

Asociación Geológica Argentina

- MARCHESE, H. G. y E. DI PAOLA, 1975. *Miogeosinclinal Tandil*. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, XXX (2): 161-179, Buenos Aires.
- MASTANDREA, O., H. A. LEANZA, C. A. HUGO y C. J. OBLITAS, 1982. *Prospección de fosfatos sedimentarios en la República Argentina*. Vº Congr. Latinoam. Geol., Actas, 3: 159-176, Buenos Aires.
- Mc KELVEY, V., 1964. *Successful new techniques in prospecting for Phosphates Deposits*. *Sci. Develop. y Techn. U.S.A. Pap.*, II: 163-172.
- NOTHOLT, A., 1967. *Phosphate exploration techniques*. *Ec. Com. ECAFE Sem.*, 1-20, Bangkok.
- , 1979. *Proterozoic and Cambrian phosphorites in Europe*. En: P. J. COOK y J. H. SHERGOLD (Eds.): *Proterozoic and Cambrian phosphorites*. Proj. 156, UNESCO-IGCP, Canberra.
- PETTIJOHN, F. J., 1964. *Rocas sedimentarias*. Ed. EUDEBA, 731 pp., Buenos Aires.
- PRICHARD, P. W. y P. J. COOK, 1965. *Phosphate deposits of the northern territory*. En: *Geology of Australian ore Deposits*. *Austr. Inst. Min., Metal.*, 1: 219-228, Melbourne.
- REINECK, H. E. y I. B. SINGH, 1975. *Depositional sedimentary environments. With reference to terrigenous clastics*. Springer Ed. New York.
- RIGGS, S., 1979. *Phosphorite sedimentation in Florida. A model phosphogenic system*. *Econ. Geol.*, 74: 285-314.
- SHAW, A. B., 1964. *Time in Stratigraphy*. Ed. Mc Graw Hill, New York.
- SHELDON, R. P., 1980. *Episodicity of phosphate deposition and deep ocean circulation. A hypothesis*. *SEPM Sp. Publ.* Nº 29: 239-247.
- , 1981. *Ancient marine phosphorites*. *Ann. Rev. Earth Planet. Scil.*, 9: 251-284.
- SLANSKY, M., 1979. *West African Infracambrian Phosphorites*. En: P. J. COOK y J. H. SHERGOLD (Eds.): *Proterozoic and Cambrian phosphorites*. Proj. 156, UNESCO-IGCP, Canberra.
- , 1980. *Géologie des phosphates sédimentaires*. *Mem. BRGM* Nº 114: 1-92, Orleans.
- SPALLETTI, L. A. y A. DEL VALLE, 1983. *Las diaminitas del sector oriental de Tandilia: Caracteres sedimentológicos y origen*. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, XXXIX (3-4): 188-206, Buenos Aires.
- TERUGGI, M. E. y KILMURRAY, 1975. *Tandilia*. VIº Congr. Geol. Arg., 55-77, Bahía Blanca.
- y —, 1980. *Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires*. En: *Geología Regional Argentina*. *Acad. Nac. Cienc.*, II: 919-965, Córdoba.
- WANG CHUNG WU, 1979. *The conditions of formation of the Lower Cambrian Phosphorites and the regularities of their distribution, Yunan province, China*. En: P. J. COOK y J. H. SHERGOLD (Eds.): *Proterozoic and Cambrian Phosphorites*. Proj. 156, UNESCO-IGCP, Canberra.
- WELLS, A. T., D. J. FORMAN L. C. RANFORD y P. J. COOK, 1979. *The geology of the Amadeus Basin: Australia*. *Bur. Min. Resourc., Geol., Geophys. Bull.*, 100: 221 pp.
- YANSHIN, A. L., 1979. *Upper Precambrian and Lower Paleozoic phosphate deposits in the USSR and the Mongolian People's Republic*. En: P. J. COOK y U. H. SHERGOLD (Eds.): *Proterozoic-Cambrian Phosphorites*. Proj. 156, UNESCO-IGCP, Canberra.
- ZALBA, P. E., 1981. *Nuevo nivel de arcillitas sobre las calizas de Barker, provincia de Buenos Aires*. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, XXXVI (1): 99-102, Buenos Aires.

Recibido: 11 de mayo, 1986

Aceptado: 18 de diciembre, 1987

HECTOR A. LEANZA

Secretaría de Minería
Av. Santa Fe 1548
1060 Buenos Aires
Argentina
CONICET

CARLOS A. HUGO

Secretaría de Minería
Av. Santa Fe 1548
1060 Buenos Aires
Argentina

ESTUDIO MINERALOGICO Y CARACTERISTICAS DE LAS INCLUSIONES FLUIDAS DEL TOPACIO DE TANTI

Graciela R. Mas y Hebe R. Peral

RESUMEN

Se realizó el estudio mineralógico del topacio de Tanti, Córdoba, determinándose sus características ópticas, composición química, análisis difraccionómico y de infrarrojo, entre otros.

Se estudiaron además las inclusiones fluidas presentes, analizándose el número y tipo de fases, cambios de fase por fusión y homogeneización, temperatura y presión de entrapamiento y la relación existente entre la proporción F/OH y las condiciones de formación.

ABSTRACT

The mineralogical properties of the topaz from the Tanti pegmatite, Córdoba, have been studied by means of petrographic microscopy, X ray diffractometry, infrared spectroscopy, chemical analyses, etc.

There have been studies also the fluid inclusions present in the mineral, the number and kind of phases, the filling temperature and pressure and the relationship between F/OH and the physical-chemical conditions of crystallization.

INTRODUCCION

El topacio, $Al_2(SiO_4)(F,OH)_2$, ha sido mencionado por diversos autores como un indicador sensible de las condiciones físico-químicas de formación. Factores tales como temperatura, presión y saturación en sílice se reflejan especialmente en la relación entre los aniones monovalentes (F/OH), siendo en consecuencia esta relación uno de los parámetros propuestos para el estudio de este mineral.

En el presente trabajo se estudiaron cristales de topacio, de muy buen desarrollo, de una pegmatita ubicada a aproximadamente 9 km al noreste de la localidad de Tanti, en el departamento de Punilla, provincia de Córdoba (véase figura 2).

Estos cristales fueron analizados por difracción de rayos X, espectroscopía de infrarrojo, espectroscopía fotoelectrónica de rayos X, análisis químico, microscopía óptica y termometría de inclusiones fluidas, con el fin de determinar:

- las características ópticas y estructurales del mineral;
- la relación (F/OH) a base de las variaciones en las distintas propiedades ópticas y estructurales.
- las características de las inclusiones fluidas, fases presentes, temperatura y modo de homogeneización, composición del fluido, etc.; y
- analizar la aplicación de la relación F/OH y de la temperatura de homogeneización de las inclusiones en la evaluación de las condiciones de formación del mineral.

El topacio de la provincia de Córdoba ha sido citado por distintos autores, Bodenbender (1889, 1905), Olsacher (1938), Villagra (1948), Sureda (1970) y otros, (en Gay y Lira, 1984). Las características geológicas, mineralógicas y paragenéticas de la pegmatita portadora del topacio han sido estudiadas por estos últimos autores en el citado trabajo, mencionando que dicho mineral, asociado a cleavelandita, moscovita, cuarzo y fluorita, se encuentra en un cuerpo de reemplazo de grano grueso en la zona intermedia de una pegmatita globular zonada de

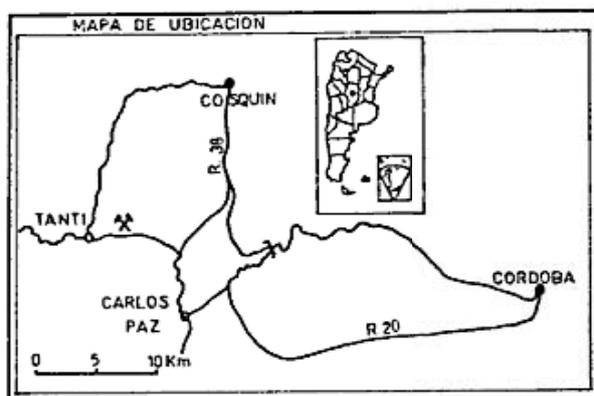


Figura 1.— Mapa de ubicación

mineralogía simple, emplazada en granito porfírico.

PROPIEDADES OPTICAS

En secciones delgadas este mineral es incoloro y presenta clivaje muy perfecto. La extinción en general es recta pero en ciertos sectores se hace levemente oblicua, alcanzando valores de hasta 2° .

La existencia de anomalías ópticas en el topacio fue mencionada por primera vez por Rinne (1926, en Ribbe, 1982) quien definió este fenómeno como una "textura sectorial", determinando que el ángulo $2V$, la dirección de la bisectriz aguda y la orientación del plano óptico, varían de sector en sector, todos los cuales tienen idénticas orientaciones cristalográficas.

Posteriormente Akizuki et al. (1979), en su estudio sobre topacios anómalos, propone que los distintos sectores se diferencian fundamentalmente por el ordenamiento (F, OH), ya que no encuentra diferencias medibles en el contenido en F, o en las orientaciones cristalográficas entre los distintos sectores, ni consigue distinguir límites entre sectores mediante el uso de microscopio electrónico de transmisión. Este diferente ordenamiento sería el responsable de las diferencias en simetría que puede presentar el topacio según los distintos planos de crecimiento, variando desde rómbico a triclínico con el incremento del ordenamiento (F, OH).

En las secciones delgadas del topacio de Tanti fue posible observar, además de las citadas variaciones en el ángulo de extinción, la existencia de sectores con extinción no homogénea con bordes difusos entre sí. Esto se debe posiblemente a la presencia de topacio "anómalo", pero no fue posible la determinación de índices de refracción o ángulos $2V$ individualmente en cada zona.

Los índices de refracción determinados en este mineral fueron los siguientes:

$$\begin{aligned} n_\alpha &= 1,615 \pm 0,005 \\ n_\beta &= 1,619 \pm 0,005 \\ n_\gamma &= 1,625 \pm 0,005 \end{aligned}$$

el ángulo $2V$ determinado por platina universal es de 61° .

Se determinó además la presencia de moscovita y/o pirofilita en finas venillas.

COMPOSICION QUIMICA

El análisis químico realizado sobre una muestra muy pura presenta pocas diferencias con los análisis publicados por Deer et al. (1962).

Las diferencias mayores se observan en el contenido en F^- y $(OH)^-$ ya que, como se mencionara, este mineral admite cierto grado de sustitución entre ambos iones.

El análisis de flúor fue realizado mediante el uso de un electrodo específico según la técnica propuesta por Kesler et al. (1973), modificada.

La presencia de elementos menores y trazas fue investigada por análisis espectral comprobándose la presencia de muy escasa cantidad de Ca, Mg y Li. Estos elementos podrían formar parte de las muy pequeñas inclusiones sólidas que se observan microscópicamente. En el cuadro I se indican los resultados del análisis químico efectuado.

Cuadro I

	Topacio Tanti	Deer et al.
SiO ₂	31,10	31,94
Al ₂ O ₃	55,86	55,80
TiO ₂	n.d	0,01
Fe ₂ O ₃	0,34	0,32
FeO	n.d	0,07
MgO	0,13	0,07
CaO	0,25	0,13
F	19,57	17,24
H ₂ O +	1,06	1,57
H ₂ O-	0,05	0,03
	108,36	107,18
0 ≡	8,24	7,27
	100,12	99,91

Anal.: H. Peral

ESPECTROSCOPIA FOTOELECTRONICA DE RAYOS X

Con el fin de comprobar la composición se realizó también un estudio por E.S.C.A. (Espectroscopía fotoelectrónica de rayos X). El análisis, que se efectuó con un equipo Physical Electronics Perkin Elmer PHI 558 con ánodo de Mg, permitió verificar la presencia exclusiva de los elementos constituyentes y de las impurezas ya mencionadas.

