oceánicas.

Hasta aquí la teoría magmática, expuesta en forma general y encuadrada en la teoría de Weizsäcker. Pasemos a las teorías transformistas, que ya han comenzado a surgir; dos merecen ser comentadas: la de Rittmann (1938) y la de Kulp (1951). Rittmann parte de una tierra inicialmente gaseosa, en la que por pérdida de calor se van separando los elementos: los más pesados hacia el interior, los más livianos hacia la superficie. Esta separación no es total, y algunos elementos livianos quedan encerrados en el interior, y viceversa, lo que explica la presencia en la corteza de elementos pesados, como Fe, Au, Pt, Cu, etc. En el momento en que la tierra alcanza el estado de estrella roja, está ya rodeada de una atmósfera gaseosa (*pneumatofera*), formada de elementos livianos escapados de la tierra. Este escape, que disminuye al proseguir el enfriamiento, hace que se produzcan corrientes convectivas, hasta que por fin se forma una fase líquida (entre la *pneumatofera* y el interior), compuesta de silicatos de magnesio, hierro y alúmina, con algunos elementos livianos, la que finalmente origina, por enfriamiento y después de muchas refusiones, la primera costra sólida de naturaleza símica. Según Rittmann, del magma líquido primitivo no puede desarrollarse una capa siálica, y para formarla recurre a su *pneumatofera*, a la que considera compuesta de agua al estado supercrítico (además de abundante N, O, CO₂, HCl, fluoruros, cloruros, etc.), a una temperatura de más de 1000°C y bajo presiones de más de 400 atmósferas. Esta *pneumatofera* puede absorber muchos elementos químicos (calcófilos, litófilos y *pneumatófilos*) que han atravesado la capa líquida símica, de modo que cuando la temperatura desciende debajo de 800°C, pierde su poder de disolución para la sílice y los alúmino-silicatos, que se separan para formar cuarzo, feldespatos y micas; así se origina, sobre la costra símica, una *sobrecostra* pegmatítica, a la que se agregan minerales *pneumatolíticos* cuando la temperatura baja aún más (menos de 400°C). Como el planeta ha estado sometido a corrientes convectivas, la costra símica y su *sobrecostra* tienen distribución irregular.

Al seguir descendiendo la temperatura, se condensa el vapor y el agua cae sobre la *sobrecostra* y la ataca química y mecánicamente, descomponiendo y disolviendo los feldespatos; los residuos insolubles son llevados y depositados en las depresiones, donde forman los primeros

sedimentos (*Protosial*). Estos sedimentos siguen depositándose en las cuencas o depresiones — lo que explicaría la distribución irregular del sial — y son posteriormente granitizados, mientras que la sobrecostra es erosionada más y más, hasta que finalmente, por acción isostática, las zonas protosílicas son elevadas — originando los actuales continentes —, y las de la sobrecostra, deprimidas, constituyendo las actuales cuencas oceánicas.

La ambiciosa concepción de Rittmann ha sido atacada desde distintos ángulos: isostático, químico, sedimentológico, temporal, etc. No es nuestro propósito defender o analizar posiciones, pero vemos cómo van apareciendo nuevas ideas sobre la evolución de la tierra y cómo ellas utilizan las teorías granitizacionistas. Un paso más audaz es el dado por Kulp, quien al analizar ciertos aspectos geoquímicos de los océanos, esboza los lineamientos para nuevas investigaciones y especulaciones. En su interesante estudio geológico del agua marina, Rubey (1951) había demostrado, por medio de análisis químicos, un aparente exceso de volátiles en las aguas, y para explicarlo supuso que provenían del interior de la tierra. Kulp, desarrollando aún más esto, postula que la hidrosfera se ha formado, no por condensación del vapor de agua de la atmósfera, sino por liberación de elementos del interior del planeta. La base de esta especulación está en la superabundancia de A^{40} en nuestra atmósfera, en comparación con la proporción de A^{36} cósmico. Como se sabe que el A^{40} es radiogénico, derivando del K^{40} por conversión interna, Kulp supone que el primero se ha originado del segundo a través de los tiempos geológicos, y como la cantidad de potasio en la corteza es demasiado pequeña, considera que el K^{40} ha provenido de las zonas subcrustales de la tierra. Como estas zonas subcrustales, cualquiera sea la teoría de su origen que se admita, tienen temperaturas superiores a 1000°C , el agua no es retenida firmemente en los retículos minerales y es dable suponer — dado el similar tamaño de sus moléculas — que se comportará como el A^{40} y escapará junto con él a la atmósfera. Si se puede calcular la fracción de A^{40} liberado del interior de la tierra, y si se utiliza esa fracción como índice del escape del vapor de agua, se podrá determinar entonces la cantidad de agua liberada en los tiempos geológicos. Los cálculos de Kulp muestran la posibilidad de este mecanismo, pues la cantidad de agua que se podría formar por este proceso supera ampliamente a la contenida en los océanos, la atmósfera y las rocas superficiales. Si es éste el origen de la hidrosfera, la corriente continua de agua, potasio y argón — y posiblemente otros elementos — que asciende del interior del planeta, podría transformar, en su pasaje, la corteza basáltica originaria, convirtiéndola en rocas graníticas y metamórficas en las zonas de debilidad y de actividad orogénica. Si esa agua intratelúrica contuviera alrededor de $0,1\%$ de K, esa cantidad

sería suficiente para transformar las rocas basálticas en graníticas, y los misteriosos icores, emanaciones, etc., de los granitizacionistas podrían ser nada más que una manifestación de un proceso mucho más grandioso.

Nuevos datos harán necesario rechazar o modificar estas hipótesis audaces, pero es claro que a medida que avanzan nuestros conocimientos deben modificarse las teorías antiguas o reemplazarlas por otras nuevas, y tanto en uno como en otro caso las ideas transformistas no pueden ser ignoradas.

Con estas consideraciones llegamos al fin de esta breve revista. Aclaremos que hoy, como antaño, la mayoría de los geólogos y petrólogos son magmatistas. Los transformistas, sin embargo, como todos los profetas de religiones nuevas o minoritarias, se muestran más activos y, quizá, más unidos; su número, además, va en aumento. Las dos concepciones son teóricamente posibles, y cualquiera que sea la posición que se adopte, no se puede ignorar la antagónica; mejor dicho, el conocimiento de las teorías magmatista y granitizacionista debe ser previo a la adopción de cualquiera de ellas.

La verdad puede encontrarse en alguno de los extremos o en algún punto intermedio. De cualquier modo, esta controversia, que puede parecer innecesaria, ha de ejercer una influencia beneficiosa, pues estimulará los esfuerzos destinados a aumentar nuestro saber. Las teorías granitizantes, al desafiar una concepción que era tradicionalmente aceptada, han abierto nuevos horizontes y, lo que es más, han obligado a los magmatistas a superarse en sus análisis e interpretaciones. En este sentido, su valor es muy grande y, aunque llegue a demostrarse su falsedad, son necesarias para la comprensión del desarrollo de las ideas magmáticas. Recordemos, en este sentido, las palabras del poeta William Blake, que bien se pueden aplicar a esta controversia: « Without contraries is no progression ».

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ANDERSON, N. G. H. 1937. *Granitization, albitization and related phenomena in the northern Inyo Range of California-Nevada*. — Geol. Soc. America Bull., vol. 48, 1-74.
- BACKLUND, H. 1936. *Der « Magmaaufstieg » in Faltengebirgen*. — Bull. Comm. Géol. Finlande, n° 115, 293-347.
- 1937. *Die Umgrenzung der Svecofenniden*. — Bull. Geol. Inst. Upsala, vol. 27.
- 1938 A. *The Rapakivi puzzle. A reply*. — Geol. Fören. Förhandl., vol. 60, 105-112.
- 1938 B. *The problems of the Rapakivi granites*. — Journ. Geol., vol. 46, 339-396.

- BACKLUND, H. 1938 C. *Zur « Granitizationstheorie »: Eine Verdeutlichung.* — Geo. Fören. Förhandl., vol. 60, 177-200.
- BARTH, T. F. W. 1948. *The distribution of oxygen in the lithosphere.* — Jour. Geol., vol. 56, 41-49.
- BILLINGS, M. P. 1935. *Mechanics of igneous intrusion in New Hampshire.* — Am. Jour. Sc., 15, 269-298.
- BOUÉ, A. 1824. *Mémoire géologique sur le sud-ouest de la France.* — Ann. Sc. Nat., t. 2, 387-423.
- BOWEN, N. L. 1928. *The evolution of igneous rocks.* — Princeton Univ. Press., 334 pp.
- BRAY, J. M. 1942. *Spectroscopic distribution of minor elements in igneous rocks from Jamestown, Colorado.* — Geol. Soc. America Bull., 53, 705-814.
- BUGGE, J. A. W. 1945. *The geological importance of diffusion in the solid state.* — Norske Vidensk-Akad. Oslo, I, Math. Naturv. Kl., n° 13, 5-59.
- CALLAWAY, C. 1885. *On the granitic and schistose rocks of northern Donegal.* Quart. Jour. Geol. Soc. London, vol. 41, 221-239.
- CLOOS, E. 1936. *Der Sierra Nevada Pluton in California.* — Neues Jahrb. Min. Geol. Paläont. Beil., Bd. 76, Abt. B., 355-450.
- CHAYES, F. 1948. *A petrographic criterion for the possible replacement origin of rocks.* — Am. Journ. Sc., vol. 246, 413-425.
- DALY, R. A. 1903. *The mechanics of igneous intrusion.* — Am. Jour. Sc., vol. 15, 269-298.
- DELESSE, A. 1869. *Études sur le Metamorphisme des Roches.* Paris.
- DUROCHER, J. M. 1857. *Essai de pétrologie comparée.* — Annales des Mines, vol. XI, 217-259.
- ECKERMAN, H. VON. 1937. *The genesis of the Rapakivi granites.* — Geol. Fören. Förhandl., vol. 59, 503-524.
- 1938. *The Repakivi facts. An answer to a reply.* — Ib., vol. 60, 113-115.
- ELIE DE BEAUMONT, J. B. 1847. *Note sur les émanations volcaniques et métallifères.* — Bull. Soc. Géol. Fr., vol. 4, 2^a serie, 1247-1333.
- EWING, W. M., et al. 1946. *Recent results in submarine geophysics.* — Geol. Soc. America Bull., vol. 57, n° 10, 909-934.
- FENNER, C. N. 1929. *The crystallization of basalts.* — Am. Jour. Sc., 5th ser., vol. 18.
- 1931. *The residual liquids of crystallizing magmas.* — Mineral. Mag. vol. 68, 539.
- FOURNET, J. 1838. *Geologische Klassifikation der Felsarten.* — Neues Jahrb., 158-160.
- 1847. *Résultats sommaires d'une exploration des Vosges.* — Bull. Soc. Géol. Fr., vol. 4, 2^a serie, 220-254.
- 1847. *Die Metamorphose der Gesteine nachgewiesen in die westlichen Alpen.* — Freyberg.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. 1946. *Sobre migmatización y procesos afines.* — Rev. Soc. Geol. Arg., tomo 1, n° 1, 73-91.
- 1950. *Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas.* — Rev. Asoc. Geol. Arg., tomo 5, n° 3, 81-110.
- GOODSPED, G. E. 1948. *Origin of granites.* — Geol. Soc. America, Memoir 28, 55-78.
- GREEN, A. H. 1871. *Notes on the geology of part of the County of Donegal.* — Geol. Mag., vol. 8, 428-429.
- 1882. *Physical Geology*, 3^a edición.
- GROUT, F. F. 1948. *Origin of granite.* — Geol. Soc. America, Memoir 28, 45-54.
- HAUGHTON, S. 1862. *Experimental researches on the granites of Ireland.* — Quart. Jour. Geol. Soc. vol. 18, p. 403-420.