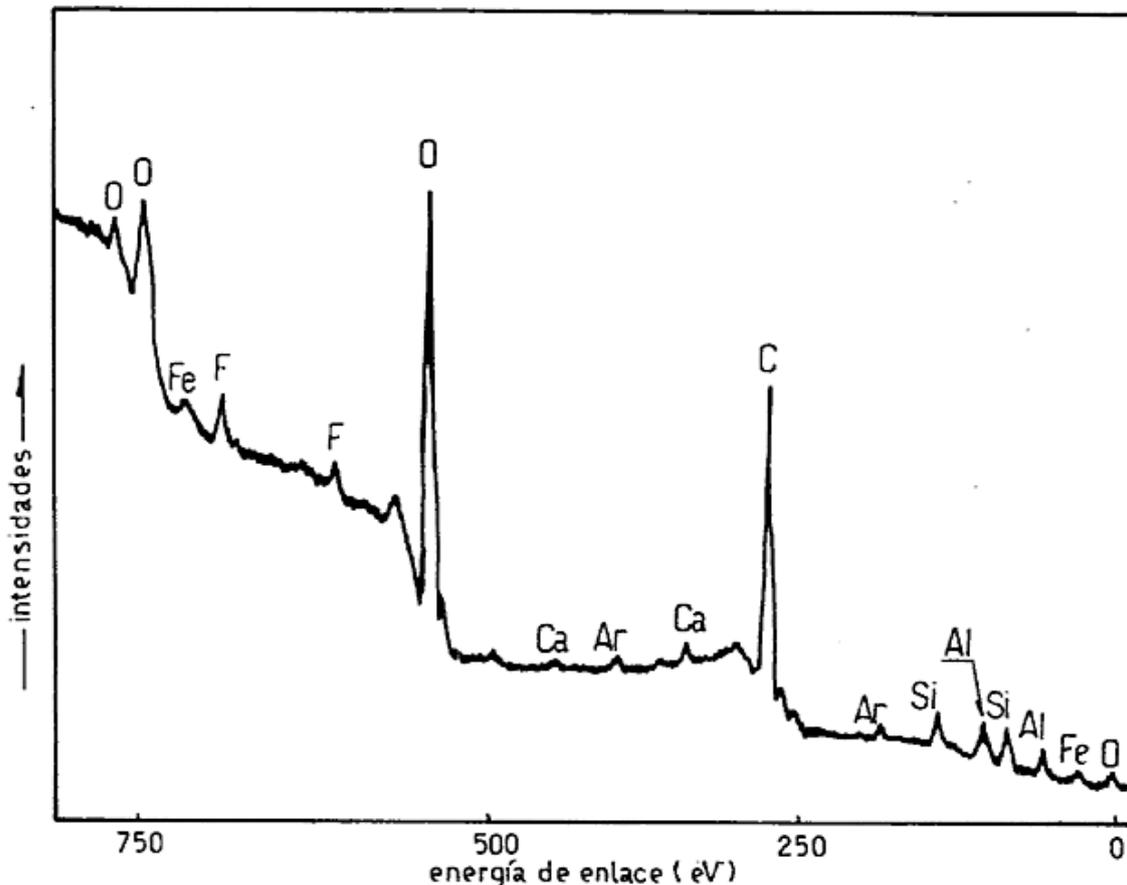


Figura 2.— Espectroscopía fotoelectrónica de rayos X.

En la figura 2 se puede observar el espectro obtenido, con las líneas correspondientes a Si, O, Al, F, Ca y Mg. Las líneas de C y O están prácticamente siempre presentes en los espectros de E.S.C.A., y el Ar proviene del bombardeo previo al que fue sometida la muestra para eliminar la capa superficial más contaminada en carbono. Durante el bombardeo con Ar el topacio adquirió un tono pardo amarillento que persistió aún después de haber cesado la radiación. Estas coloraciones se deben a disturbios estructurales.

ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO

El espectro de infrarrojo se realizó en un espectrómetro Perkin Elmer utilizando pastilla de KBr según la técnica convencional, en el rango de 4.000 a 400 cm^{-1} .

En la figura 3 se muestra el espectro obtenido junto con los publicados por Gervais, Piriou y Servin (1973) realizados con luz

polarizada con el vector E orientado según las tres direcciones cristalográficas E//c, E//b, E//a, en el rango de $280 - 1.100\text{ cm}^{-1}$.

Brunel y Vieme reconocen en este sector de los espectros del topacio, vibraciones ν_3 de SiO_4 entre $9\text{ m}\mu$ y $12\text{ m}\mu$ y vibraciones ν_4 de SiO_4 entre 22 y $23\text{ m}\mu$, atribuyendo la reflexión más débil en $8,56\text{ m}\mu$ a vibraciones de combinación o armónicas.

En el rango entre $2,5$ y $4,0\text{ m}\mu$ se pueden analizar las bandas de estiramientos del (OH). El espectro del mineral de Tanti se compara aquí con los obtenidos por Rosenberg (1972) para dos topacios sintéticos de composiciones equivalentes a los extremos fluorotopacio e hidroxitopacio. Se puede observar la estrecha semejanza que existe entre las bandas del topacio natural con las de fluorotopacio sintético, en el que las bandas de estiramiento del oxhidrilo son bien agudas. El ensanchamiento que presenta dicha banda en el topacio hidroxilado sugeriría, según Rosenberg (*op. cit.*), la presencia de un

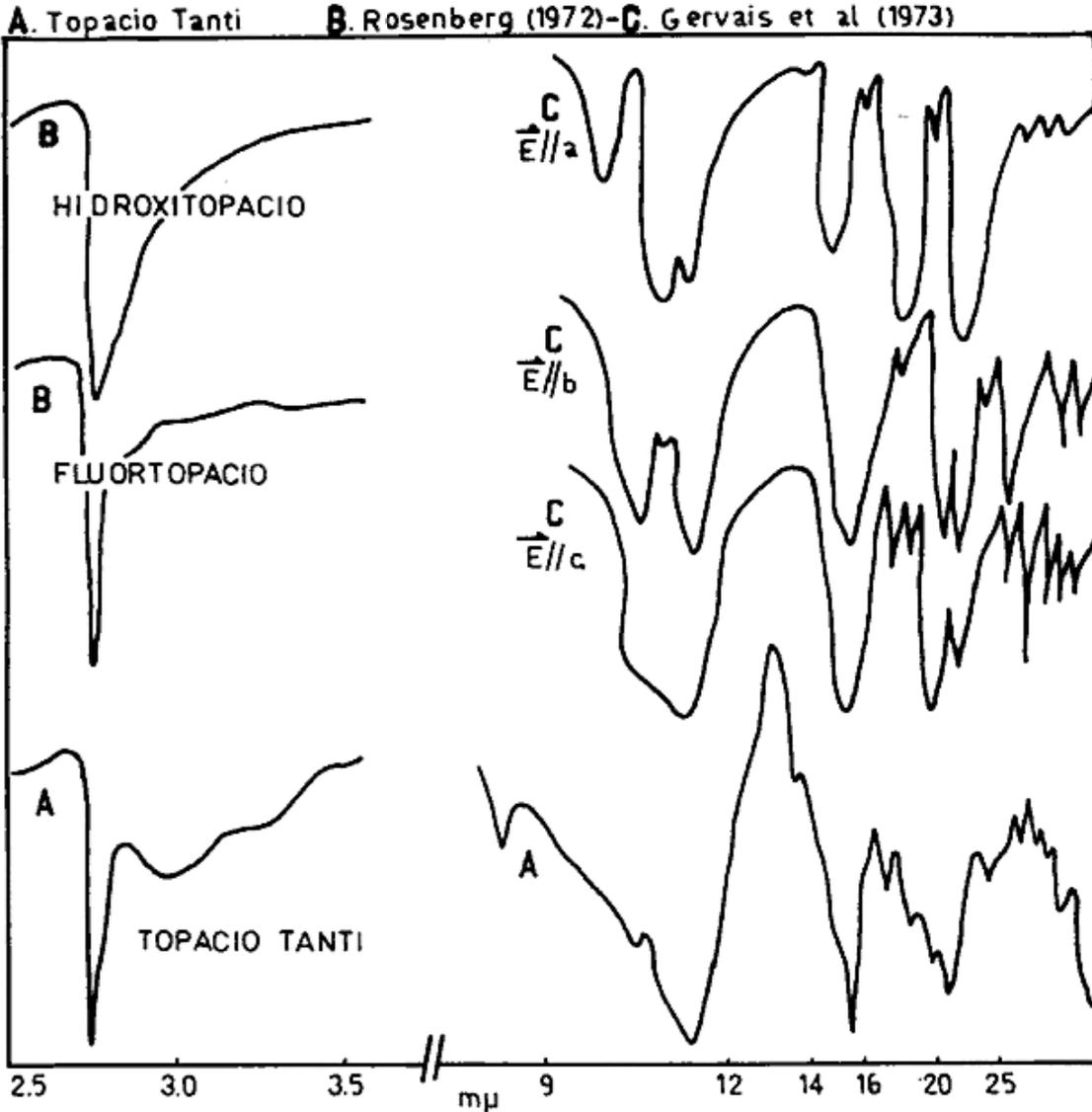


Figura 3.— Espectro infrarrojo.

pico doble no resuelto, producto de la sustitución de (OH)⁻ por F⁻ en dos sitios estructurales distintos.

DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X

Los difractogramas de rayos X del topacio fueron obtenidos con un difractómetro Rigaku Denki, operado bajo las siguientes condiciones de trabajo: Anticátodo de Cu (K α); filtro: Ni; 35 Kv; 12 mA; ranuras: 1°-0,2 mm - 1°; velocidad de barrido 2°/min y 1/2°; multiplicador: x1; factor de escala: x16; constante de tiempo: 2 seg; velocidad de carta: 20 mm/min.

En el cuadro II se comparan los valores de distancias interplanares d (Å) leídos en los difractogramas, y las intensidades relativas correspondientes, con los de la ficha J.C.P.D.S. N° 12-765 de este mineral. Asimismo se exponen también los valores de "d" calculados a partir de las constantes de celda unidad ajustada por el método de los mínimos cuadrados, mediante el uso de la computadora Digital Vax 11/780 del Centro de Cómputos del Departamento de Matemáticas de la U.N.S.

Estas constantes fueron ajustadas utilizando las 46 reflexiones netas leídas en el difractograma y también utilizando las 8 reflexiones propuestas por Barton (1982) para el ajuste de la celda del topacio.

Asociación Geológica Argentina

En el cuadro III se exponen los resultados obtenidos en cada caso junto con el volumen de la celda, la densidad teórica calculada y la desviación estandar, y los resultados obtenidos se comparan con la ficha J.C.P.D.S. N° 12-765 y con las publicados por Ribbe y Gibbs (1971) en

Cuadro II					
Topacio	J.C.P.D.S.	N° 12-765	TopacioTANTI		
d (Å)	hkl	1/I _o	d(Å) leído	1/I _o	d (Å) calculado
4,40	020	6	4,40	8	4,397
4,19	002	4	4,191	18	4,194
4,11	110	12	4,107	15	4,110
3,90	021	6	3,89	10	3,894
3,69	111	60	3,694	70	3,690
3,20	120	65	3,199	90	3,194
3,04	022	35	3,035	50	3,035
2,986	121	25	2,985	30	2,985
2,927	112	100	2,935	100	2,935
2,4804	130	20	2,478	20	2,479
2,3966	103	10	2,399	15	2,396
2,3783	131	25	2,378	15	2,378
2,3609	023	45	2,359	75	2,359
2,3247	200	8	2,328	3	2,324
2,3130	113	10	2,310	12	2,312
2,2470	210	6	2,247	6	2,297
2,1989	040	10	2,199	13	2,198
2,1711	211	12	2,171	13	2,171
2,1269	091	8	2,126	12	2,127
2,1019	123	45	2,104	55	2,104
2,0555	220	25	2,054	40	2,055
1,9872	140	8	1,989	15	1,987
1,9816	212	10	1,982		1,981
1,9470	042	4	1,948	3	1,947
1,9340	141	6	1,933	10	1,934
1,8691	114	25	1,868*	30	1,868
1,8553	113	25	1,855*	30	1,855
1,8212	230	12	1,821	10	1,821
1,7969	142	8	1,797	7	1,796
1,7796	231	6	1,780	7	1,780
1,5706	232	25	1,671*	25	1,671
1,656	223	8	1,656	10	1,656
1,6203	143	12	1,619*	20	1,620
1,6014	134	2	1,601	3	1,601
1,5979	240	4	1,598	10	1,597
1,5791	105	2	1,579	8	1,578
1,5684	291	4	1,567	8	1,578
	025				
1,5573	204	2			
1,5544	115	2	1,553	3	1,553
	214		1,533		1,533
	233		1,526		1,526
	044		1,518		1,517
	125		1,485		1,485
	320		1,462*	15	1,461
	153		1,418*	35	1,418
	006		1,398*	95	1,398
	303		1,355*	25	1,355

* Reflexiones propuestas por Barton (1982) para el cálculo de la celda unidad.

Cuadro III				
	Topacio Tanti (46 reflexiones)	Topacio Tanti (8 reflexiones)	Topacio J.C.P.D.S. Nº 12-765	Topacio Ribbe y Gibbs (1971)
a_0	4,649	4,649	4,649	4,6499
b_0	8,793	8,794	8,792	8,7968
c_0	8,387	8,386	8,394	8,3909
σ	0,00633	0,00045	--	--
$V (\text{Å})^3$	342,849	342,847	343,096	343,22
Dens.calc.	3,561	3,561	3,558	--

su trabajo sobre la estructura del topacio y su relación con propiedades físicas del mismo.

La densidad real del mineral fue medida por el método del picnómetro, determinándose un valor de 3,543.

RELACIONES F/OH

La influencia de la sustitución de (OH) por F sobre las propiedades ópticas y estructurales del topacio son conocidas desde hace mucho tiempo (Penfield y Minor, 1894). Deer, Howie y Zussman (1962), y Tröger (1950, en Bambauei *et al.*, 1979) proponen curvas que relacionan los índices de refracción, ángulo óptico axial ($2V$) y densidad, con la sustitución de (OH) por F expresada según la relación porcentual molecular (OH)/(OH+F) y F/(OH+F) respectivamente.