- HEIM, A. 1946. *Granitización en la Sierra de La Rioja*. — Rev. Soc. Geol. Arg., tomo 1, n° 1. 17-18.
- HOLMQUIST, P. J. 1920. *Om Pegmatit-palingenes och Ptygmatisk Veckning*. — Geol. Fören. Föhr., vol. 42.
- 1921. *Typen und Nomenklatur der Adergesteine*. — Ibid., vol. 43.
- HOMMA, F. 1932. *Ueber das Ergebnis von Messungen an zonaren Plagioklasen aus Andesiten mit Hilfe des Universaldrehtisches*. — Schweiz Min. Petr. Mitt., vol. 12, 345-352.
- HUTTON, J. 1795. *Theory of the Earth*, 2 vols. William Creech, Edinburgh.
- KENNEDY, W. Q. 1938. *Crustal layers and the origin of magmas*. — Bull. Volc., serie 2, vol. 3, 24-82.
- KÖHLER, A. 1941. *Die Abhängigkeit der Plagioklas-optik vom vorangegangenen Wärmeverhalten (Die Existenz einer Hoch- und Tieftemperaturoptik)*. — Min. Petr. Mitt., vol. 53, 24-49.
- 1949. *Recent results on investigations on the feldspars*. — Journ. Geol., vol. 57, 592-599.
- KULP, P. L. 1951. *Origin of the Hydrosphere*. — Bull. Geol. Soc. America, vol. 62, n° 3, 326-329.
- LACROIX, A. 1898-99. *Le Granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact : Première Mémoire*. — Bull. Ser. Carte Géol. France, n° 64, vol. 10.
- 1899-1900. *Deuxième Mémoire*, Ibid., n° 71, vol. 11.
- LANDES, K. K. 1952. *Our shrinking globe*. — Geol. Soc. America Bull., vol. 63, n° 3, 225-240.
- LAPADU-HARGUES, P. 1945. *Sur l'existence et la nature de l'apport chimique dans certaines séries cristallogéniques*. — Bull. Soc. Géol. France, vol. 15, 5^a sér., 255-310.
- LARSSON, W. 1940. *Petrology of interglacial volcanics from the Andes of northern Patagonia*. — Bull. Geol. Inst. Upsala, vol. 28, 191-405.
- LEES, G. M. 1952. *Foreland folding*. — Quart. Jour. Geol. Soc., London., vol. 108, 1-34.
- LOEWINSON-LESSING. 1911. Geol. Mag., 248-257 (citado por Read, 1944).
- LYELL, C. 1838. *Elements of Geology*. Primera edición.
- MAYO, E. B. 1937. *Sierra Nevada pluton and crustal movement*. — Geol. Soc. America Bull., vol. 52, 1355-1418.
- MICHEL-LÉVY, A. 1893-94. *Contribution à l'étude du granite de Flamanville et des granites français en général*. — Bull. Carte Géol. Fr., vol. 5.
- NIGGLI, P. 1942. *Das Problem der Granitbildung*. — Schweizer Min. Pet. Mitt., vol. 22, 1-84.
- 1947. *Die Systematik der Gesteine und Minerallagerstätten*. — Bull. Com. Géol. Finland., 140, 141-158.
- PALIUC, G. 1932. *Untersuchungen der Plagioklase einiger tertiärer Ergussgesteine Siebenbürgens (Rumänien) mittelst der Universaldrehtischmethode*. — Schweiz. Min. Petr. Mitt., vol. 12, 423-444.
- PERRIN, R. y ROUBAULT, M. 1937. *Les réactions à l'état solide et la géologie*. — Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, ser. 5, n° 1.
- 1939. *Le granite et les réactions à l'état solide*. — Serv. carte Géol. Algérie, Bull. 4, 5^a sér., Petrographie.
- 1949. *On the granite problem*. — Journ. Geol., vol. 57, n° 4, 357-379.
- 1951. *Réflexions et discussions a la suite des récents travaux sur les feldspaths*. — Bull. Soc. Géol. Fr., 6^a série, 1, 105-117.
- RAMBERG, H. 1944. *The thermodynamics of the earth's crust. I : Preliminary survey of*

- the principal forces and reactions in the earth's crust.* — Norsk. Geol. Tidsk., Bd. 24, 98-111.
- RAGUIN, E. 1946. *Géologie du granite.* — Paris. Masson & Cie.
- READ, H. H. 1943. *Meditations on granite I.* — Geol. Assoc. London Proc., vol. 54, 45-85.
- 1944. *Meditations on granite II.* — *Ib.*, vol. 55, 45-93.
- 1948. *Granites and granites.* — Memoir 28, Geol. Soc. America, 1-19.
- REYNOLDS, D. L. 1943. *Granitization of hornfelsed sediments in the Newry granodiorite of Goragwood Quarry, Co. Armagh.* — Royal Irish Acad. Pr., vol. 48 B, 231.
- 1944. *The south-western end of the Newry igneous complex.* — Quart. Jour. Geol. Soc. London, vol. 99, 205-246.
- 1946. *The sequence of geochemical changes leading to granitization, ib.*, vol. 102, 389-446.
- REYNOLDS, D. L. 1947. *The association of basic «fronts» with granitization.* — Sci. Prog., vol. 35, 205-219.
- 1952. *The difference in optics between volcanic and plutonic plagioclases, and its bearing on the granite problem.* — Geol. Mag., vol. 89, n° 4, 233-250.
- RITTMAN, A. 1938. *Ueber die Herkunft der vulkanischen Energie und die Entstehung des Sials.* — Geol. Rundschau, Bd. 30, H. 1-2, 52-60, D., 29.
- ROSENBUSCH, H. 1877. *Die Steiger Schiefer und ihre Contactbildungen an den Graniten von Barr-Andlau und Hohwald.* Strassburg.
- RUBEY, W. W. 1951. *Geologic History of Sea Water.* — Bull. Geol. Soc. America, vol. 62, n° 9, 1111-1148.
- SAINTE-CLAIRE DEVILLE, C. 1841. — C. R. Acad. Sc., vol. 52, 1264 (citado por Read, 1944).
- SAN MIGUEL ARRIBAS, A. 1951. *Ideas modernas sobre la petrogénesis de las rocas eruptivo-metamórficas y volcánicas.* — Notas y Comunicaciones Inst. Geol. Min. España, n° 22, 1-84.
- SCOTT, R. H. 1862. *On the granitic rocks of the south-west of Donegal and the minerals therewith associated.* — Jour. Geol. Soc. Dubl., vol. 9, 285-294.
- SEDERHOLM, J. J. 1907. *Om Granit och Gneiss.* — Bull. Comm. Géol. Finlande, n° 23.
- 1923. *On migmatites and associated pre-cambrian rocks of south-eastern Finland.* *Ib.*, n° 58.
- 1926. — *Ib.*, n° 77.
- 1934. — *Ib.*, n° 107.
- SHAND, S. J. 1948. *The origin of Granite (Discussion).* — Geol. Soc. America, Memoir 28, 137-139.
- SLICHTER, L. B. 1950. *The Rancho Santa Fe conference concerning the evolution of the earth.* — Proc. Nat. Acad. Sc., vol. 36, n° 9, 511-514.
- TERMIER, P. 1903. *Les schistes cristallins des Alpes occidentales.* — C. R. IX Congrès Géol. Internat., Vienna (1904).
- 1910. *Sur la genèse des terrains cristallophylliens.* — C. R. XI, Congrès Géol. Internat., Stockholm (1912).
- TUTTLE, O. F. y BOWEN, N. L. 1950. *The system Na Al Si₃O₈-K Al S₂O₆-H₂O.* — Jour. Geol., vol. 58, 489-511.
- TUTTLE, O. F. 1952. *Origin of the contrasting mineralogy of extrusive and plutonic salic rocks.* — Jour. Geol., vol. 60, n° 2, 107-124.
- VIRLET D'AUGST, T. 1844. *Notes sur les roches d'imbibition.* — Bull. Soc. Géol. Fr., vol. 1, 2^a série, 825-852.

- VIRLET D'AOUST, T. 1847. *Observations sur le métamorphisme normal et la probabilité de la nonexistence de véritables roches primitives a la surface du globe.* — Bull. Soc. Géol. Fr., vol. 4, 2^a serie, 498-505.
- WAGER, L. R. y DEER, W. A. 1939. *The petrology of the Skaergaard intrusion, Kangerdlugussuaq, East Greenland.* — Medd. Grönland, vol. 105, n° 4.
- WALKER, F. y MATHIAS, M. 1946. *The petrology of two granite-slate contacts at Capetown, South Africa.* — Quart. Jour. Geol. Soc. London, vol. 102, n° 4, 499-518.
- WARD, C. 1875-76. *On the granitic, granitoid and associated metamorphic rocks of the Lake-District.* Quart. Jour. Geol. Soc., vol. 22, 1-32.
- WEGMANN, C. E. 1935. *Zur Deutung der Migmatite.* — Geol. Rund., vol. 26, n° 5, 305-350.
- 1936. *Geologische Merkmale der Unterkruste.* — Ibid., vol. 27, 43.
- 1938. *Geological investigations in Southern Greenland.* — Part. I, Medd. om Grönland, Bd, 113, n° 2, 98-121.
- WEGMANN, C. E. y KRANCK, E. H. 1931. *Beiträge sur Kenntnis der Svecofenniden in Finland, I, II.* — Bull. Comm. Géol. Finlande, n° 89, 1-107.
- WEIZSÄCKER, C. F. 1944. *Ueber die Entstehung des Planetensystems.* — Zeitschr. für Astrophysik, vol. 22, 1.
- WENK, E. 1933. *Statistische Drehtischuntersuchungen an Plagioklasen rumänischer Ergussgesteine.* — Schweiz Min. Petr. Mitt., vol. 13, 205-219.
- ZIRKEL. 1876. *Microscopical petrography.* — U. S. Geol. Explor. Fortieth Parallel, VIII, 259-269.

COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

T. F. W. BARTH, *Theoretical Petrology. A textbook on the origin and evolution of rocks.* viii-387 págs., 146 figs., John Wiley & Sons, New York, 1952.

El doctor Barth, profesor de la Universidad de Oslo, aunque muy vinculado a la geología norteamericana — pasó unos años en Chicago después de la guerra última —, ha redactado este libro con el fin primordial de exponer los fundamentos de los procesos físico-químicos formadores de las rocas. Este propósito se cumple a medias, a causa de la amplitud de la materia y de lo reducido del volumen, si bien hay que destacar que la presentación de los temas es original y moderna. Como sucede con la mayoría de los textos que llevan el título general de Petrología, debe sobreentenderse que se refiere a las rocas ígneas; este libro no hace excepción en tal sentido: las rocas metamórficas son tratadas en 123 páginas, las sedimentarias en 23, lo que es insuficiente aun para exponer los problemas más fundamentales.

La obra comprende cuatro partes; la primera está dedicada a la física y química de la tierra, y en ella se tratan brevemente: teorías cosmogénicas, calor terrestre, estructura de la tierra, ciclos geoquímicos y algunos principios de termodinámica. El todo abarca 36 páginas.

La segunda parte se refiere a la formación de rocas sedimentarias, y en ella se menciona la separación de los principales óxidos, se discuten las condiciones físico-químicas de la sedimentación y se tratan algunos tipos especiales de sedimentitas (clásticas, carbonatadas, evaporitas).

La tercera parte — la mayor del libro — está dedicada a las rocas ígneas. Se describen brevemente los sistemas mineralógico (demasiado somero para que sea útil) y químico de clasificación de las rocas. La parte química es la mejor tratada y lleva un corto capítulo sobre cálculos petroquímicos, en el que se dan las normas esenciales para determinar los valores de Niggli, que se usan actualmente en reemplazo de los del sistema C. I. P. W. También se describe el promisorio método de Barth (1948) de determinar la célula standard de las rocas, en base a la constancia de cationes que se combinan con 160 aniones de O.

Sigue un capítulo en que se tratan, en forma breve y concisa, los principales minerales formadores de rocas y los procesos de cristalización; una apreciable cantidad de diagramas — algunos de ellos originales — ilustran estos tópicos. Los procesos magmáticos son luego tratados con vasta erudición y claridad, terminando esta sección con estudios generales sobre las rocas basálticas oceánicas y continentales, las rocas alcalinas y la génesis de las rocas graníticas.

La última parte, que abarca las rocas metamórficas, comienza con un estudio muy claro de los minerales metamórficos, para seguir con algunos fundamentos de termodinámica. El metamorfismo de contacto se trata separadamente en pocas páginas y el resto de la obra está dedicado al metamorfismo regional, del cual se analizan: recristalización, estructuras, facies mineralógicas y, para terminar, migmatitas.

El libro está bien impreso, los errores tipográficos son pocos, y buenas las ilustraciones — en su mayoría de Fenoscandia. Este texto ha de ser útil para el profesional, pero el estudiante debe consultarlo cuando posea buenos conocimientos generales, para cuya adquisición hay obras más didácticas que ésta. — *Mario E. Teruggi.*

Applied Sedimentation. Editado por Parker D. Trask; preparado bajo la dirección del comité sobre *symposium* de Sedimentación, National Research Council, New York. John Wiley & Sons, Inc., 1950. v-707 págs. U\$S 7.50.

El objeto de esta obra es: 1º « describir aspectos de interés mutuo para el geólogo y el ingeniero, de modo que cada uno pueda entender los problemas del otro y así cooperar más efectivamente en su trabajo; 2º proporcionar información al geólogo consultor que puede no estar del todo familiarizado con problemas específicos; y 3º hacer conocer a los estudiantes con muchas aplicaciones prácticas de la sedimentación, de manera que puedan estar mejor informados respecto a las posibilidades de una carrera en este campo ». El volumen comprende 35 artículos, agrupados en siete partes: principios básicos de la sedimentación, problemas de ingeniería en conexión con la resistencia de los sedimentos, aplicaciones de los procesos de sedimentación, aplicaciones de acuerdo con la naturaleza de los componentes, depósitos minerales, problemas de la geología del petróleo, y aplicaciones militares. Cada artículo está escrito por uno o más especialistas, lo cual confiere gran autoridad a la obra, aunque por otro lado le quita unidad de enfoque y de calidad. Los temas tratados no siempre se refieren estrictamente a la sedimentación, sino que abarcan tópicos selectos de Geología aplicada a la ingeniería, con especial referencia a los materiales sedimentarios. Como es común en los *simposios*, los asuntos de cada parte son tratados en forma parcial; ello es el caso, especialmente en lo que respecta a la geología del petróleo, de la que se consideran solamente tres aspectos, en forma naturalmente muy resumida si se tiene en cuenta la importancia de los procesos y rocas sedimentarias, y la abundantísima bibliografía existente. La calidad de los artículos es dispar, y existe cierta duplicación, pero en conjunto resulta una obra extremadamente útil para el geólogo que desea adquirir un concepto de los problemas de geología aplicada a la ingeniería. Cada capítulo lleva una extensa bibliografía. — *C. R. Vilela.*

MOVIMIENTO SOCIAL

ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA

De acuerdo con la reglamentación estatutaria vigente, el día 16 de julio del año en curso, se llevó a cabo en el aula magna del Instituto de Geología, dependiente de la Universidad Nacional de Buenos Aires, la Asamblea General Ordinaria, destinada a aprobar la Memoria y Balance correspondiente al Ejercicio 1951-52 y proceder a la renovación de autoridades para el período julio 1952-julio 1954.

El acto, que contó con la presencia de un crecido número de asociados, fué inaugurado por el presidente saliente doctor Horacio J. Harrington y dió lugar a una entusiasta sesión. Por secretaría se dió lectura a la Memoria correspondiente, la cual fué aprobada de inmediato por unanimidad. A continuación se procedió a la elección de autoridades que constituirían la nueva Comisión Directiva, resultando electos el doctor Félix González Bonorino como presidente y los miembros que con él integrarían dicha comisión.

MEMORIA

Constitución de la Comisión Directiva : En la primera sesión realizada por los miembros electos, se procedió a la distribución de cargos, quedando constituida la C. D. en la siguiente forma :

<i>Presidente</i>	Dr. Félix González Bonorino
<i>Vice-presidente</i>	Dr. Mario Teruggi
<i>Secretario</i>	Dr. Alberto T. J. Gióvine
<i>Tesorero</i>	Dr. Eduardo J. Methol
<i>Vocales titulares</i>	Dr. Amílcar Herrera
	Dr. Guillermo Furque
	Dr. Julián A. Fernández
<i>Vocales suplentes</i>	Dr. Horacio V. Rimoldi
	Dr. Carlos Gentili
	Dr. Héctor Orlando

Asimismo fueron designados los señores Dr. Armando F. Leanza, Dr. Horacio V. Rimoldi y Dr. Horacio H. Camacho para integrar la subcomisión encargada de la edición de la Revista de la Asociación.

Publicación de la Revista : La nueva C. D. ha puesto su mayor empeño en lograr la regularización en la aparición de la *Revista*, tarea en la cual se halla aún abocada. A tal efecto se solicitó oportunamente la más estrecha colaboración de los señores consocios, instándolos a remitir originales para su publicación. Además se decidió incluir en la misma dos nuevas secciones, una, destinada a publicaciones de índole didáctica, exponente de ello es el trabajo publicado en el presente número intitulado *El origen de los granitos*, por Mario Teruggi, y otra, encargada de la enumeración de los trabajos de tesis inéditos realizados en nuestras universidades.

Nuevos Socios : En el decurso de las sesiones realizadas en el corriente año han sido aceptados por la C. D. los siguientes socios : *Activos* : Dr. Juan A. Rocca ; Dr. Walter Sander ; Sr. Lamberto Franco ; Sr. Rubén J. Cucchi ; Sr. Héctor Baldomir ; Ing. Demetrio Voznesenski ; Sr. Juan Carlos Oblites ; Sr. Alejandro Crouset ; Dr. José María de Giusto ; Ing. Luis Guillermo Baka.

Adherentes : Dr. Artur Roll ; Dr. Alfred Bentz ; Sr. Néstor Porro ; Sr. Carlos E. Antoniotti ; Geol. Juan Carlos Perazzo ; Srta. Elsa de las Mercedes Rossi del Cerro ; Ing. Hernán de Simone ; Ing. Jorge M. Bretón ; Sr. Ángel Giraudó ; Sr. Guillermo D. Studdert.