En el cuadro IV se expresan los resultados que surgen de aplicar en estas curvas los valores de índices, densidad y ángulo $2V$ medidos en el topacio de Tanti y los porcentajes de F calculados asumiendo un máximo teórico de aniones monovalentes de 20,7 % (Deer *et al.*, *op. cit.*).

Posteriormente Ribbe y Rosenberg (1971) establecen que el porcentaje molecular de OH

es una variable independiente poco apta y proponen reemplazarlo por la proporción de flúor, vs. índices de refracción, ángulo axial óptico, parámetro b_0 , volumen de celda unidad y diferencia Δ_{120} (diferencia entre el ángulo 2θ de la reflexión 120 del topacio y la 200 del ClNa). Finalmente Carman (1982) recalcula las ecuaciones propuestas por estos autores ajustando los coeficientes de regresión.

En el cuadro V se muestran los porcentajes de fluor determinados en el topacio de Tanti aplicando las ecuaciones y gráficos citados.

Comparando los distintos métodos indirectos con las determinaciones realizadas con electrodos de referencia, se puede comprobar que los más exactos son aquellos basados en la variación de los índices de refracción, tanto según las ecuaciones de Carman (*op. cit.*) como con los gráficos de Ribbe y Rosenberg (*op. cit.*) expuestos en el último cuadro.

TERMOMETRIA DE LAS INCLUSIONES FLUIDAS

El topacio de la pegmatita de Tanti presenta gran abundancia de inclusiones fluidas, siendo las mismas, en su mayoría, trifásicas o

Cuadro IV				
	F/OH+F (s/curvas de Tröger)	% F	OH/OH+F (s/curvas de Deer <i>et al.</i>)	% F
n_α	87,5	18,1	12,0	18,2
n_β	85,5	17,7	14,5	17,7
n_γ	87,0	18,0	12,5	18,1
D. med.	79,0	16,4	14,6	17,7
D calc.	85,5	17,7	8,0	19,0
$2V_\gamma$	83,5	17,3	16,0	17,4

Cuadro V			
	Ecuaciones de Regresión s/Ribbe y Rosenberg (1971)	% F	% F (según curvas)
2V	$3,91 + 0,29.(2V\gamma)$	18,55	19,00
$V(\text{\AA})^3$	$465,5 - 1,3.(volumen)$	19,80	20,45
b_0	$892,5 - 99,2.(b_0)$	20,23	20,40
Δ_{120}	$155,6 - 35,7.(\Delta_{120})$	20,30	20,32
n_α	$-14.434 + 18.091.(\alpha) - 5.600.(\alpha)^2$	20,41	19,57
n_β	$-15.373 + 19.232.(\beta) - 6.007.(\beta)^2$	18,29	19,15
n_γ	$-10.247 + 12.847.(\gamma) - 4.018.(\gamma)^2$	19,35	19,32
s/Carman (1982)			
n_α	$-14.091,671 + 17.669,224(\alpha) - 5.530,429(\alpha)^2$	19,52	
n_β	$-14.882,367 + 18.626,868(\beta) - 5.820,051(\beta)^2$	19,24	
n_γ	$-9.572,430 + 12.019,085(\gamma) - 3.763,960(\gamma)^2$	19,38	

polifásicas. Las tres fases fluidas presentes fueron identificadas como un fluido rico en H₂O que ocupa el sector externo de la cavidad, un fluido rico en CO₂ que se encuentra dentro del anterior y una fase vapor central rica en CO₂ (Fotos 1 y 2).

Además es casi constante la presencia de pequeños cristallitos en número variable (entre 1 y 3) dentro de las inclusiones. La presencia de fases sólidas en inclusiones de topacio ha sido mencionada por numerosos autores, pero los minerales aún no han sido determinados con certeza.

Takenouchi (1970) menciona que en inclusiones de topacio de ciertas pegmatitas se han descrito hasta 20 especies distintas tales como halita, silvita, fluorita, hematita, turmalina, criolita, pennina, opacos, etc.

Las inclusiones fluidas en el topacio estudiado se presentan según tres distribuciones distintas: a) alineadas, b) en grupos sin rasgos planares evidentes y c) como inclusiones aisladas. Estas últimas y algunas de tipo (b) fueron las utilizadas en este trabajo.

El estudio de las inclusiones se realizó con un microscopio petrográfico equipado con una platina Chaix Meca de calentamiento y enfriamiento que permite operar en un rango de -180°C a +600°C por la combinación de un sistema de circulación de nitrógeno líquido y una resistencia para calentamiento.

Para el examen de las inclusiones fluidas se utilizaron directamente fragmentos de mineral

(la extrema diafanidad del mismo hizo innecesaria la confección de secciones bipulidas) y se observaron con un objetivo Leitz UTK 50/0,63 y un juego de oculares x 25. La platina fue calibrada con sustancias estándar, y el punto triple del CO₂ mediante inclusiones naturales de CO₂ puro (Calandra; Tourey, 1968). Con estos datos se confeccionó una curva de calibración para el equipo que muestra, como rasgo más notable, que la exactitud en el rango comprendido entre -600° a +120°C es de aproximadamente 1°C, siendo su precisión de $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Durante las experiencias de enfriamiento y calentamiento pudieron observarse dos tipos de fenómenos, fusión y homogeneización respectivamente.

En el estudio del congelamiento efectuado sobre 12 inclusiones, la temperatura de equilibrio de fase más baja registrada es aquella que representa el equilibrio invariante o punto triple entre el CO₂ sólido, líquido y gaseoso.

El valor medio de esta temperatura fue de $t_f(\text{CO}_2) = -55,46^\circ\text{C}$ con una desviación estándar $\sigma = 0,523$. Considerando que el punto triple teórico del CO₂ puro se encuentra en $-56,6^\circ\text{C}$ puede asumirse que el CO₂ en las inclusiones estudiadas es esencialmente puro, dentro de los límites de detección por congelamiento. A la temperatura invariante del CO₂ el agua se encuentra confinada al hielo o al hidrato de CO₂ (sólido), siendo su solubilidad en CO₂ desestimable, y en consecuencia no afecta a dicho punto.

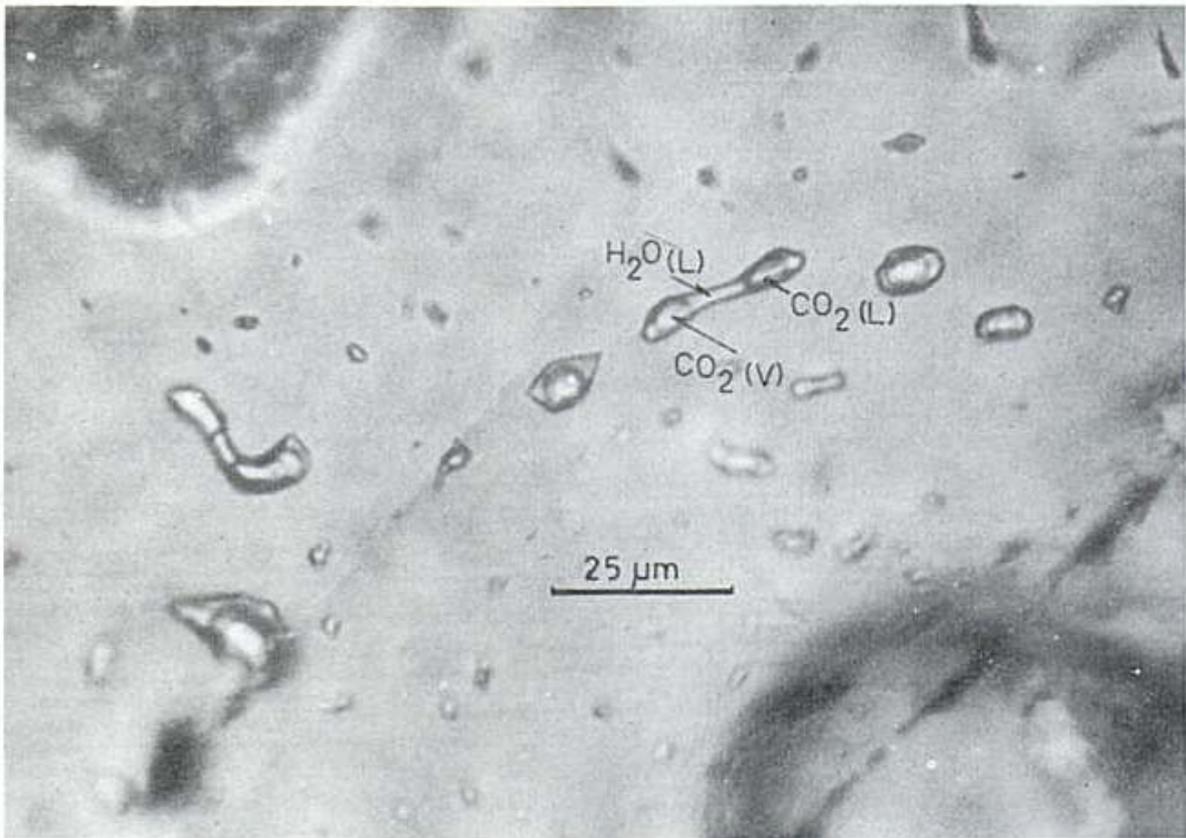
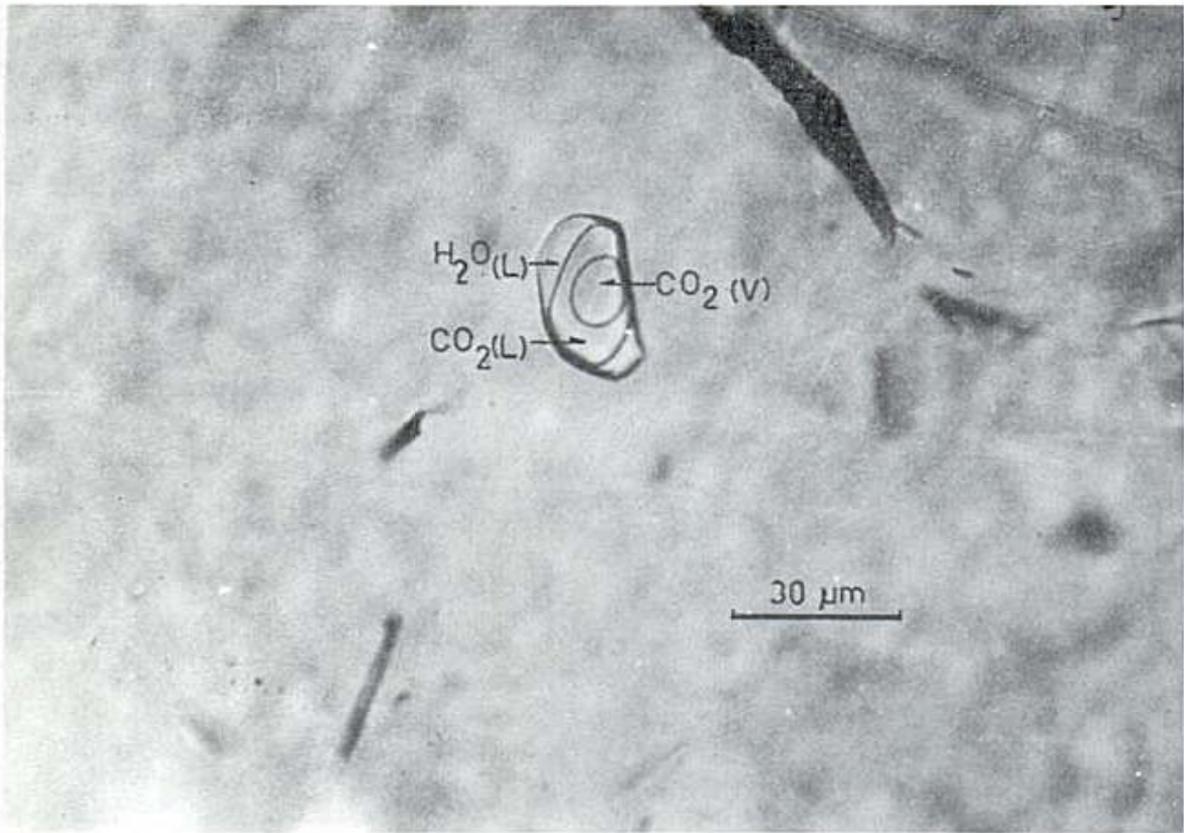


Foto 1.— Inclusión trifásica aislada. Foto 2.— Inclusiones trifásicas agrupadas.

El segundo punto de fusión que puede observarse en un sistema como el estudiado corresponde al hielo. Esta temperatura de fusión, que para el agua pura es de $0,15^{\circ}\text{C}$ puede ser afectada por la presencia de sales que se encuentran en solución desplazándola hacia valores inferiores. En las inclusiones del topacio dicha fusión se produjo en el rango entre -7°C y -4°C aproximadamente, con la desaparición de los cristales de hielo en la fase acuosa. Sin embargo el límite entre ésta y la fase líquida de CO_2 permanece irregular y anguloso hasta una temperatura entre 6°C y 9°C con un valor medio de 8°C . A esta temperatura comienza a suavizarse el contorno de la interfase y el menisco alcanza su forma definitiva. Este tercer fenómeno de fusión corresponde al punto invariante de las fases: $\text{CO}_2(\text{liq.})-\text{CO}_2(\text{gas})-\text{CO}_2,5,75\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{O}$; que para un sistema $\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$ puro se produce a 10°C .