Han solicitado su pase de miembros adherentes a activos los señores : Dra. Hebe Dina Gay ; Dr. Claudio Saloj ; Dr. Víctor Givré ; Dr. Carlos A. Borrazás ; Dr. Amílcar Herrera ; Geol. Casimiro C. Gutiérrez ; Dr. Carlos Médici ; Dr. Pío Fernández ; Geol. Félix Rodrigo ; Dr. Marcelo Mésigos ; Dr. Juan Carlos Lucchetti ; Geol. Federico Madril.

Renuncias : En el curso del presente año presentaron sus renunciaciones los siguientes miembros : Dr. Altavino Catinari, Dr. Raimundo Celeste, Dra. Merciadri de Funes, Geol. Jorge Minetti y Dr. Astolfo Solari.

Miembros fallecidos : En el transcurso del presente año han fallecido los señores consocios : Ing. Francisco José Varese y Leonor F. de von Niederhausen.

NÓMINA DE LOS MIEMBROS
DE LA ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA

Miembros Honorarios

Prof. Dr. JUAN KEIDEL (Argentina)
Prof. Dr. PABLO GROEBER (Argentina)
Prof. Dr. JOAQUÍN FRENGUELLI (Argentina)
Prof. Dr. FRANCO PASTORE (Argentina)

Miembros Correspondientes

Prof. Dr. ARNOLDO HEIM (Suiza)
Prof. Dr. VÍCTOR M. LÓPEZ (Venezuela)
Prof. Dr. LUCIANO JACQUES DE MORAES (Brasil)
Prof. Dr. ENRIQUE GERTH (Alemania occ.)

Miembros Benefactores

Dirección General de Fabricaciones Militares.
Yacimientos Petrolíferos Fiscales, E. N. D. E.
Standard Oil Co., S. A.
Geólogo Henry Rolling Wofford, Jr.

Miembros Activos

Achen, Héctor, Dr. Malargüe, Mendoza.
Ahlfeld, Federico E., Dr., Cochabamba, Bolivia.
Alba Peralta, Emilio F., Geól., 9 de Julio 949, Córdoba.
Alvarez, Ernaldo Arturo, Calle 2, n° 590, dep. D, Eva Perón.
Alves Da Silva, Carlos, Ing. de Minas, Sarmiento 72, Concepción, San Juan,
Amos, Arturo J., Prof., Carlos Calvo 965, Capital.
Angelelli, Victorio, Ing. de Minas, Donado 3946, Capital.
Aparicio, Emiliano P., Dr., Calle Tierra del Fuego 19, Barrio Bombal-Ugarte,
Mendoza.
Ardissonne, Romualdo, Prof., Hipólito Yrigoyen 1968, piso 2, Capital.
Arias, Héctor D., Prof. (No comunicó domicilio).
Arigós, Luis E., Dr., Pedro Lozano 3274, dep. C, Capital.
Armando, Vicente, Dr., Monte Caseros 1242, Mendoza.

- Artabe, Emilio, Geol., Calle 8, n° 1622, Eva Perón.
Avila, Celestino F., Geól., Rivadavia 940, San Luis.
Báez, César, P., Dr., Av. General Paz 427, dep. E, Córdoba.
Baín, Hugo, Ing. de Minas, Av. Roque Sáenz Peña 576, 7° piso, Capital.
Baka, Luis Guillermo, Com. Gravimétrica n° 30, Y. P. F., Casilla Correo 14,
Río Gallegos. Santa Cruz.
Baldomir, Héctor C., Juan A. García 1740, dep. C, Capital.
Banchero, José Carlos, Dr., Matheu 139, San Martín (Bs. Aires), F. C. N.
Mitre.
Banks, Luis María, Dr., Apartado 1706, , Caracas, Venezuela.
Barrionuevo, Luis Alberto, Geól., Candelaria 30, Capital.
Bassi, Hugo G. L., Dr., Cerviño 4645, Capital.
Battaglia, Atilio, Dr., Sarmiento 1763, Capital.
Baulies, Oscar L., Dr., 25 de Diciembre 1188, Rosario.
Benvenuti, Juan Carlos, Dr., San Lorenzo 4581, Rosario.
Bianchi, Jorge E., Dr., Miguel Soler 525, Ituzaingo, F. C. N. Sarmiento.
Böckmann, Susana, Dra., Carbajal 3722, Capital.
Boehm, Karl Egon, Dr., Lavallo 1554, 5° piso, Capital.
Borrazas, Carlos A., Dr., 25 de Mayo 560, Bernal, F. C. N. Roca.
Borrello, Angel V., Dr., Italia 47, 2° piso, dep. 4, Lomas de Zamora, F. C. N.
Roca.
Botero Arango, Gerardo, Ing., Balboa 63-13, Medellin, Colombia.
Bracaccini, Osvaldo I., Dr., Avellaneda 428, Bernal, F. C. N. Roca.
Brandmayr, José, Ing., Brasil 323, 4° piso, dep. B, Capital.
Brarda, Santiago, Ing., Echeverría 1528, Capital.
Briatura, Eduardo F., Dr., Catamarca 132, Salta.
Buenanueva, Jorge, Dr., Paso 1478, San Antonio de Padua, Pcia. de Buenos
Aires.
Burnett, Bruce R., Ing., Belgrano 1670, Capital.
Camacho, Horacio Homero, Dr., Enrique Marengo 887, San Andrés, F. C. N.
Mitre.
Cannelle, Luis E., Geol., Viamonte 1470, 3° A, Capital.
Cassel, Chester, Geól., Casilla Postal 716, Asunción, Paraguay.
Catela, Ricardo, Dr. Serv. Geól. Y. P. F., Río Pescado, Orán, Salta.
Cetrángolo, Zulema Chiesa de, Dra., Melincué 3733, Capital.
Civalero, Herald F., Dr., Lavallo 1554, 5° piso, Capital.
Chinetti, Jorge A., Dr., San Martín 1072, Don Bosco, F. C. N. Roca.
Chomnals, Raúl, Dr., San Martín 921, Jujuy.
Cordini, Isaias Rafael, Dr., J. A. García 2958, Capital.
Córdoba, Carlos A., Geól., General Paz 339, Jujuy.
Criado, Pedro, Dr., Pellegrini 87, San Rafael, Mendoza.
Crouset, Alejandro, Ituzaingó 333, V. Ballester, F. C. N. G. B. Mitre.
Cuechi, Rubén J., Esquiú 1276, dep. C, Capital.
Cuerda, Alfredo, Dr. (No comunicó domicilio).
Dalinger, René Edgar, Geól., Mariano Moreno 83, Córdoba.
Daniel, Joaquín, Dr., Holmberg 3416, Capital.
Dara, Francisco, Dr., Casa 238, Villa María Eva Perón, San Juan.

- Da Rold, José, Ing. de Minas, Av. España 711, San Juan.
De Alba, Enrique, Dr., Arenales 2730, Florida, F. C. N. Mitre.
De Benedetti, Juan J. P., Dr., Miguel Aráoz 85, San Pedro, Jujuy.
De Ferrariis, Carmelo I. C., Dr., Paroissien 4564, Capital.
De Giusto, José María, Dr., Poste Restante, Río Gallegos, Terr. Santa Cruz.
De la Iglesia, Héctor J., Aristóbulo del Valle 2468, Florida, F. C. N. G. Mitre.
De la Mota, Héctor, Dr., Apartado Interno 14, Neuquén.
De la Puente, Gregorio, Geól., Ramírez de Velazco 159, Jujuy.
De la Vega, Ramón R., Geól., Agustín Garzón 1280, Córdoba.
Dessanti, Raúl N., Dr., Morón 5080, Capital.
Díaz, Horacio A., Dr., Ecuador 456, Capital.
Di Gregorio, José H., Dr., 25 de Mayo 265, Neuquén.
Di Persia, Carlos A., Casilla de Correo 58, Sarmiento, Z. M. C. R.
Dunbar, Carl O., Dr., Peabody Museum Yale University, New Haven, Conn.
U. S. A.
Echegaray, Rogelio Fernando, Geól., Lavalle 1554, 5º piso, Capital.
Ferello, Roberto, Dr., Administración Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Fernández, Gerardo, Sarmiento 597, Rivadavia, Mendoza.
Fernández, Julián, Dr., Diagonal 80, nº 428, Eva Perón.
Fernández, Pío, Dr., Edison 876, Martínez, F. C. N. Mitre.
Fernández Aguilar, Rafael, Ing. de Minas, Pedro Goyena 901, Capital.
Fernández Carro, Alfredo, Dr., Admin. Y. P. F., Plaza Huincul, Neuquén.
Feruglio, Egidio, Dr., Palazzo Caregnano, Torino, Italia.
Flores, Miguel A., Dr., Belgrano 409, Trelew, Chubut.
Fornies, Eduardo M., Dr., Hipólito Yrigoyen 538, Godoy Cruz, Mendoza.
Fort, Alberto Antonio, Dr., Hipólito Yrigoyen 538, Godoy Cruz, Mendoza.
Franco, Lamberto, Dr., Casilla de Correo 5300, Comodoro Rivadavia.
Furque, Guillermo, Dr., Independencia 1389, Capital.
Galli, Carlos Alberto, Dr., Calle 64, nº 357, Eva Perón.
Gancedo, Francisco, Dr., Nother 1158, Adrogué, F. C. N. Roca.
García, Ernesto, Dr., Admin. Y. P. F., Casilla de Correo 36, Godoy Cruz,
Mendoza.
García Vizcarra, Pedro, Dr., Pedernera 354, Lomas de Zamora, F. C. N.
Roca.
Gay, Hebe Dina, Dr. y Prof., Boulevard Las Heras 480, Córdoba.
Gentili, Carlos Amadeo, Dr., Agustín Alvarez 2552, Florida, F. C. N. Mitre.
Gianolini, Luis, Dr., Sosneado, Mendoza.
Giovine, Alberto T. J., Dr., Av. Libertador General San Martín 7790, Capital.
Givré, Víctor, Dr., Pedernera 3488, Capital.
González, Eduardo Miguel, Prospector Minero, Echeverría 2741, Capital.
González, Rafael L. R., Dr., Arengreen 584, Ituzaingó, F. C. N. D. F. Sar-
miento.
González Astorquiza, Mario, Dr., Laboratorio de Y. P. F., Florencio Varela,
F. C. N. Roca.
González Bonorino, Félix, Dr., Alvarez 2430, Capital.
González Díaz, Emilio F., Pacheco de Melo 970, Capital.
Grassmück, Gerardo, Ing. de Minas y Geología, Coronel Díaz 1776/78, Capital.