La formación de hidrato de CO_2 en las inclusiones provoca el incremento de la salinidad en la fase acuosa, ya que una cantidad importante de agua es retirada de la solución original. Collins (1979) ha determinado que la clatración de 5 moles de CO_2 provoca una remoción de agua tal que incrementa aproximadamente en 50 % el contenido salino de la inclusión. Esta comprobación, por lo tanto, invalida la aplicación de los diagramas temperatura-composición $\text{ClNa}-\text{H}_2\text{O}$ para la determinación del contenido salino por depresión del punto de fusión del hielo, en inclusiones que contengan una fase líquida rica en CO_2 o en las que se ha detectado la formación de hidratos.

En consecuencia se debe utilizar la depresión del punto de fusión del hidrato para determinar el contenido de ClNa . Considerando una disminución promedio de 2°C y de acuerdo al gráfico de Collins (*op. cit.*) y la ecuación de ajuste por mínimos cuadrados propuesta por Bozzo *et al.* (1973; en Hendel y Hollister, 1981) se puede estimar un contenido entre 4 y 5 % en peso de ClNa en solución para estas inclusiones.

El primer punto de homogeneización al que se llega por calentamiento de las inclusiones trifásicas corresponde al punto crítico de CO_2 , cuyo valor teórico se encuentra en 31°C para una densidad crítica de $0,469\text{ g/cm}^3$. En las inclusiones del topacio de Tanti esta homogeneización se produjo prácticamente sin dispersión de valores, a $29,5^{\circ}\text{C}$, a través de la gradual desaparición de la burbuja central, que

disminuye de tamaño homogeneizándose en la fase líquida rica en CO_2 , indicando que el fluido tiene una densidad superior a la crítica (aproximadamente $0,55\text{ g/cm}^3$). Esta densidad permite fijar la isocora a lo largo de la cual tuvo lugar el entrapamiento del fluido. Considerando que el agua es prácticamente incompresible hasta los 40°C puede estimarse que la presión interna de las inclusiones a temperatura ambiente es aquella del CO_2 . La intersección de la isocora correspondiente a una densidad de $0,55$ a $0,60\text{ g/cm}^3$ con dicha temperatura permitió fijar esta presión en los 100 bars.

A temperatura ambiente, o menores, el CO_2 líquido y el agua son prácticamente inmiscibles, pero a mayores temperaturas la miscibilidad aumenta notoriamente, y es completa por encima de una temperatura mínima de 275°C y 1.000 bars. La presencia de electrolitos expande enormemente este solvus como resultado de la fuerte partición de las sales de la fase acuosa con respecto a la fase rica en CO_2 .

En el caso de las muestras estudiadas, y sobre un total de 60 inclusiones medidas, se determinaron tres formas distintas de homogeneización a altas temperaturas:

1 - Inclusiones que homogeneizaron en la fase CO_2 : en estas inclusiones fue posible observar la expansión de la fase fluida central hasta ocupar totalmente la cavidad. En algunas de ellas la interfase se fue desvaneciendo simultáneamente con el crecimiento del CO_2 , lo que indica que la mutua solubilidad se produjo muy cerca del punto crítico en el sistema $\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$.

Estas inclusiones representan el 50 % del total estudiado y dieron una temperatura media de 390°C , con una dispersión de $16,79^{\circ}\text{C}$ (véase histograma B, figura 4).

2 - El segundo grupo está formado por aquellas inclusiones que homogeneizaron en un fluido rico en agua. Representan el 33 % del total, y también en este caso se observó que en algunas de ellas la homogeneización se producía muy cerca del punto crítico $\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$.

La temperatura media determinada para este grupo fue de $383,05^{\circ}\text{C}$ con una desviación de 18°C (Histograma A).

3 - Finalmente, el 17 % de inclusiones incluye a aquellas que homogeneizaron en el punto crítico de solubilidad. En estas inclusiones el volumen relativo de ambas fases no cambió, pero el menisco que las separa se desvaneció a una temperatura media de 384°C con una dispersión de 19°C . En el histograma

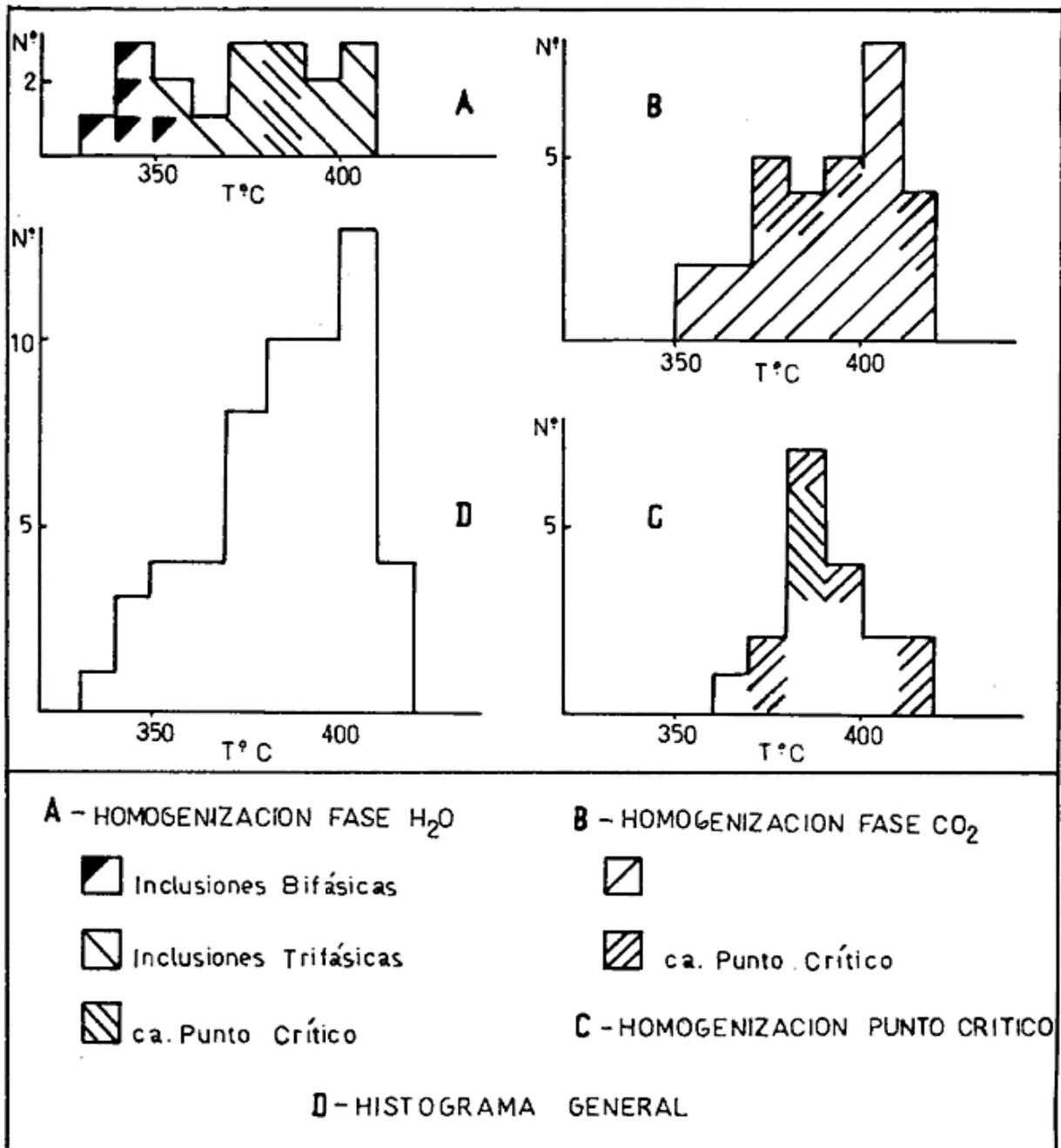


Figura 4.— Histogramas de temperaturas de homogeneización.

C, además de estas inclusiones se han volcado también aquellas que homogeneizando en CO₂ o H₂O, lo hacen muy cerca del punto crítico.

La notable semejanza entre las temperaturas medias y las desviaciones determinadas para los tres grupos se hace evidente en el histograma general (D). Se puede observar aquí que la dis-

tribución es claramente unimodal, lo que permite sugerir que todas las inclusiones pertenecen a una misma población de datos, cuya temperatura media es de 385°C.

Los volúmenes molares (V) y la proporción molar (X) del CO₂ de las inclusiones, se calcularon mediante la estimación visual de los porcentajes relativos de volúmenes de las fases

presentes a una determinada temperatura (32°C) según el procedimiento gráfico propuesto por Burruss (en Hollister y Crawford, 1981).

Este procedimiento permitió estimar la densidad global (ρ) entre 31 y 36 moles/l, un volumen molar (V) entre 32 y 28 cm³/moles y una proporción molar aproximada $X_{CO_2} = 0,20 - 0,25$ y $X_{H_2O} = 0,80 - 0,75$.

La presión parcial del CO₂ en las inclusiones a una temperatura de 385°C, estimada en base a las relaciones PVT de esta especie es de aproximadamente 800 bars. Esta presión sólo representa un valor mínimo de la presión gaseosa total en el momento del entrapamiento.

En la figura 5 se puede observar la estrecha correspondencia que existe entre la curva del solvus CO₂-H₂O a 1 kbar de presión con distintas concentraciones salinas (Hollister y Crawford, 1981) y las inclusiones del topacio de Tanti, que presentan una proporción molar $X_{CO_2} = 0,20$ a 0,25, temperatura de homogeneización de 385°C, contenido salino de 5 % en peso de ClNa, presión gaseosa mínima de 0,8 kbars y homogeneización sobre la cresta del solvus (dado sus tres formas simultáneas de homogeneización) (véase figura 5).

Noumov *et al.* (1977) en su estudio acerca de la génesis del topacio de acuerdo a datos de microinclusiones, concluye que en las pegmatitas este mineral puede cristalizar en un amplio rango de temperaturas dependiendo del medio: fusión, salmuera o solución; correspondiendo aquellos formados entre 300 y 400°C a una solución acuosa, poco salina, rica en CO₂, tal como la determinada en el topacio de Tanti.

Por otra parte, y de acuerdo a los diagramas termodinámicos publicados por Barton (1982),

la relación F/OH de este mineral es característica de una asociación sobresaturada con una temperatura de formación superior a los 300°C.

CONSIDERACIONES Y CONCLUSIONES

- El topacio es un producto diagnóstico del llamado proceso neumatolítico, que se considera formado por cristalización y reacción con fluidos ricos en fluor derivados de los últimos estadios. Se presenta en greisens y pegmatitas asociados con rocas graníticas en asociación con cuarzo, turmalina, mica, etc. El conocimiento de las relaciones de estabilidad puede ayudar a definir el rango de condiciones físicas durante la formación de estas asociaciones.
- Las propiedades ópticas y cristalográficas de este mineral varían significativamente con la composición. Estas variaciones constituyen la base de numerosos métodos de determinación composicional.
- En el topacio de la pegmatita de Tanti se determinó la siguiente fórmula química: (Si_{1.97} Al_{1.03} O₄) Al_{2.02} Mg_{.006} Ca_{.009} Fe_{.008} (F_{1.92} OH_{.27}) con un contenido del orden de 19,57 % de fluor y una relación OH/(OH+F) de 0,12.
- La presencia de dióxido de carbono en las inclusiones fluidas indica que el topacio estudiado se ha formado a partir de soluciones ricas en CO₂. Estas inclusiones presentan una composición aproximada de $X_{CO_2} = 0,20$ a 0,25 y $X_{H_2O} = 0,80$ a 0,75, con un contenido de ClNa estimado en 5 % molar.

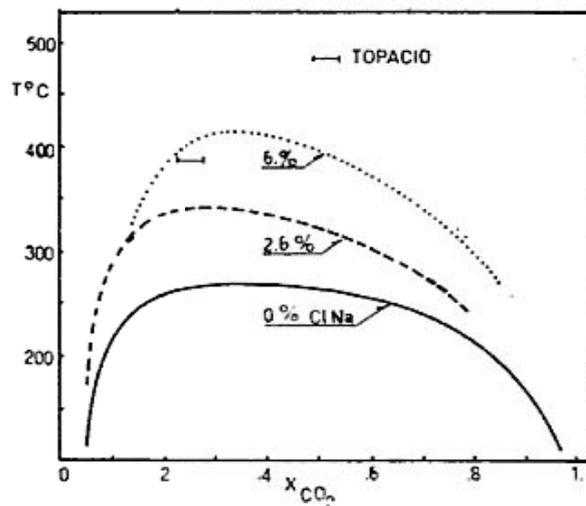


Figura 5.— Efecto del ClNa sobre el SOLVUS CO₂-H₂O según Hollister y Crawford, 1981.

- La temperatura de homogeneización determinada tiene un valor promedio de 385°C con una dispersión de 18°C.
- La presencia en las mismas zonas de crecimiento de inclusiones que homogeneizan en fase vapor, fase líquida y punto crítico, indica un proceso de desgasificación en las soluciones por disminución de la presión, por lo que las temperaturas de homogeneización se consideran temperaturas reales de entrapamiento.

Por todo lo anterior puede concluirse que:

En la formación del topacio de Tanti, habría jugado un rol muy importante una fase acuosa, poco salina, rica en CO₂, con una temperatura cercana a 400°C y presión gaseosa superior a 800 bars.

Esta temperatura de formación, junto con las relaciones F/OH y el contenido en CO₂ indican que el proceso de formación estuvo directamente vinculado a un fenómeno de inmiscibilidad de la solución en un ambiente sobresaturado en cuarzo.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen al CONICET por el apoyo económico brindado. Al Dr. Leandro Bengochea por la lectura crítica y las sugerencias aportadas. Al Dr. H. Gatica † y Lic. O. Pieroni por la realización de los espectros de infrarrojo. Al Dr. R. Careta por la realización del análisis E.S.C.A.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AKIZUKI, M., M. S. HAMPAR y J. ZUSSMAN, 1979. *An explanation of anomalous optical properties of topaz*. Min. Mag., 43, 237-241, Londres.
- BAMBAUER, H. U., F. TABORSKY y H. D. TROCHIM, 1979. *Optical determination of Rock Forming Minerals*, by W. E. Troger, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1-190. Stuttgart.
- BARTON, M. D., H. T. HASELTON Jr., B. S. HEMINGWAY, O. J. KLEPPA y R. A. ROBIE, 1982. *The thermodynamics properties of fluor topaz*. Amer. Mineral, 67: 350-355, Washington.
- BARTON, M. D., 1982. *The thermodynamics properties of topaz solid solution and some petrologic applications*. Amer. Min., 67: 956-974, Washington.
- BRUNEL, R. y R. VIERNE, 1970. *Spectres de réflexion infrarouge des minéraux monocristallins ou en poudre. II*. Soc. Fr. Min. Crist., Bull., 93: 328-340, París.
- CARMAN, M. R. Jr., 1981. *A splendle stage study of the optical properties of a topaz*. Bull. Min., 104: 742-749, París.
- COLLINS, P. L., 1979. *Gas Hydrates in CO₂ bearing fluid inclusions and the use of freezing data for estimation of salinity*. Econ. Geol., 79: 1435-1444, Lancaster.
- DEER, W., R. HOWIE y J. ZUSSMAN, 1962. *Rock forming minerals. I*. John Wiley y Sons. Inc., New York.
- GAY, H. D. y R. LIRA, 1984. *Presencia de topacio en la provincia de Córdoba. Yacencia, mineralogía y paragénesis en Tanti y Cañada del Puerto*. A.M.P.S., Rev., 15, (3-4): 62-66, Buenos Aires.
- GERVAIS, F., B. PIRIOU y J. L. SERVOIN, 1973. *Etude par réflexion infrarouge des modes internes et externes de quelques silicates*. Soc. Fr. Min. Crist., Bull., 96, (2): 81-90, París.
- HENDEL, E. M. y L. S. HOLLISTER, 1981. *An empirical solvus for CO₂-H₂O - 2.6 wt % salt*. Geochim et Cosmochim. Acta, 45: 225-228, Long Island City, New York.
- HOLLISTER, L. S. y M. L. CRAWFORD, 1981. *Fluid inclusions: application to petrology*. Min. Assoc. of Canadá, Calgary.
- KESLER, S. E., J. C. VAN LOO y J. H. BATESON, 1973. *Analysis of fluoride in rocks and an application to exploration*. J. Geochem. Explor., II, 11-17, Amsterdam.
- NAUMOV, V. B., V. L. KOBALENKO, G. F. IVANOVA y N. V. VLADYKIN, 1977. *Genesis of topaz according to the data on microinclusions*. Geochim. Intern., 14, (2): 1-8, Washington.
- RIBBE, P., 1982. *Ortho-Silicates*. Reviews in Mineralogy, Vol. 5, Second Ed., Min. Soc. of Am., 1-450, Washington.
- y G. GIBBS, 1971. *The crystal structure of topaz and its relation to physical properties*. Amer. Min., 56: 24-29, Washington.
- y P. E. ROSENBERG., 1971. *Optical and X-ray determinative methods for fluorine in topaz*. Amer. Min., 56: 1812-1821, Washington.
- ROSENBERG, P. E., 1967. *Variations in the Unit-Cell dimensions of topaz and their significance*. Amer. Min., 52: 1890-1895, Washington.
- ROSENBERG, P. H., 1972. *Compositional variations in Synthetic topaz*. Amer. Min., 57: 169-187, Washington.
- TAKENOUCCHI, S., 1970. *Síntesis de la situación actual de los estudios de inclusiones fluidas que se realizan en la Unión Soviética*. Mining Geol., Vol. 20 (101). The Soc. Min. Geolog. of Japan, 488-491, (en japonés, trad. A. M. Sato), Tokyo.
- TOUREY, J. C., 1968. *Recherches geoquímiques sur les inclusions a CO₂ liquide*. Soc. Frac. Min. Crist., Bull., 91: 367-382, Francia.

Recibido: 14 de julio, 1986

Aceptado: 10 de noviembre, 1987

GRACIELA R. MAS

Universidad Nacional de Sur
CONICET

HEBE R. PERAL

Universidad Nacional del Sur
Avenida Alem 1253
8000 Bahía Blanca

LAS IGNIMBRITAS CENOZOICAS DEL NOROESTE DE SUSQUES, JUJUY: GEOLOGIA, PETROGRAFIA Y QUIMICA

Magdalena Koukharsky, Alicia Vulli n, Ernesto Abril y Orquídea Morello.

RESUMEN

Se describe un conjunto de rocas piroclásticas aflorantes en la región delimitada por los paralelos 23 00' y 23 45'S, el meridiano 65 45'O y el límite con Chile, caracterizándolas a través de estudios petrográficos y análisis químicos por elementos mayoritarios y trazas (Rb, Sr, Zr, Y, Ba, Th y U).

Las unidades piroclásticas son, enumeradas desde las más antiguas a las más modernas: la Ignimbrita Susques; Ignimbrita Abra Rachaite, integrante de parte de la Formación Zapaleri (Coira, 1979); Ignimbrita Tocol; Ignimbrita del Nivel IV del noroeste del Volcán Coranzulí; Ignimbrita del Nivel V del noroeste del Volcán Coranzulí; Ignimbrita Puesto Lebers e Ignimbrita Supisami, en la zona que rodea el centro efusivo de Coranzulí-Chachial. En la localidad de Puesto Puca, cerca de Toro, se describen y analizan otros dos niveles ignimbriticos; y en la zona de mina Lina Lari, se definen otras dos unidades piroclásticas de composición petrográfica particular. También se aportan datos referidos a la Ignimbrita Jama, así denominada anteriormente por Gorustovich *et al.* (1985).

Sumados a las descripciones petrográficas y a algunas relaciones estratigráficas conocidas, los análisis químicos por elementos mayoritarios y por trazas permitieron reunir y caracterizar a las rocas piroclásticas genéticamente vinculadas. Al mismo tiempo, ellos evidenciaron claras tendencias evolutivas, seguramente relacionadas con diferentes niveles de una cámara magmática diferenciada.

Particularmente útiles han sido las determinaciones de Y, Rb, Sr y Zr, elementos que probablemente permitan realizar correlaciones.

ABSTRACT

A group of pyroclastic rocks is described, which crops out in an area situated between 23 00' and 23 45'S latitudes, 65 45'W longitude and the Chilean border. These rocks are characterized by petrographic studies and chemical analyses for major and trace elements (Rb, Sr, Zr, Y, Ba, Th and U).

The pyroclastic units are, named from the oldest to the youngest: the Susques Ignimbrite; The Abra Rachaite Ignimbrite, which forms part of the Zapaleri Formation (Coira, 1979); the Tocol Ignimbrite; the Level IV and Level V ignimbrite from the NW side of the Coranzulí volcano; the Puesto Lebers Ignimbrite and the Supisami Ignimbrite, all of them are lying around the Coranzulí-Chachial effusive center. Another two ignimbritic levels are described and analyzed, which crop out in Puesto Puca (near the town of Toro). In the region of the Lina Lari mine, two pyroclastic units of peculiar petrographic composition are also defined. Some data are presented on the Jama Ignimbrite, which was mentioned before by Gorustovich *et al.* (1985).

In addition to petrographic descriptions and some known stratigraphic relations, the chemical analyses for major and trace elements allowed to group and to characterize those pyroclastic rocks which are genetically related. They also put in evidence some clear evolutive trends, which are probably related to different levels of a differentiated magmatic chamber.

Y, Rb, Sr and Zr showed to be the most useful elements and they probably will permit the correlation of rocks.

INTRODUCCION

La intención de este trabajo es aportar un conjunto de datos, interpretaciones y correlaciones, que contribuyan al mejor conocimiento del volcanismo cenozoico de la Puna argentina.

El mismo surgió como consecuencia de estudios realizados por los autores sobre las muestras que coleccionaron durante dos

campañas efectuadas en los meses de setiembre y noviembre de 1984.

Ambas campañas formaron parte de un proyecto multidisciplinario de la Comisión Nacional de Energía Atómica, destinado al estudio del potencial uranífero del Cenozoico volcánico de la Puna argentina, en las que participaron conjuntamente profesionales de dicho organismo y de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales.

UBICACION

Este estudio se refiere a ignimbritas cenozoicas que afloran en el área delimitada por los paralelos 23°00' y 23°45'S, el meridiano 65°45'O y el límite con Chile (véase figura 1).

METODOS DE TRABAJO

Las muestras coleccionadas para la realización de análisis químicos, de aproximadamente 5 kg cada una, fueron chancadas, cuarteadas y finalmente molidas en el molino TEMA con vasija de vidia hasta -200 mallas.

Las determinaciones de los contenidos de Rb, Sr, Y, Zr, Th, U y Ba, se efectuaron por fluorescencia de rayos X, con los patrones internacionales de rocas NIM-G, NIM-S, SY-2, SY-3 y los patrones geoquímicos SA-1, SA-2, SA-3 y SA-4 utilizados por García Sanchez y Saavedra Alonso (1983), empleando además

como control 10 muestras analizadas en los laboratorios de la Open University de Londres.

Se estudiaron microscópicamente 65 secciones delgadas de rocas piroclásticas, en 31 de las cuales se determinaron además las composiciones de diferentes cristaloclastos de plagioclasa y sus zonaciones, utilizando la platina universal, según los gráficos de Slemmons (1962).

Las tareas anteriormente mencionadas se llevaron a cabo en la División Estudios Especiales de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

En la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales se realizaron los diferentes procesamientos digitales de las imágenes satelitarias que se utilizaron en los estudios referidos a la distribución de los mantos ignimbriáticos. Esta elaboración se llevó a cabo en el Departamento de Geoquímica y de Aplicaciones Geológicas de la Teleobservación, en cuyos laboratorios se efectuaron además los análisis químicos de las muestras por elementos mayoritarios.