- Gross, Wolfgang, Dr., Av. 24 de Septiembre 1091, Córdoba.
Guichardot, Gabriel E., Ing. Geofísico, Av. Roque Sáenz Peña 832, Capital.
Gurmendi, Juan C., Ing., Alvear 189, Río Gallegos, Santa Cruz.
Gutiérrez, Casimiro, Joaquín V. González 35 A, Capital.
Harrington, George L., Geól., 566 Washington Avenue, Palo Alto, California, U. S. A.
Harrington, Horacio Jaime, Dr., Ayacucho 1364, Capital.
Herrera, Amílcar Oscar, Dr., Rauch 1073, Morón, F. C. N. Sarmiento.
Herrero Ducloux, Abel, Dr., Liniers 177, Temperley, F. C. N. Roca.
Holmberg, Eduardo, Dr., 11 de Septiembre 1409, Capital.
Humphrey, William E., Geól., c/Dr. Ralph W. Inlay, 330 U. S. National Museum, Washington, U. S. A.
Hünicken, Mario A., Dr. (No comunicó domicilio).
Jahn, William F., Ing. de Minas y Geól. Minero, Av. Roque Sáenz Peña 760, escritorio 200, Capital.
Jakulica, Domingo, Dr. (No comunicó domicilio).
Kelly, Guillermo, Dr., Boulevar 25 de Mayo 265, Neuquén.
Konzewitsch, Nicolás, Ing. Hidrogeólogo, Larrazábal 2870, Capital.
Kull, Verena, Dra., Terrada 550, Capital.
Lambert, Luis R., Geól., 11, Rue d'Arlan, Strassbourg, Francia.
Lamgstneinter, Rodolfo, Ing., Venezuela 1312, Capital.
Latorre, Carlos Oscar, Lugones 2864, Capital.
Leanza, Armando F., Dr., Caseros 159, Haedo, F. C. N. Sarmiento.
Leidhold, Clemente, Dr., Toranzo 58, Desamparados, San Juan.
Lesta, Pedro Juan, Santa Fe 570, Marcos Juárez, F. C. N. Mitre.
Licciardo, Francisco, Dr., Monte 482, Wilde.
Linares, Enrique, Lugones 2864, Capital.
Loss, Renato, Dr. (No comunicó domicilio).
Lucero, Hugo Néstor, Dr., Paseo Colón 751, piso 5, Capital.
Luchetti Orsi, Juan Carlos, Dr., Warnes 1442, Capital.
Luengas, Luis María, Dr., Yac. Río Turbio, Santa Cruz.
Lyons, Wilfredo A., Dr., Mina Aguilar, Tres Cruces, Jujuy.
Madril, Federico, Calle 55, n° 865, Eva Perón.
Magnani, Mario J., Dr., Ambrosio Olmos 708, Córdoba.
Manfredi, Jorge H., Dr., Lavalle 1554, 5° piso, Capital.
Maraggi, Eduardo S., Ing. Geól., 3 de Febrero 1383, Capital.
Martínez, Luis F., Dr., Admin. de Y. P. F., Vespucio, Salta.
Martínez Cal, Doris W. de, Salta 173, San Rafael, Mendoza.
Martínez Eder, Ofelia, Lic., Estomba 1189, Capital.
Martínez Ferrer, Jorge V., Dr., Jacinto Ríos 553, dep. 1, Córdoba.
Marzo, Miguel, Prof., Carlos J. Benielli 2822, Mendoza.
Masera, Francisco R., Dr., Leguizamón 142, Mendoza.
Masramón, Enrique Ulpiano, Dr., Mina « San Eduardo », Zapala, F. C. N. Roca.
Mauri, Enrique Tomás, Dr., Adm. Y. P. F., Vespucio, Salta.
Medici, Jorge Carlos, Dr., Portela 571, Capital.
Mésigos, Marcelo, Dr., Charcas 2371, Capital.

- Methol, Eduardo Jorge, Dr., Espora 434, dep. D, Ramos Mejía, F. C. N. Sarmiento.
- Meyer, Eduardo, Dr., Compañía « Astra », Comodoro Rivadavia.
- Mingramm, Alberto, Dr., Calle sin nombre 320 esq. Misiones, San Isidro, F. C. N. Mitre.
- Monchablón, Alberto Héctor, Ing. Civil y de Minas, Chile 1430, dep. 6, Mendoza.
- Montero, César A., Geól., Casilla de Correo 18, Cutral-Co, Neuquén.
- Monteverde, Agustín A. A., Dr., Av. Olazábal 4799, Capital.
- Mordojovich, Carlos, Ing., Casilla de Correo 247, Punta Arenas, Chile.
- Moreno, Rodolfo L., Dr., Plaza Huincul (Y. P. F.), Neuquén.
- Mórtola, Edelmira, Dra., Junín 1357, piso 3, dep. A, Capital.
- Muller, Raúl Alberto, Geól., Av. Salvador María del Carril 3297, Capital.
- Murut, Aldo E., Ing., Alberti 249, Río Gallegos, Santa Cruz.
- Nieniewski, Augusto, Ing., Migueletes 1661, dep. C, Capital.
- Nesossi, Dante A., Geól., Vélez Sársfield 368, San José, Mendoza.
- Novitzky, Alejandro, Ing. de Minas, Villa San Martín, Casa 42-B, Concepción, San Juan.
- Oblitas, Juan Carlos, Campichuelo 1210, Capital.
- Olazábal, Aníbal G., Dr., Av. Forest 1795, Capital.
- Oliveri, Jorge C., Geól., Corrientes 2732, piso 1, dep. 3, Capital.
- Olsacher, Juan, Dr., Av. Vélez Sársfield 153, Córdoba.
- Orlando, Aristides C., Dr., Admin. Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
- Orlando, Héctor Antonio, Geól., Brandsen 25, Quilmes, F. C. N. Roca.
- Orruma, José, Santa Ana 2639, Córdoba.
- Padula, Eduardo Luis, Dr., Campamento Vespucio, Salta.
- Palma, Alejandro, Dr., Lavalle 1554, 5° piso, Capital.
- Pandolfi, Carolina L. de, Dra., México 1265, Capital.
- Pascual, Primitivo, Dr., Apartado Interno 6, Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
- Pascual, Rosendo, Dr., 60 n° 1333, Eva Perón.
- Peirano, Abel, Prof., Junín 943, Tucumán.
- Peláez Josefa G., Dra., Av., Olmos 15, Córdoba.
- Penas Pampin, Pelayo, Geól., 25 de Mayo 145, piso 4, Capital.
- Pensa, Marcelo V., Dr., San Luis 458, Rosario.
- Pérez, Héctor Herminio, Geól., Jaramillo 2296, Capital.
- Pérez, Julio, Dr., Casilla de Correo 17, Luján de Cuyo, Mendoza.
- Petersen, Cristian S., Dr., Sucre 2980, Capital.
- Piatnitzky, Alejandro, Ing. de Minas, Pte. Roque Sáenz Peña 1190, Capital.
- Piscione, Carlos A. S., Dr., Ecuador 311, piso 1, dep. B, Capital.
- Pizzi, Mario A., Av. San Martín 917, Desamparados, San Juan.
- Pocoví, Antonio Sebastián, Dr., Iriondo 4222, Santa Fe.
- Poklepovic, Boris, 3 de Febrero 1849, Capital.
- Polanski, Jorge, Dr., Estomba 1808, Capital.
- Pozzo, Aníbal, Dr., 25 de Mayo 260, Neuquén.
- Prozzi, César R., 9 de Julio 485, Tres Arroyos, Pcia. de Buenos Aires.
- Radice, María Magdalena, Dra., Calle 1, n° 732, Eva Perón.
- Rayces, Enrique César, Dr., Monroe 2158, Capital.

- Recabarren, Julio César, Dr., Salta 143, San Juan.
Regairaz, Alberto C., Dr., Admin. de Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Reginatto, Edgardo, Dr., Admin. de Y. P. F., Vespucio, Salta.
Reig, Osvaldo A., Calle 36, n° 236, Eva Perón.
Reybet, Horacio, Geól. (No comunicó domicilio).
Rigal, Remigio, Agrim. geól., Lavalle 1447, piso 4, Capital.
Rimoldi, Horacio V., Belisario Roldán 69, dep. 4, Acassuso, F. C. N. Gral. B. Mitre.
Riveros, Lelia A., Dra., Catamarca 36, San Juan.
Rocca, Juan A., Dr., Comisión Gravimétrica n° 30, Y. P. F. Casilla de Correo 14, Río Gallegos, Santa Cruz.
Rodrigo, Félix, Dr., Palermo 543, Villa del Carril, San Juan.
Rodríguez, Eduardo J., Dr., L, -2-, -6-, Barrio Cano, Mendoza.
Rolleri, Edgardo Orlando, Dr., Adm. Y. P. F., Plaza Huincul, Neuquén.
Rolando, Romero, Apartado n° 5, Berazategui, F. C. N. Roca.
Rossi, Juan J., Dr., Rodríguez Peña 1043, piso 6, dep. A, Capital.
Rousseau, Carlos A., Dr., Chile 135, San Rafael, Mendoza.
Rozlosnik, Andrés, Ing. de Minas, Martínez de Rosaz 718, Mendoza.
Rüegg, Werner, Dr., Apartado 2559, Lima, Perú.
Ruiz Huidobro, Dr., Juncal 2230, piso 2, Capital.
Russo, Aniello, Dr., Pavón 2454, Capital.
Saccone, Ernesto, Dr., Apartado Interno 9, Neuquén.
Sala, José M., Geól., Bolívar 1030, San Luis.
Salcedo, Elio N., Geól., Yornet 160, Santa Lucía, San Juan.
Saloj, Claudio Eugenio, Dr., J. Ducloux 223, Monte Grande, F. C. N. G. Roca.
Sander, Walter, Dr., Lavalle 1554, 5° piso, Capital.
Santoni, Arturo, Abogado, Patricias Mendocinas 564, Mendoza.
Seocco, Roberto Luis, Dr., Admin. de Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Schauer, Osvaldo C., Geól., Chilecito, La Rioja.
Schlagintweit, Otto, Dr., Mateo Luque 60, Barrio Parque Sarmiento, Córdoba.
Segovia, Oscar M., Geól., Av. San Martín 606, Concepción, San Juan.
Sesana, Fernando Luis, Dr., Paseo Colón 751, Capital.
Simonato, Italo B., Dr., Admin. de Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Sister, Raúl Guillermo, Calle 54, n° 720, Eva Perón.
Stingl, Gualterio, Dr., Apartado Interno n° 6, Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Stipanovic, Pedro N., Dr., Senillosa 146, P. B., dep. E, Capital.
Stoll, Walter C., Dr. (No comunicó su dirección postal).
Storni, Carlos D., Dr., Av. Francisco Beiró 4240, Capital.
Studdert, Guillermo Diego, Caseros 127, San Martín. F. C. N. G. B. Mitre.
Suero, Tomás, Dr., Admin. de Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Tealdi, Osvaldo Leonidas, Dr. Serv. Geol., Y. P. F., Casilla de Correo, n° 14, Río Gallegos, Santa Cruz.
Teruggi, Mario Egidio, Dr., Av. Angel Gallardo 470, Capital.
Tezón, Roberto V., Geól., Italia 1083, Luján, F. C. N. Sarmiento.
Tognón, Juan Francisco, Dr., Sarmiento 1686, Comodoro Rivadavia.

- Torrea, Aniceto Horacio, Dr., O'Higgins 664, San Isidro.
Torres, Francisco J., Dr., Chacabuco 727, Córdoba.
Tufiño, Gustavo S., Calle 43, n° 565, Eva Perón.
Urteaga, Carlos Eduardo, Dr., Compañía «Astra», Comodoro Rivadavia.
Valerdi, Carlos, Dr., 1° de Mayo 1605, Rosario.
Valvano, Jorge Aurelio, Dr., Pringles 50, Temperley.
Vallejos, Rubén M., Geól., 9 de Julio 265, Bernal, Pcia. de Buenos Aires.
Vallina, Onésimo A., Dr., Chile 1910, P. B, Capital.
Vega, Ricardo A., Dr., Av. Olivera 430, Capital.
Videla, Juan Ramón, Dr., Emilio Jofré 228, Mendoza.
Vignati, Milcíades Alejo, Prof., Agustín Álvarez 1141, Vicente López, F. C. N. Mitre.
Vilela, César Reynaldo, Dr., Sarmiento 682, Caseros, F. C. N. San Martín.
Viloni, Eugenio, Dr., Vidt 2771, Capital.
Villar Fabre, Jorge Félix, Dr., Libertad 1144, piso 3, dep. D, Capital.
Voznesenski, Demetrio, Ing., Larrazábal 2870, Capital.
Wetten, Florián, Dr., Av. San Martín 544-48, Desamparados, San Juan.
Yrigoyen, Marcelo Reynaldo, Dr., Comisión Geol., n° 6, Y. P. F., Casilla de Correo 213, San Rafael, Mendoza.
Zakalik, Bernardo, Dr., Santa Fe 1129, San Juan.
Zöllner, Walter, Dr., J. B. Alberdi 677, piso 2, dep. A, Capital.
Zunino, Juan J., Ing. geól., Humberto I 3486, Capital.

Miembros Adherentes

- «Astra», Compañía de Petróleo, Av. Leandro N. Alem 621, Capital.
Biblioteca de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional, Av. Vélez Sársfield 299, Córdoba.
«Cema», S. R. L., Sarmiento 1236, piso 4°, Capital.
«Diadema Argentina», S. A. de Petróleo, Av. Roque Sáenz Peña 788, Capital.
Combustibles Sólidos Minerales, E. N. D. E., Av. R. Sáenz Peña 1190, Capital.
Dirección de Minas, Geología e Hidrogeología, Jorge Calle y Boulogne sur Mer, Barrio Cano, Mendoza.
Dirección de Minas, Ministerio de Obras Públicas, San Juan.
Instituto de Geología, Casilla 2777, Santiago, Chile.
Instituto de Geología y Mineralogía, Universidad Nacional de Tucumán, Casilla de Correo 1949, Jujuy.
Instituto del Petróleo, Universidad Nacional de Cuyo, Bartolomé Mitre 660, Mendoza.

Abramovich, Isaac, Rodríguez Peña 61, dep. 1, Córdoba.
Aceto, Emma E., Calle 20, n° 1863, Eva Perón.
Aguirre, Argentina A., 24 de Septiembre 1526, Córdoba.
Alabi, Enrique, Geól., Ovidio Lagos 388, Córdoba.

- Albertini, Juan Esteban, Calle 3, n° 1825, Eva Perón.
Alvarez, Elsa Fernández de, Dra., Cabrera 5465, Capital.
Antonietti, Carlos, Perito Moreno 2472, Godoy Cruz, Mendoza.
Apaza, J. Carlos, San José de Calasanz Córdoba.
Argañaraz, René, Geól., Vespucio, Y. P. F., Salta.
Argiel, Antonio Aresio A., Santa Fe 330, Paraná, Entre Ríos.
Arnolds, Alfonso, Dr. (No comunicó domicilio).
Azamor, Luis A., Geól., Venezuela 2311, Capital.
Barragán Guerra, Juan M., Entre Ríos 1681, Capital.
Belcastro, Humberto, Estación « José Hernández », F. C. N. Roca.
Beltrán Casas, Eva María, Geól., Félix Olmedo 93, Córdoba.
Bellofiore, Lucio, Diagonal 80, n° 428, Eva Perón.
Bentz, Alfredo, Dr., Am. Kleinen, Feide 12, Hannover, Alemania occidental.
Bergmann, Federico, Dr., Casilla de Correo 13, Esquel, Chubut.
Bertorello, Carlos H., Geól., San Juan 1324, Villa María, F. C. N. Mitre.
Bitar, Antonio, Ing., Vidal 2801, Capital.
Bones, Alfredo, 25 de Mayo 117, Trelew, Chubut.
Boggi, Héctor, San Martín 116, Morón, F. C. N. D. F. Sarmiento.
Bonoli Cipolletti, Felipe, Dr., Canning 2922, Capital.
Bonesatti, Jorge, Diagonal 79, n° 307, Eva Perón.
Bretón, Jorge M., Ing., Comisión Gravimétrica n° 30, Casilla de Correos n° 14
Río Gallegos, Santa Cruz.
Britos, José Pedro, Antonio del Viso (O) 732, Córdoba.
Caballero, Modesto A., Calle 56, n° 621, Eva Perón.
Cabeza, Julio Juan José, Dr., Segurola 1422, Vicente López, F. C. N. Mitre.
Caligari, Horacio Raúl, Agencia Rescate Minerales I. A. P. I., Tinogasta,
Catamarca.
Calmels, Augusto P., Calle 26, n° 1621, Eva Perón.
Candiani, Juan, Lantaro 402, Capital.
Cappannini, Dino A., Calle 13, n° 223, Eva Perón.
Cappelletti, Julio César, Av. Salvador María del Carril 4431, Capital.
Caraffi, Gustavo Pedro, Geól., Córdoba 1636 (Palermo Bajo), Córdoba.
Caride, Alejandro V., Charcas 1232, Capital.
Caro, José Alfredo, Geól., Cassafoussth 619, Córdoba.
Casabella, Ricardo L. A., Av. Mitre 880/888, Rafaela, Santa Fe.
Caserta, Nicolás, Ing. Industrial, Muñiz 210, Buenos Aires.
Castellanos, Alfredo, Dr., Alem 1626, Rosario.
Castellaro, Hildebranda Angela, Dra., Arroyo 917, Capital.
Cavallé, Casimiro C., Diag. 80, n° 1001, Eva Perón.
Cayo, Roberto Manuel, Dr., Joaquín V. González 572, dep. 3, Capital.
Cazaubón, Augusto Juan, Dr., 19 de Noviembre 75, piso 1° C, Haedo, F. C. N.
D. F. Sarmiento.
Cefaly, Walter, Hipólito Irigoyen 1974, dep. B, Capital.
Cicchietti, Mario Jorge, Juan Gualberto Godoy s/n., San José (Mendoza).
Coco, Alberto Luis, Dr., Salta 286, piso 2, Capital.
Conti, Luis, Arenales 1623, Capital.
Corte, Arturo, Dr., Agustín Alvarez 16, Mendoza.