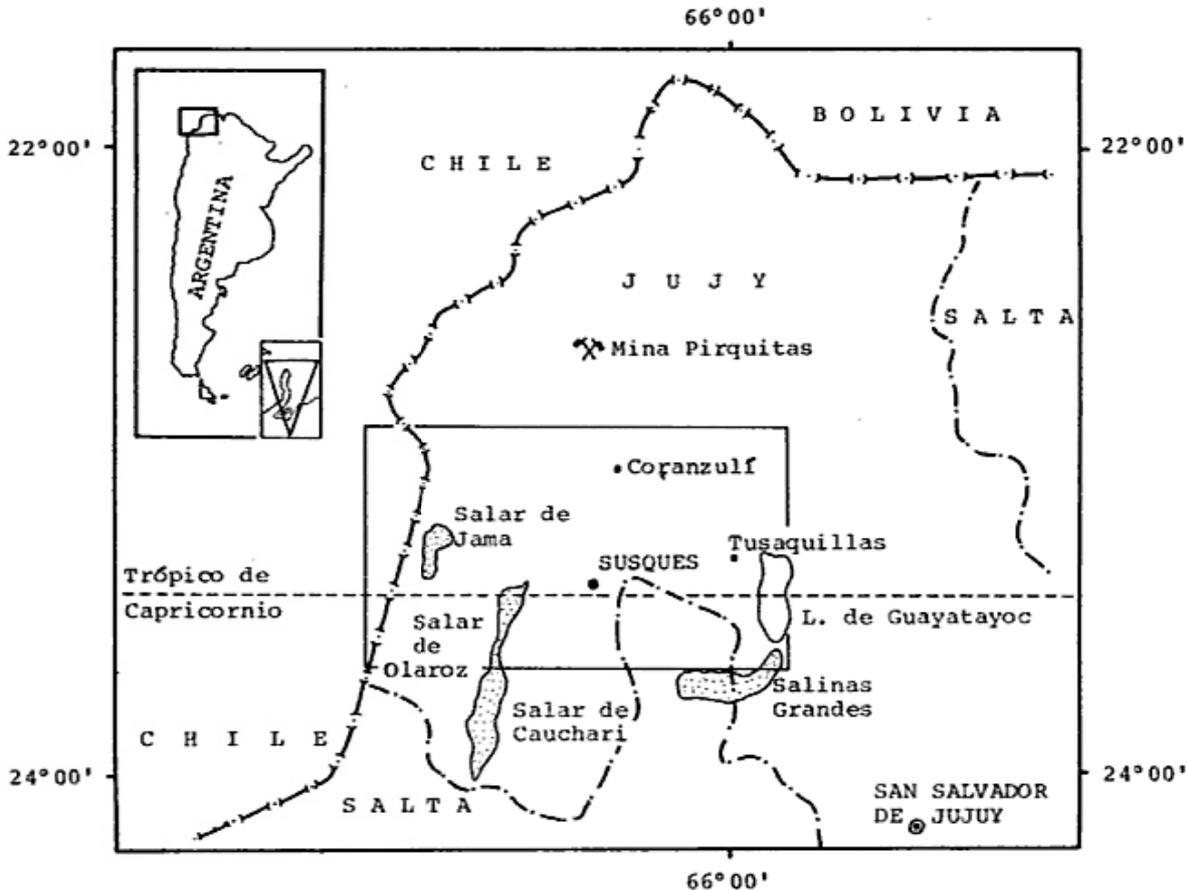


Figura 1.— Mapa de ubicación.

Los contenidos de SiO₂, Fe₂O₃, TiO₂, P₂O₅ y MnO se determinaron por espectrofotometría de los complejos: sílico-molibdico, Fe-2-2' dipiridilo, Ti-peróxido de hidrógeno y molibdovanado-fosfórico y como MnO₄⁻ respectivamente; por complejometría con EDTA CaO y MgO y de retroceso Al₂O₃; por volumetría con KMnO₄ el FeO; por gravimetría H₂O, y por espectrometría de emisión de llama Na₂O y K₂O.

ANTECEDENTES

El Mapa Geológico del Noroeste Argentino (Méndez *et al.*, 1979), diferencia a las rocas aquí consideradas en una unidad integrada por "tobas y tobas ignimbríticas" de edad terciario-cuaternaria.

Entre los trabajos anteriores de índole petrológica con referencias acerca de las piroclastitas cenozoicas del área, pueden citarse los de Schwab (1971, 1972), quien discriminó las unidades litológicas del sector sur, a los que se agregan las dataciones radimétricas de Schwab y Lippold (1974); los de Coira (1978, 1979), quien describió petrográficamente y cartografió las ignimbritas del borde nororiental; los de Aquater (1981) y Coira y Paris (1981) referidos al área del cerro Tuzgle, que contienen descripciones y análisis de ignimbritas de la Formación Trinchera, la cual alcanza nuestra zona por el sur; y el de Koukharsky (1985), que incluye una breve síntesis acerca de la estratigrafía y petrografía de estas ignimbritas.

MARCO GEOLOGICO

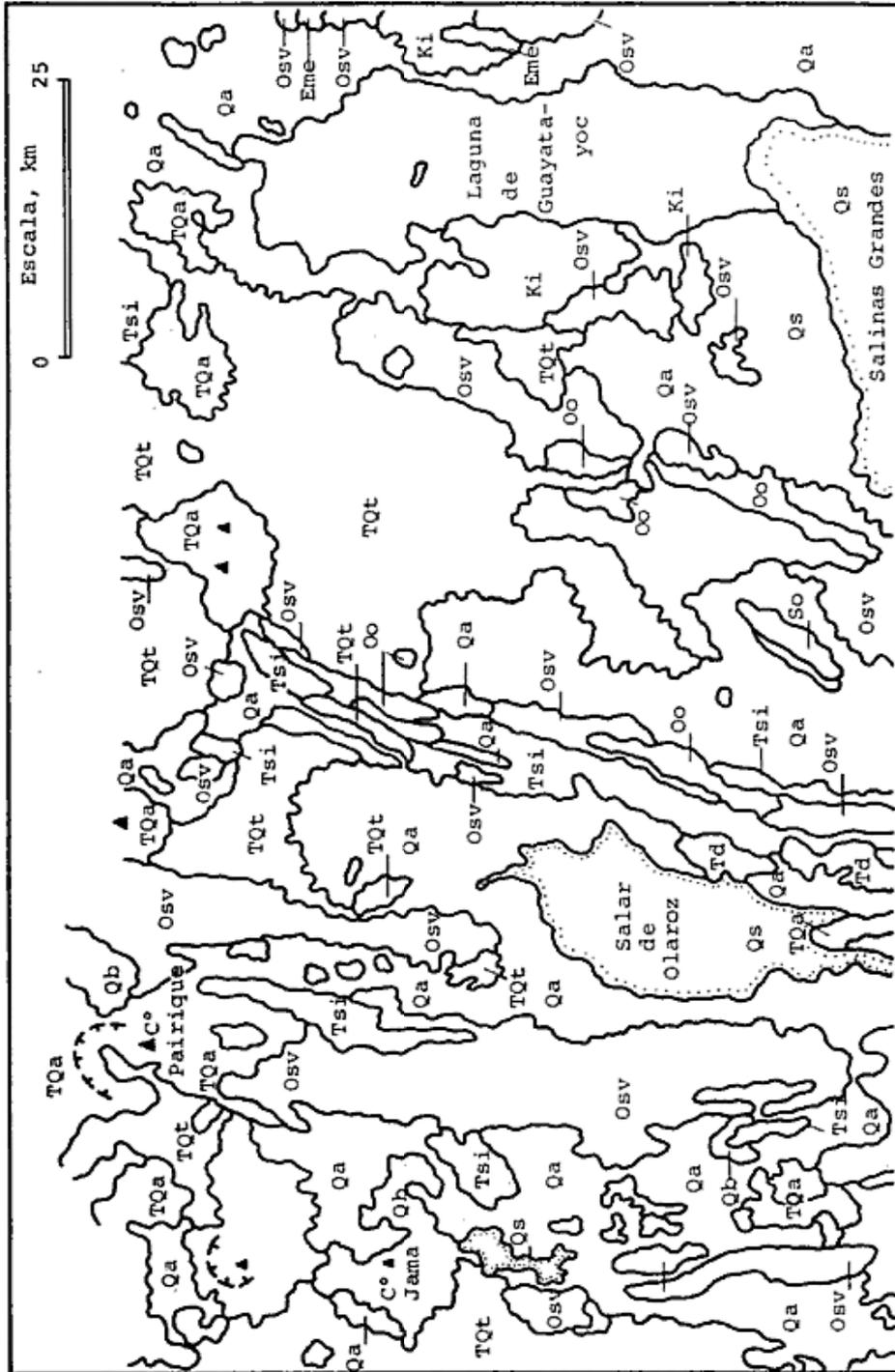
Sedimentitas ordovícicas componen los cuerpos principales de tres sierras que con rumbo meridiano se distribuyen en la región estudiada (véase figura 2). En todos los casos se trata de bancos muy diagenizados de limolitas y lutitas, participando además algunas tobas y lavas principalmente mesosilíceas. En el sector oriental, y especialmente en la sierra del Cobre, tienen importante participación las rocas de composición granodiorítica atribuidas a la "Faja Eruptiva de la Puna" de edad ordovícica (Omarini *et al.*, 1984).

Al oeste de la laguna Guayatayoc, intruído en las rocas ordovícicas, se destaca el cuerpo granítico de Tusaquillas, y al sudeste del mismo afloran las rocas graníticas alcalinas de Rangel. Ambas intrusiones han sido datadas como cretácicas (Halpern y Latorre, 1977; Turner y Méndez, 1979).

Entre el sureste del Salar de Olaroz y las Salinas Grandes existen algunos afloramientos de las rocas cretácicas del Grupo Salta, generalmente limitados por contactos tectónicos. Son conglomerados y areniscas de color rojo oscuro de la Formación Pirgua, y calizas y areniscas calcáreas claras de la Formación Yacoraita.

El comienzo del ciclo sedimentario terciario, que en la región habría ocurrido entre el Eoceno superior y el Oligoceno inferior (Gorustovich *et al.*, 1985), está representado por la Formación Log Log (Schwab, 1971). Se trata de sedimentos continentales rojos, con yeso, que contienen escasas intercalaciones de tobas, y que en el borde este del salar de Cauchari incluyen algunas lavas latito-andesíticas cercanas al techo de la Formación. Posteriores, y de edad Mioceno superior se considera a los sedimentos continentales rojizos de la Formación Trinchera (Schwab, *op. cit.*), entre los cuales se intercalan algunos niveles calcáreos, ignimbritas y tobas, los últimos datados radimétricamente por Schwab y Lippold (1974). Durante la sedimentación de la Formación Trinchera se habría alojado una serie de cuerpos intrusivos subvolcánicos reunidos en la Formación Huayra Huasi, y extruído las lavas y piroclastitas latitoandesíticas de la Formación Esquina del Rincón (Schwab, Schwab y Lippold, *op. cit.*). Según los mismos autores, en discordancia sobre las anteriores se disponen los conglomerados rojizos del Mioceno superior, integrantes de la Formación Pastos Chicos, que incluye una intercalación de ignimbritas riolíticas. Ellos están cubiertos hacia el oeste por importantes mantos piroclásticos de edad pliocena (Schwab y Lippold, *op. cit.*), originados en la alta cordillera en Chile, que suelen ser citados como integrantes de la Formación Riolítica (Zeil y Pichler, 1967).

En este trabajo se estudian otros niveles piroclásticos terciarios, cuyas descripciones se ofrecen más adelante. La estratigrafía volcánica se completa con las emisiones lávicas procedentes de los centros efusivos de Pairique, Poquis o Conacaliri, Jama o Curuto (con niveles lávicos previos a la depositación de la ignimbrita del oeste del salar de Jama), Bayo, Coranzulí, Supisami y Rachaite (en parte de



Qa-Qs	CUATERNARIO	Acumulaciones detríticas modernas y salares	Tsi	TERCIARIO	Conglomerados, areniscas, limolitas (sedimentos continentales)
Qb	CUATERNARIO	Basaltos zki	Ki	CRETACICO	Rocas graníticas
TQa	TERC/CUAT	Andesitas	Oo	ORDOVICICO	"faja eruptiva de la Puna" granodioritas
TQt	TERC/CUAT	Ignimbritas	Osv	ORDOVICICO	Areniscas, limolitas (sedimentos marinos) y vulcanitas
Td	TERCIARIO	Dacitas y riolitas	Ernc	CAMBRICO	Areniscas (sedimentitas marinas)

cuya caldera se aloja un manto ignimbrítico posterior a ella), y de pequeños derrames lávicos localizados de composición generalmente basáltica.

Entre los depósitos detríticos aparentemente más modernos se destacan los fanglomerados de los abanicos aluviales que bordean las sierras, incluyendo el importante nivel dislocado del Plioceno inferior del faldeo oriental de la sierra del Cobre o Formación Trancas, datado isotópicamente (Schwab, Schwab y Lippold, *op. cit.*), los depósitos de playa, las brechas resultantes de torrentes de barro del este y noreste del cerro Supisami, escasas morenas y médanos. A ellos se agregan las calizas y otros depósitos vinculados a la surgencia de aguas termales, y las evaporitas de los salares.

RASGOS ESTRUCTURALES

A través del análisis estructural del área, basado en el estudio de imágenes satelitarias estandar y procesadas, fue posible identificar los centros efusivos y diferenciar a las ignimbritas (incluyendo aquellas vitrofíricas de tonalidades oscuras) de las coladas andesíticas y basálticas, reconociéndose además las direcciones de flujo de sus materiales y, por ende, los puntos de emisión.

El fallamiento y la basculación de grandes bloques alargados según direcciones submeridianas que caracterizan la Puna (Turner y

Méndez, 1979), se manifiestan claramente en la distribución de los geolineamientos estructurales. Así, los afloramientos rocosos que separan las depresiones ocupadas por los salares, están recorridos por haces de elementos estructurales paralelos entre sí. Hacia el norte el panorama se desdibuja ante un cambio en el estilo tectónico regional, la aparición de nuevos juegos de fracturas y la proliferación de aparatos volcánicos que se disponen en una franja aproximadamente este-oeste y cuyos productos dificultan la observación de la estructura. Los rasgos de orientación norte-sur suelen ser rectos o escasamente alabeados y, con los de rumbo noreste, extensos y bien marcados. Algunas estructuras de rumbo noroeste afectan de manera importante a las unidades rocosas y a los haces estructurales que las recorren interrumpiéndolos en varios sitios. Es probable que exista desplazamiento de rumbo según esos geolineamientos estructurales. En el caso de los geolineamientos este-noreste en cambio, no parece existir desplazamientos de rumbo.

Las coladas volcánicas se han comportado como materiales rígidos en los cuales quedaron marcadas lineaciones correspondientes a la estructura del sustrato, además de fracturas originadas en el enfriamiento y contracción de las masas efusivas.

Las características geomorfológicas y espectrales permitieron deducir que del complejo volcánico Coranzulí-Chachial y de la caldera de Pairique, provienen sendos campos ignimbríticos. Un tercero, sumamente extenso, ubicado

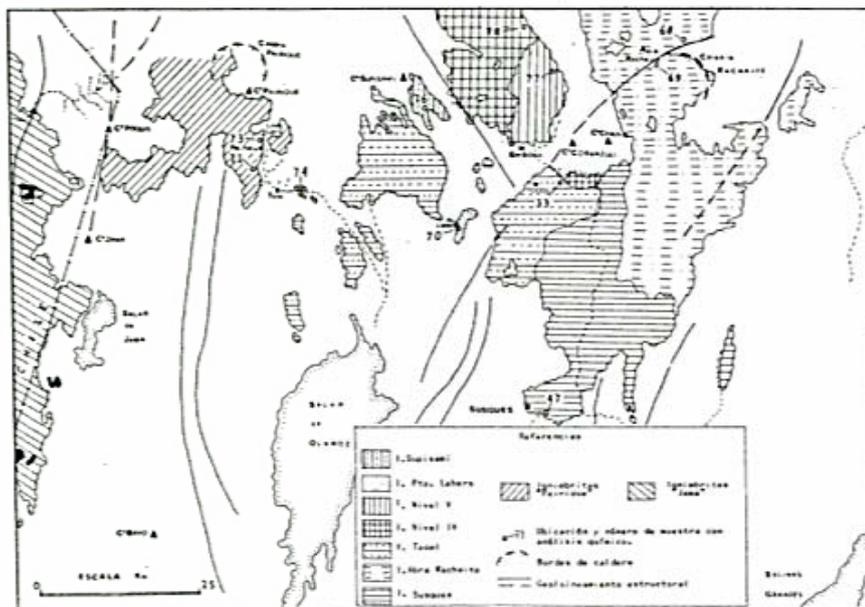


Figura 3.— Esquema de la distribución de los mantos ignimbríticos.

sobre el borde occidental del área en estudio tiene su origen en la alta cordillera.

Dentro del área estudiada, los más extensos campos de ignimbritas aflorantes se distribuyen alrededor del centro volcánico de Coranzulí-Chachial (véase figura 3). Este foco de emisión se halla ubicado en un nudo estructural donde convergen geolineamientos de rumbos norte, noroeste, nor-noroeste, nor-noreste, noreste y este-noreste.

DEPOSITOS PIROCLASTICOS CENOZOICOS

La distribución de los principales mantos ignimbríticos aflorantes, con los geolineamientos estructurales dominantes y la ubicación de las muestras analizadas, está ilustrada en la figura 3. El cuadro I resume las características petrográficas principales de las muestras estudiadas y

pone de manifiesto las estrechas similitudes que existen entre los afloramientos piroclásticos.

Zona de Lina Lari

En Lina Lari aflora una ignimbrita rojo morada de pocos metros de espesor. De textura eutaxítica, está formada por una mesostasis actualmente porosa con *fiammes* oscuros cuya relación de deformación aparente (largo/alto) es 6/1 a 7/1. Presenta cristaloclastos blanquecinos de plagioclasa de hasta 1,5 mm y pequeñas láminas de mica dorada. Es una *ignimbrita fenoandestica biotítica, probablemente piroxénica y olivínica*, parcialmente alterada.

Al microscopio sus vitroclastos aparecen cristalizados con texturas granofíticas y mosaicos de feldespato alcalino, heulandita y analcima. Los cristales de plagioclasa están poco fragmentados y presentan marcada zonación oscilatoria múltiple con tendencia a directa (véase cuadro I y gráfico 5). El fémico más abundante es actualmente oxibiotita con bordes opacos y reabsorbida por la matriz. Anteriores piroxeno y olivina aparecen totalmente reemplazados por antigorita y talco y bordeados por óxidos

Cuadro I: Características petrográficas de las muestras estudiadas.

Unidad piroclástica	Soldadura de las trizas vítreas			Vidrio fresco	Deevitrificaciones				% Cristales	Composición de la fracción cristalina				Otras	Composiciones dominantes plagioclasas An %
	Ausente	Parcial	Intensa		Axiotítica	Esterotítica	Microgranos	Arcil. Zeol. ft.		Cuarzo	Sanidina	Plagioclasa	Biotita		
Brecha pumiceica Lina-Lari	x						x	no det.	si	si	si	si	granate silimanita?	28-25-23	
Ing. Lina Lari			x			x		40	1	0	67	12	pirox (15) oliv? (5) ap.,anf?	46-43	
Brecha pumiceica sur de Coranzulí	x			x				no det.	si	si	si	si		48-45-37	
Ing. Susques		x			x	x	x	40-60	10-20	8-16	50-60	12-20	ap(c)nc.(b) opacos citrón	37-31-40	
Ing. Tocol		x		x				45	15-18	8-10	50-60	12-15		36-37-39	
Ing. Puesto Lebers			x	x				45	10	8	66	16	citrón ap(c)nd.(b)	39	
Ing. Abra Rachaite			x		x	x		40-50	10-30	4-5	50-70	12-15	ap(c)nd.(b) citrón	38-40-41	
Ing. Nivel IV NO Vn. coranzulí		x		x				40	20	7	56	15	ap., opac. citrón c)nop.	39-34-44	
Ing. Nivel V No Vn. Coranzulí		x						45	20	7	58	15	opacos	39-37-36	
Ing. Supisami		x			x	x		40	20	8	50	22		44	
Ing. Puesto Puca Nivel superior		x	x	x				40	15	6	61	18		44-45-42	
Ing. Puesto Puca Nivel inferior					Alteración sílicea sericit			12			50	50		39-40-43	
Ing. Jama		x			x	x		25-40	23	2	60	15	hombienda citrón, ap.	34-37-43-40	

de hierro. Es posible que escasos pequeños pseudomorfos reabsorbidos hayan pertenecido a anfíbol.

Concordantes sobre la ignimbrita Lina Lari existen varios bancos de brechas pumicíticas y tobas lapillíticas blancas escasamente consolidadas. Una muestra de ellas se clasificó como *brecha pumicítica riolítica granatífera con probable sillimanita*. Contiene abundantes fragmentos pumíceos blancos de hasta 3 cm en matriz fina gris pardusca mate, con pequeños fragmentos líticos negros y rojizos, y cristaloclastos de cuarzo, feldespatos, biotita y granate.

Al microscopio la componen diversos fragmentos y una matriz arcillosa pardusca con "fantasmas" de pequeñas trizas. Los clastos son de pumicitas conteniendo cuarzo, probable sillimanita y ocasionales microlitas de plagioclasa; ignimbritas desvitrificadas con fenocristales de cuarzo, sanidina, plagioclasa y biotita; limolitas; arcillitas y cristaloclastos de sanidina, cuarzo, oligoclasa, biotita parda y granate. La mayor parte de las plagioclasas presentan zonalidad gradual predominantemente directa, existiendo también otros con definida zonalidad oscilatoria múltiple.

Las rocas piroclásticas de la zona de mina Lina Lari pueden ser correlacionadas con manifestaciones similares aflorantes en los alrededores de la caldera de Pairique, ubicada al norte del área en estudio.

Brecha pumicítica intercalada en la cuenca terciaria del sur de Coranzulí

Unos 13 km al sur-suroeste del pueblo de Coranzulí existen conglomerados rojizos parcialmente decolorados, que componen la parte superior de una cuenca terciaria, allí predominantemente pumicítica, de unos 200 m de espesor. Entre ellos se intercala concordantemente un nivel piroclástico inconsolidado de llamativo color blanco, con clastos de pumicita de hasta 2 cm que evidencian su estratificación y disposición inclinada, y un 5 % de fragmentos accesorios y accidentales oscuros. Su espesor alcanza los 40 m (muestra CP 22). Mas al oeste, sobre la ruta a Coranzulí, con aspecto similar aunque finamente estratificada, afloran areniscas volcánicas que podrían estar relacionadas con este mismo nivel.

Es una *brecha pumicítica riolítica biotítica*. Predominan en ella las trizas y pumicitas totalmente frescas. Los cristaloclastos son de plagioclasa, cuarzo (con leves tonalidades rosadas en los pocos que alcanzan diámetros de 1 mm), sanidina y biotita. Las composiciones dominantes de plagioclasas fueron An₄₈, An₄₅ y An₃₇ (véase figura 5). En general los cristales

constan de pocas zonas más sódicas hacia el borde, aunque se detectaron algunos con zonalidad oscilatoria múltiple con tendencia directa, uno de ellos con núcleo de bitownita (An₇₂). Por encima de esta brecha el perfil del Terciario continúa con un conglomerado de espesor variable (hasta 20 m), sobre el cual se dispone inclinado el característico nivel de la Ignimbrita Susques.

Ignimbrita Susques

Se denomina así al extenso afloramiento de un manto ignimbritico, que depositado en discordancia angular sobre psamitas continentales rojizas del Terciario, y yaciendo por debajo de los fanglomerados dislocados grises de pie de sierra de la Formación Trancas (Schwab, 1971), aparece en la localidad de Susques y sus alrededores. El espesor de este nivel, cuyo techo ha sido erosionado, es de 10 metros en Susques, alcanzando más de 30 m hacia el oeste, en donde yace sobre sedimentitas ordovícicas. Unos 13 km al sur-suroeste de Coranzulí, la Ignimbrita Susques compone un banco de 15 m inclinado hacia el sur-sureste, intercalado entre los conglomerados rojizos terciarios de la zona. Como ya se expresó, un nivel conglomerádico separa allí su base de las brechas pumicíticas blancas precedentemente descritas, y es de suponer que la Ignimbrita Susques forme parte del sustrato sobre el que más al sur se depositaron las sedimentitas finas de tonalidades gris verdosas de la cuenca terciaria superior que aloja la mina de bórax de Loma Blanca.

Un banco de toba riolítica biotítica fina, maciza, de color rosado, de 1 a 2 m de espesor aflora debajo de la Ignimbrita Susques en la localidad tipo. Sus cristaloclastos de plagioclasa presentan zonalidad oscilatoria múltiple con composiciones ilustradas en el gráfico de la figura 5 (muestra 46).

Las formas de erosión que caracterizan a la Ignimbrita Susques presentan un diaclasamiento vertical de superficies algo irregulares frecuentemente curvas, que sólo en pequeños sectores llegan a ser planas y de paredes lisas. Su espaciado más frecuente es del orden de los 7 m. Los diaclasamientos oblicuos y horizontales tienen poco desarrollo. Una tinción pardo rojiza muy clara se observa sobre las superficies de diaclasas en la parte superior de los afloramientos.

En todos los casos se trata de rocas con textura eutaxítica, con *fimmes* grisáceos en matriz generalmente porosa blanca de brillo mate. Los

fiammes alcanzan hasta 10 cm de longitud, y su relación de deformación aparente en la localidad tipo suele ser 4/1 a 5/1.

En los destapes de la ruta que une Susques con Jujuy se la observó maciza, de color gris oscuro, algo más fina y con brillo vítreo (muestras CP 47 y 63). Modalmente es una *ignimbrita riodaquítico biotítica*, y químicamente su composición corresponde a una dacita, según la clasificación TAS (Le Maitre *et al.*, 1982). La fracción cristaloclástica es abundante destacándose en las muestras de mano granos de cuarzo de hasta 0,7 cm con leve tonalidad rosada, feldespatos incoloros a blanquecinos de tamaños algo menores y láminas de biotita fresca de hasta 1 mm de diámetro. Los litoclastos accesorios suelen ser escasos (menos del 1 %), siendo notables entre ellos los de autolitos dacítico-biotíticos oscuros, formados por finos cumulos de plagioclasa, biotita y cuarzo. Como litoclastos accidentales, generalmente en proporción del 1 % del volumen, participan metalimolitas y metalutitas sericiticas y sericitico-cloríticas, provenientes del basamento paleozoico.

La composición de la fracción cristaloclástica se ilustra en el cuadro I y en la figura 5. Entre los accesorios se destaca la abundancia de apatita que a veces contiene películas biotíticas en su interior o núcleos pardo violáceos. La plagioclasa suele presentar zonalidad gradual tanto directa como inversa y raramente fuerte zonación oscilatoria múltiple. Los vitroclastos varían de aspecto en las diversas localidades y las diversas alturas dentro del manto. En pocos casos el vidrio es macizo y se ha preservado totalmente fresco. Más comúnmente, tanto el vidrio macizo como el pumicítico con notable aplastamiento, permanecen como relictos con bordes esferulíticos en donde predomina el feldespato alcalino, originándose espacios y fracturas recubiertos por películas zeolíticas débilmente birrefringentes. Es común que los vitroclastos se encuentren casi totalmente desvitificados y convertidos en agregados axiolíticos y esferulíticos de probables cristobalita y feldespato alcalino, y de zeolitas, participando a veces sulfatos como relleno de cavidades. Otros vitroclastos se encuentran convertidos en agregados felsíticos argilizados, además de axiolíticos parcialmente sustituidos por zeolitas. La matriz se presenta, por lo general convertida en un agregado arcilloso pardusco escasamente birrefringente, entre el cual suelen intercalarse diminutos agregados esféricos de zeolitas casi isotropas, laminillas anhedrales de biotita débilmente pleocroica y gránulos de óxidos de hierro. En pocos casos la matriz aparece vítreo (véase Lámina I foto 4), conteniendo pequeños cristallitos, hojuelas biotíticas y gránulos opacos. La incipiente argilización suele conferir a la matriz una fina textura felsítica.