- Costa, Felipe (No comunicó domicilio).
- Cuomo, Jorge Ricardo, Geol., Páez 2033, Capital.
- Chico, Raymundo J., Jerónimo L. de Cabrera 1870, Córdoba.
- Danieli, Celestino Aurelio, Geól., Catamarca 881, dep. 3, Tucumán.
- Dapas, Enrique, Geól., Azcuénaga 17, Godoy Cruz, Mendoza.
- Dardo, Carlos L., Duarte Quiros 1779, Córdoba.
- Davids, Néstor Carlos, Cabildo 65, Capital.
- De Casas G., Humberto, Dr., Tiburcio Benegas 1638, Mendoza.
- De la Mota, Roberto, Dr., Roque Sáenz Peña 289, Mendoza.
- De Simone, Hermán, Ing., Arcos 4734, Capital.
- Devito, Héctor Antonio, Dr., 25 de Mayo 1734, dep. A, Mendoza.
- Diez, José Donato, Calle 47, n° 308, Eva Perón.
- Di Bella, Humberto José, Arenales 1243, Bánfield, F. C. N. Roca.
- Di Lena, Juan Pablo, Geól., Rivadavia 1934, Capital.
- Domínguez, Oscar P., Geól., Cerviño 3101, Capital.
- Donoso López, Gustavo, Bolívar 404, Sucre, Bolivia.
- Dujmovich, Oscar A., Geól., Comercio 4483, Berisso, F. C. N. Roca.
- Duranti, Nello J. A., Topógrafo, San Eduardo 771, Capital.
- Elizalde, César Omar, Geól., José María Moreno 1074, piso 2, dep. 1, Capital.
- Erramouspe, Lorenzo S., Italia 47, piso 2, Lomas de Zamora, F. C. N. Roca.
- Etchart, Luis M., Geól., Calle 1, n° 1363, Eva Perón.
- Etchevehere, Pedro Héctor, Granaderos 186, Capital.
- Etchichury, María Clara, Ramón L. Falcón 2314, Capital.
- Evans Morgan, Eilir, Geól., 3 de Febrero 2390, Capital.
- Fabbian, Tiberio A., Geol., Núñez 1891, Capital.
- Factor Adolfo, Perú 215, Catamarca.
- Falco, Hugo Ernesto, Herrera 866, Capital.
- Fanelli, Roberto A. Serrano 2114, Capital.
- Fariás, Dominga, Geól., Ulapes, La Rioja.
- Fernández Lima, Juan Carlos, Dr., Piedras 1170, piso 2, dep. C, Capital.
- Figuroa, Marcelo, Dr., Calle 8, n° 1422, dep. A., Eva Perón.
- Flägel, Juan, Estación José Hernández, F. C. N. Roca.
- Flores Williams, Héctor, Ing. de Minas, Eleodoro Flores 2425, Ñuñoa, Santiago, Chile.
- Franklin, Alberto B., Dr., Av. Roque Sáenz Peña 567, piso 8, Capital.
- Freixas, Aída, Dra., 9 de Julio 615, Mendoza.
- Friz, Carlos Teodoro, Félix Frías 454, Córdoba.
- Galante, Oscar A., Calle 56, n° 621, Eva Perón.
- Galli, Juan T., Calle 6, n° 1318, Eva Perón.
- Galván Fariás, Elsa, Dra., Avellaneda 515, Bernal, F. C. N. Roca.
- García, José, San José 1964, Capital.
- García Castellanos, Telasco, Dr., Rivera Indarte 258, Córdoba.
- Gareca, Pablo G., Dr., Presidente Perón, 238, Chilceito, La Rioja.
- Gazzia, Adelina, Dra., 27 de Abril 412, Córdoba.
- Gibson, Russell, Roch Building-Harvard University, Cambridge, Mass., U. S. A.
- Giozza, Enrique Alejandro, Palermo 403, Villa Carril, San Juan.

- Giudice, María del Carmen, Prof., Lautaro 402, Capital.
González Amorín, R., Cabildo 65, Capital.
González Laguinge, Horacio R., Crámer 2005, Capital.
Gorelik, Pedro, Calle 46, n° 315, Eva Perón.
Gottlieb, Jaime, Dr., Calle 66, n° 1081, Eva Perón.
Granero Hernández, Antonio, Geól., Cabildo 65, Capital.
Grondona, Mario Francisco, Prof., Charcas 5156, Capital.
Grossi, Bartolomé Santiago, Fernández 561, Capital.
Guardo, Mario Luis, Ing. Civil e Hidrául., Paraguay 2988, dep. 1, Capital.
Gutiérrez, Samuel Osvaldo, Geól., Belgrano 1121, Córdoba.
Homan, Werter Edevelo E., Geól., Calle, 63, n° 672, Eva Perón.
Hornkohl, Herbert, Ing. de Minas, Casilla 561, Santiago, Chile.
Igarzábal, Antonio P., Recta Martinoli, Argüello, Córdoba.
Incarnato, Arístides A., Nicolás E. Videla 434, Capital.
Ingrassia, Valiente, Casilla de Correo 5300, Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Jimena, Antonio, Emilio Civit 558, San José, Guaymallén, Mendoza.
Johnston, Jr., W. D., Geól., U. S. Geological Survey, Washington 25,
D. C.
Jutoran, Abraham, Calle 34, n° 673, Eva Perón.
Kay, Marshall, Dr., Department of Geology Columbia University, New York
27, N. Y., U. S. A.
Klein, Mario, Sargento Cabral 851, piso 6°, dep. A, Capital.
Kraemer Bernhard, A. S. (No comunicó su dirección postal).
Kröger, Juan, Chacabuco 350, Córdoba.
Lagar, Jorge A., Laprida 1930, dep. A, Capital.
Lafleur, Mario Alberto, Av. J. F. Uriburu 1669, Capital.
Lapidus, Alberto, Dr., Loyola 623, Capital.
Legge, Thomas F., Prof., Nogoyá 553, Colegio Escocés « San Andrés », Oli-
vos, F. C. N. Mitre.
Lemir, Roberto Fortunato, Geól., Alvear 870, Jujuy.
Leonardi, Pedro A., R. Losada 290, Alta Gracia, Córdoba.
López, Carlos D., Duarte Quirós 1779, Córdoba.
López, Rubén Enrique, Montes de Oca 280, piso 2, dep. 6, Capital.
Losada, Oscar Alberto, Pueyrredón 179, Bahía Blanca, Prov. de Bs. Aires.
Mácola, Tulio, Geól., Buenos Aires 1033, Córdoba.
Magliola Mundet, H., Villa Gral. Belgrano, Calamuchita, Córdoba.
Malaspina, Gaspar J., Boedo 550, Lomas de Zamora, Pcia. de Buenos Aires.
Malberti, Jorge A., Dr., Mitre 680, San Juan.
Mariategui, Francisco José, M. Alvarez 1650, Olivos, F. C. N. Mitre.
Márquez, Marcelo, Geól., Lavalleja 2224, Córdoba.
Martín, Rodolfo, Ing. Civil Geofísico, Alsina 470, Morón, F. C. N. Sarmiento.
Martínez, Carlos Guillermo, Geól., Calle 35, n° 717, Eva Perón.
Melani, Nélica, Colón 285, Córdoba.
Méndez Alzola, Rodolfo, Dr., Juan Benito Blanco 675, Montevideo, R. Uru-
guay.
Menéndez, Carlos A., Sarandí 168, Capital.
Menéndez, Carlos I., Rodeo de la Cruz, Mendoza.

- Milán, José, « El Aguila », Jujuy.
Minoprio, José Daniel L., Dr., Patricias Mendocinas 771, Mendoza.
Miras, Héctor, Buenos Aires 151, Córdoba.
Mohler, P., Geól., 727 Hamilton, Building Wichita Falls, Texas, U. S. A.
Moore, Raymond C., Geól., The University of Kansas, State Geological Survey, Lawrence, Kansas, U. S. A.
Moreno, Gregorio E., Deán Funes 769, Córdoba.
Mosconi, Alberto Horacio, Geól., Avellaneda 2158, Córdoba.
Moyano Gacitúa, Rodolfo, Juncal 2213, Capital.
Muñoz Cristi, Jorge, Ing. de Minas, Av. Pedro de Valdivia 3545, Santiago, Chile.
Muset, Jorge, Calle 55, n° 865, Eva Perón.
Navarro Aranguren, Hernán, Cabildo 65, Capital.
Nóbile, Félix Juan B., Laprida 2098, Florida, F. C. N. Mitre.
Oesterheld, Héctor Germán, Geól., Luis María Campos 96, piso 2, Capital.
Ocampo, Rafael J., Geól., Rondeau 352, Córdoba.
Olazábal, Justo, Diagonal 80, n° 771, Eva Perón.
Olsen, Hugo, Cornelio Saavedra 4027, Villa Adelina, F. C. N. G. Belgrano.
Orlandini, Luis Francisco, Bartolomé Mitre 2220, Capital.
Ortega Furloti, Armando, Geól., San Martín 1449, Luján de Cuyo (Mendoza).
Outon, Enrique A., Montañeses 1891, piso 1, dep. E, Capital.
Pagés, César S., Dr., Obligado 3361, dep. C, Capital.
Palacio, Andrés E. (No comunicó domicilio).
Palomba, María Matilde, Calle 2, n° 1128, Eva Perón.
Parel, Clovis A. M., Esparza 12, piso 3, dep. 7, Capital.
Parera, Carlos A., Av. Patria 1062, Córdoba.
Pascual, José, Geól., General Martín de Gainza 441, Capital.
Paschetta, Anita Natalia, Geól., Sobremonte 458, Río Cuarto, Córdoba.
Pasotti, Pierina, Dra., 9 de Julio 1285, Rosario, Santa Fe.
Pedrazzi, Rodolfo B., Saravia 206, Córdoba.
Peirano, Mario Félix, Dr., Calle 45, n° 495, planta baja, dep. B, Eva Perón.
Péndola, Héctor J., San Nicolás 83, Capital.
Pérez Ares, Esther., Caseros 680, Córdoba.
Perazzo, Juan Carlos, Geól., Humberto I° 3369, Capital.
Pérez Ghiglia, Alfonso, Geól., Bartolomé Mitre 3450, dep. 9-B, Capital.
Perinetti, José, Dr., Y. P. F., Plaza Huincul, Neuquén.
Pincolini, Carlos Eduardo, Geól., Guardia Vieja s/n., Vistalba (Mendoza).
Pinto, Amado, Geól., San Marcos, Sierras de Córdoba.
Poretti, Osvaldo M., 9 de Julio 37, Córdoba.
Porro, Néstor, Uriarte 2330, P. B, Capital.
Porto, Juan Carlos, Patricias Argentinas 339, Jujuy.
Pralavorio, Inés María, Geól., Pueyrredón 82, San Francisco, Córdoba.
Primo, Leandro, Dr., Monte Maíz, F. C. N. Gral. B. Mitre, Córdoba.
Quarleri, Paulina, Dra., Villegas 47, Remedios de Escalada, F. C. N. Roca.
Quartino, Bernabé J., Dr., Olazábal 1373, Ituzaingó, Prov. de Bs. Aires.
Quintana, Félix Victor, Diagonal 80, n° 428, Eva Perón.
Quiroga, Pedro Julio, Buenos Aires 860, Chilavert, F. C. N. Gral. B. Mitre.

- Raso, Manuel, Diagonal 80, n° 428, Eva Perón.
Ré, Neldo Omar, Cabildo 65, Capital.
Reartes, Livio, Geól., Gerónimo Cortez (E) 238, Córdoba.
Reyes, Félix Celso, Sanandita, Y. P. F. B. Bolivia.
Ricci, Carlos A., Colombres 806, Córdoba.
Riggi, Juan Carlos, Rivadavia 2516, piso 7, dep. 31, Capital.
Rius, Jorge Clemente, Perú 562, Capital.
Rivas, Santiago, Homero 19, Capital.
Rivera, José Antonio, Caraffa 1384, Córdoba.
Roellig, Federico R., Calle 44, n° 527, Eva Perón.
Romani, Remo R., El Rastreador 347, Capital.
Roqué, Marcelo Enrique, Geól., Ovidio Lagos 382, Córdoba.
Roll, Artur, Dr., Saarbrueckenerstrasse 20, Hannover, Kirchrodf, Alemania occidental.
Rossi, del Cerro, Elsa de las Mercedes, Las Heras 2184, Capital.
Saez, Manuel Pedro, « La Mamita », Argüello, Córdoba.
Salso, Jorge Héctor, Geól., Paseo Colón 751, piso 5, Capital.
Serra Font, Lidia, Avellaneda 25, Mendoza.
Siragusa, Alfredo, Dr., Páez 2993, Capital.
Soldani, Donato D., Geól., Donato Alvarez 1748, Capital.
Somaruga, Juan B., Giribone 3074, dep. A, Capital.
Soto, Adrián, Cangallo 2630, Capital.
Stegmann, Adolfo, Güemes 3757, piso 3, dep. A, Capital.
Suárez, Mario T., Balcarce 999, San Luis.
Sumay, Vella del Carmen, Av. Vélez Sársfield 771, Córdoba.
Tabacchi, Martín H., Geól., Cabildo 65, Capital.
Taylor, E. F., Geól., 1000 Continental Building Dallas Texas, U. S. A.
Terrero, Juan Manuel, Las Heras 2107, piso 1, Capital.
Testori, Francisco Mario, Geól., Pelagio B. Luna 649, La Rioja.
Torres, Horacio A., Cangallo 1219, piso 6, Capital.
Turner, Juan Carlos, Dr., Arroyo 1015, Capital.
Ugarte, Félix R. E., Calle 520, Abasto 206 y 207, F. C. N. Gral. Roca.
Valdez, Raúl Jorge, Mate de Luna 684, Catamarca.
Vanoni, Ricardo Julio, Tinogasta 2502, dep. 8, Capital.
Vázquez, Juan, Geól., Entre Ríos 3760, Córdoba.
Vera, David, Aguaray, Salta.
Vergnolle, Juan Carlos A., Arenales 2481, piso 1, dep. D, Capital.
Vicente, Omar M., Com. Sismogr., n° 23, Y. P. F., C. C. n° 68, Sarmiento.
Comodoro Rivadavia.
Weber, Elsa Irene, Rivadavia 2368, dep. 21, Capital.
Xicoy, Alfredo N., Dr., Av. Roque Sáenz Peña 1190, piso 6, Capital.
Zapata, Mario Pedro, Dr., Agüero 1916, Capital.
Zardini, Aleardo H. A., Billinghamurst 97, piso 1°, dep. E, Capital.
Zubieta, Gerardo J., Junín 119, piso 4, dep. H, Capital.
Zuccolillo, Ubaldo José, Geól., Diagonal 80, n° 829, Eva Perón.

INDICE ALFABETICO DEL TOMO VII

ARNOLDS, A., Aspectos generales de la geología y geomorfología del Distrito Sierra Grande (territorio de Río Negro).....	131
BORRELLO, A., Profesor Doctor Juan Keidel. Homenaje en su septuagésimo quinto aniversario.....	145
CASTELLANOS, A., Sedimentos con restos de moluscos del Belgranense y del Interensenadense de las márgenes de los ríos Paraná y Carcarañá en la provincia de Santa Fe	228
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS.....	76, 143, 207, 264
FRENGUELLI, J., <i>Haplostigma furquei</i> n. sp. del Devónico de la Precordillera de San Juan.....	5
FRENGUELLI, J., Un alga fósil en el paleozoico inferior de la sierra de Tontal (San Juan).....	125
GIÓVINE, A. T. J., Sobre una nueva especie de Crioceras.....	71
GONZÁLEZ BONORINO, F., Los supuestos depósitos de caolín de la falda occidental del cordón Ambato (Catamarca).....	157
HARRINGTON, H. J. Y LEANZA, A. F., La clasificación de los <i>Olenidae</i> y de los <i>Ceratopygidae</i> (Trilobita)	190
HARRINGTON, H. J. Y LEANZA, A. F., El aparato apical de <i>Spirifer striatus</i> , <i>S. crassus</i> y <i>S. duplicicostus</i> del Carbónico de Gran Bretaña.....	209
HEIM, A., Estudios Tectónicos en la Precordillera de San Juan. Los ríos San Juan, Jachal y Huaco.....	11
HERRERO DUCLOUX, A. E YRIGOYEN, M., Observaciones geológicas en la zona del cerro Papal, provincia de Mendoza.....	81
MOVIMIENTO SOCIAL.....	266
NÓMINA DE LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA.....	268
NOTICIAS.....	77
RÜEGG, W., Rasgos geológicos y geomorfológicos de la depresión del Ucayali y Amazonas superior.....	106
TERUGGI, M., El origen de los granitos.....	233
VILELA, C. R., Acerca de la presencia de sedimentos lacustres en el Valle Calchaquí	219

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA : *Presidente* : DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO ; *Vice-Presidente* : DR. MARIO TERUGGI ; *Secretario* : DR. ALBERTO T. J. GIOVINE ; *Tesorero* : DR. EDUARDO METHOL ; *Vocales titulares* : DR. AMÍLCAR HERRERA, DR. GUILLERMO FURQUE Y DR. JULIÁN A. FERNÁNDEZ ; *Vocales suplentes* : DR. HORACIO V. RIMOLDI, DR. CARLOS GENTILE Y DR. HÉCTOR ORLANDO.

SUBCOMISION DE LA REVISTA : DR. ARMANDO F. LEANZA, DR. HORACIO V. RIMOLDI Y DR. HORACIO H. CAMACHO.

REGLAMENTACION DE LA REVISTA

La publicación de la *Revista de la Asociación Geológica Argentina* se regirá por las siguientes normas :

a) La Revista está principalmente destinada a difundir la labor científica de los miembros de la Asociación Geológica Argentina.

b) Ella se publicará trimestralmente, componiéndose un volumen por año.

c) Las contribuciones que en ella se publiquen deberán referirse a las Ciencias Geológicas, debiendo ser preferentemente relacionadas con la República Argentina, representando una reseña general del tema tratado o una síntesis puesta al día, sobre un tema de interés general.

d) Constará de cuatro (4) pliegos como mínimo, pudiendo la Comisión Directiva fijar en cada caso, el número de pliegos que compondrá cada entrega.

e) Todos los trabajos presentados serán considerados por la Comisión Directiva. Esta designará en su primera reunión una subcomisión compuesta por tres de sus miembros, para dictaminar sobre la calidad de los trabajos y cuyo dictamen, presentado oportunamente, será puesto en conocimiento de la Comisión Directiva, la que procederá a aceptar o rechazar los trabajos.

f) Los investigadores ajenos a la Asociación Geológica Argentina podrán publicar en la Revista siempre que así lo soliciten a la misma, la cual resolverá la impresión de sus trabajos, previo informe de la subcomisión correspondiente, de acuerdo a lo establecido en el inciso e).

g) Los trabajos a publicarse deberán ser inéditos. No será aceptado ningún trabajo consistente en simples descripciones de objetos ; para que cumplan con su finalidad científica, ellos deberán ser acompañadas con las conclusiones e interpretación correspondiente.

h) Al editarse los trabajos deberán llevar la fecha de su entrega a la Asociación y la fecha correspondiente al día en que se pongan en circulación.

i) Es imprescindible que todos los trabajos estén precedidos de un breve resumen.

j) Es deseable que todos los trabajos lleven un resumen en idioma inglés, francés o alemán.

k) Las ilustraciones han de limitarse estrictamente al objeto del trabajo, evitando los detalles superfluos. Su tamaño deberá reducirse todo lo posible.

l) Como regla general, todas las ilustraciones deberán intercalarse en el texto.

m) Las láminas fuera del texto no pueden ser material ilustrativo corriente, sino de excepción. La Asociación admitirá como máximo, una lámina fuera del texto por cada diez (10) páginas o fracción mayor de cinco (5) páginas de composición. En caso de que el número de láminas exceda esta proporción, el costo de las mismas correrá por cuenta del autor.

n) Las ilustraciones que excedan, por su tamaño, la caja de la Revista, serán costeadas por el autor.

ñ) Todos los originales, sean ellos del texto como de las láminas, quedarán como propiedad de la Asociación y serán oportunamente archivados, exceptuando las ilustraciones que hayan sido costeadas por el autor.

o) Los autores podrán solicitar cincuenta (50) tiradas aparte de sus trabajos, debiendo requerirlas al enviar el original. Los autores deberán costear la mitad de los gastos que demande esa impresión. En caso que los autores fueran más de uno, este número de tiradas aparte se distribuirá proporcionalmente entre ellos. Los autores podrán pedir un número mayor de separados, corriendo los gastos por su cuenta.

p) Las partes descriptivas de los distintos trabajos (descripciones petrográficas, paleontológicas y de perfiles geológicos) serán compuestas con un tipo más pequeño y con interlíneas más reducidas que el normal.

q) La Comisión Directiva procederá a fijar en cada caso y de acuerdo con las necesidades, el tiraje de la Revista. Asimismo fijará el número de ejemplares que serán destinados al canje.

r) La Comisión Directiva fijará el precio de venta de la Revista.

s) Todos los miembros de la Asociación, de cualquier categoría que ellos sean, recibirán la Revista sin cargo.

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

ITUZAINGÓ 1060, Buenos Aires (Rep. Argentina)