Ignimbrita Tocol

Bajo esta denominación se describe aquí un manto ignimbritico subhorizontal compuesto por dos o más niveles, cuyos afloramientos for-

man una faja de aspecto homogéneo, con diseño de drenaje paralelo, denso y regular al sur del volcán Coranzulí, en donde están atravesados por el río Coranzulí. Este manto aparece dispuesto en niveles topográficos más altos que los de la Ignimbrita Susques, a la cual parece cubrir concordantemente.

La localidad tipo se encuentra en las barrancas del río Coranzulí, poco al este de Tocol, en donde pueden apreciarse dos niveles superpuestos de aproximadamente 30 m cada uno. La base no aflora, y media entre ambos una zona de piroclastitas poco coherentes cubierta por los detritos de faldeo (véase foto 2). El nivel inferior presenta partición en lajas horizontales irregulares de alrededor de 5 cm de espesor y sectores macizos con formas de erosión redondeadas. En el nivel superior es prominente el diaclasamiento según superficies subverticales irregulares espaciadas entre sí de 1 a 5 m, y otro subhorizontal que limita bancos más potentes hacia el techo, en donde son de 3 o 4 m. Una tinción pardo rojiza muy clara se observa en algunos casos sobre las diaclasas en la parte superior de los afloramientos. Ambos niveles, caracterizados por escasa coherencia en la parte inferior y una mayor consolidación hacia el techo, están compuestos por rocas porosas, blanco grisáceas, de textura eutaxítica con *fiammes* de hasta 12 cm levemente más oscuros, cuya relación de deformación aparente es 3/1. En el nivel inferior son particularmente comunes los fragmentos accidentales de las formaciones ordovícicas que alcanzan los 20 cm de diámetro.

Entre los fragmentos accesorios son muy característicos aquellos oscuros de aspecto microgranoso o granoblástico fino, que están compuestos por acumulaciones de plagioclasa, biotita y cuarzo, con escaso cemento vítreo y ocasionales fenocristales de plagioclasa, biotita o de cuarzo que engloba poiquilíticamente a los anteriores. En uno de estos autolitos dacíticos la plagioclasa constaba de dos o tres zonas, con núcleos de An₆₀₋₆₇, y bordes marcadamente más sódicos, en los cuales se determinaron composiciones de An₄₀, An₄₂ y An₄₅.

De composición química dacítica, los niveles de la Ignimbrita Tocol son, modalmente *ignimbritas riodaquítico biotíticas* comparables a la Ignimbrita Susques, difiriendo de aquella en la menor coherencia y el menor índice de deformación de los fragmentos de pumicita en la localidad tipo, ubicada unos 30 km al noroeste de la correspondiente anterior.

En la sección delgada suelen participar clastos de pumicitas, una parte de los cuales conserva sus cavidades levemente aplastadas, al tiempo que otros aparecen macizos y con aspecto "estirado", siendo característicos estos diferentes grados de plasticidad al tiempo de la depositación. En el nivel inferior, los fragmentos de plagioclasa, con maclas de albita, Baveno y Manebach, y zonalidad múltiple generalmente poco marcada, tienen composiciones dominantes de An₃₄, An₃₅ y An₃₇. Las plagioclasas del nivel superior son más cálcicas, con zonalidad oscilatoria múltiple notable hacia los bordes, y composiciones dominantes de An₃₇ y An₄₄, con amplio rango de variación en el techo (véase en el gráfico de la figura 5 y cuadro I, las muestras 35-34; 16-17 y 50-51).

Con la Ignimbrita Tocol se correlacionan los afloramientos del norte del Salar de Olaroz que se extienden por el oeste hasta la toma de agua del pueblo de Toro. De este modo su extensión este-oeste sería del orden de los 60 km. También se correlacionan, por sus afinidades petrográficas, 3 niveles que subyacen al denominado Nivel IV en el bloque deprimido del noroeste del volcán Coranzulí, cuya representación escapa a la escala del mapa (muestras 13, 14 y 16-17, figura 5).

Ignimbrita Puesto Lebers

Los estudios petrográficos y análisis químicos llevaron a separar esta unidad piroclástica anteriormente asimilada a la Ignimbrita Tocol. La localidad tipo se encuentra inmediatamente al sureste de Puesto Lebers. Allí, sobre ignimbritas menos coherentes y mediando delgados niveles de surgencia basal, se destaca esta unidad, de 30 m de espesor, colores rojizos y textura eutaxítica con alto índice de deformación aparente (7/1 a 8/1). Presenta buen diaclasamiento columnar con 1 a 2 m de base. Diaclasas oblicuas aparecen ocasionalmente en la parte inferior.

Mesoscópicamente tiene *fiammes* blanquecinos en una matriz rojiza y cristaloclastos de feldespatos incoloros, cuarzo levemente rosado y biotita negra brillante de 1 mm de diámetro.

Como en la mayor parte de las ignimbritas que rodean el volcán Coranzulí, la composición química es dacítica según la clasificación TAS y modalmente se la considera *riodactítica biotítica*.

Su composición está ilustrada en el cuadro I. Presenta oxibiotita y como accesorio apatita, la que suele presentar películas biotíticas en los planos 0001. Existen cristales de plagioclasa de aspecto homogéneo y composición de An₃₉ y otros con fuerte zonación oscilatoria múltiple, destacándose zonas cribadas de labradorita (véase gráfico figura 5). Los vitroclastos son frescos y macizos con incipiente desvitrificación, bordeados por chabazita que suele disponerse como esferulitas imperfectas de aspecto "espon-

joso", y algunas pequeñas esferulitas de feldespato alcalino. La matriz está pigmentada por óxidos de hierro.

Ignimbrita Abra Rachaite

El manto ignimbrítico superior que aflora a ambos lados del valle glacial que pasa por Abra Rachaite, presenta algunos rasgos morfológicos que le son peculiares y que permiten diferenciarlo de los demás. El más llamativo es un diaclasamiento relativamente fino de superficies curvas fuertemente inclinadas, visible en los cortes transversales (véase foto 3). En algunos sectores se aprecia también un diaclasamiento vertical tendiente a columnar, con algunos planos transversales y horizontales poco definidos, además de la mencionada partición en lajas subverticales. Estas características se suman a una textura eutaxítica con altos índices de deformación (6/1 a 7/1), y una variable disposición de la fluidalidad que en partes llega a ser vertical. Su espesor visible es de 50 m, y el real probablemente sea mucho mayor, según se desprende del mapeo realizado por Coira (1979), quien lo incluye en su Formación Zapaleri, la cual yace sobre brechas y lavas andesíticas de la Formación VicuñaHuasi.

Los análisis químicos de muestras de la Ignimbrita Abra Rachaite correspondieron a riolitas cercanas al campo de las dacitas (véase figura 7) y, paradójicamente si se las compara con las restantes unidades (Ignimbritas Susques, Tocol, Puesto Lebers, etc.), en las descripciones petrográficas se las clasifica como *ignimbritas dactítico biotíticas*, debido a la baja proporción de sus fenocristales de sanidina (menor que un 5 %). De ello se deduce que un contenido potásico relativamente más alto debe caracterizar a los vitroclastos y la matriz de esta unidad.

Macroscópicamente su aspecto es más compactado (menos poroso) que el de las ignimbritas precedentemente descritas. Los colores de la matriz son grises oscuros frecuentemente con tonalidades verde amarillentas, los *fiammes* suelen ser grises o levemente rosados, más claros que la matriz. La fracción cristaloclastica es similar a la de las restantes ignimbritas (Susques, Tocol, Puesto Lebers), con cuarzo de tonalidades débilmente rosadas, feldespatos blanquecinos y biotitas negro brillantes.

Al microscopio están densamente soldadas, con evidentes líneas de compresión entre los cristaloclastos, textura que suele aparecer total o parcialmente obliterada debido a una intensa desvitrificación y recristalización. Los fragmentos de plagioclasa presentan fuerte zonalidad oscilatoria múltiple y sus composiciones se ilustran en la figura 5. Como resultado de alteración en algunos individuos

cribados aparece albita secundaria, adquiriendo el conjunto el aspecto de pertitas maculosas. El cuarzo muestra notables engolfamientos y en algunos casos encierra poiquilíticamente cristales de plagioclasa. La biotita puede aparecer parda y fuertemente pleocroica o parcialmente decolorada. Ella presenta gruesos rebordes opacos y en algunos casos fue totalmente reabsorbida por la matriz. En la apatita suelen verse películas biotíticas en el *parting* 0001. Los vitroclastos y matriz se diferencian con dificultad, componiendo ambos un conjunto de color pardo, con texturas que varían entre felsíticas, esferulíticas y los mosaicos granoblásticos, con agregados zeolíticos concentrados en algunos sectores. Las texturas granoblásticas suelen estar formadas por albita, y derivan de anteriores esferulitas cuyo diseño frecuentemente está indicado por la distribución de pequeñas impurezas. En los agregados esferulíticos predomina el feldespato potásico, y en algunos casos se aprecia una zonación concéntrica, llegándose a identificar 8 capas superpuestas. Es común una alteración arcillosa leve de coloración pardusca que afecta a vitroclastos y matriz, y en algunos casos se agrega la presencia de una clorita.

Ignimbritas del Nivel IV del noroeste del volcán Coranzulí

En el bloque deprimido limitado por dos fracturas noroeste-sureste del noroeste del volcán Coranzulí se identificaron 5 niveles ignimbríticos superpuestos. Los 3 inferiores fueron correlacionados con la Ignimbrita Tocol. El cuarto, o penúltimo nivel, aflora como una faja de unos 26 km de largo y 5 km de ancho, con espesores de hasta 80 metros.

Su afloramiento tipo está en la quebrada que alcanza desde el oeste la ruta que une Coranzulí con mina Pirquitas, 25 km al norte de la desembocadura del río Doncellas. Se trata de un manto moderadamente consolidado de una ignimbrita porosa, blanco grisácea con baja relación de deformación (hasta 2/1). El diaclasamiento vertical está poco desarrollado y sólo en la parte superior, siendo en cambio comunes las diaclasas oblicuas.

Químicamente es dacítica (Muestra CP 78) y modalmente *riodacítica-biotítica*.

Al microscopio, textura y composición son comparables a las de las restantes ignimbritas poco consolidadas de la zona, destacándose la presencia de clinopiroxeno (1 %). Los vitroclastos son pumicitas frescas indeformadas o con cavidades tubulares orientadas. También las trizas menores son frescas, y la matriz es levemente anisótropa, felsítica, distinguiéndose escasas hojuelas arcillosas, cloríticas, sericiticas y biotíticas. Petrográficamente semejante a los niveles infrayacentes de la ignimbrita Tocol, sus fragmentos de plagioclasa se diferencian por una más contrastante zonación oscilatoria múltiple predominantemente inversa.

Ignimbrita del nivel V del noroeste del volcán Coranzulí

La ignimbrita superior o del nivel V del noroeste del volcán Coranzulí se extiende al

este-sureste de la anteriormente descrita. Aflora como un banco de 12 m con diaclasamiento columnar bien desarrollado aunque irregularmente espaciado (1 a 7 m de base) que yace sobre niveles de surgencia basal representados por 1,5 m de tobas laminadas blancas y violáceas con frecuente estratificación gradada inversa. La base de este conjunto es un nivel de más de 20 m, de cenizas gris azuladas con bombas de pumicita de hasta 5 cm de diámetro.

Es de color blanco grisáceo, moderadamente coherente y de textura eutaxítica, con *fiammes* de hasta 8 cm cuyo índice de deformación aparente alcanza 4/1. Presenta cristaloclastos feldespáticos, de cuarzo y de biotita, y aproximadamente un 1 % de litoclastos accidentales oscuros, de metasedimentitas finas.

Químicamente es dacítica y modalmente *riodacítica biotítica*.

Al microscopio es comparable a las restantes ignimbritas de la zona (véase cuadro I) con un 15 % de vitroclastos frescos y 40 % de matriz vítrea con escasas laminillas biotíticas y gránulos opacos. La mayoría de sus fragmentos de plagioclasa presenta marcada zonación oscilatoria múltiple cuyas composiciones se indican en la figura 5.

Ignimbrita Supisami

El torrente de barro que desde la base del cerro Supisami se deslizó hacia el este, está compuesto por bloques de una roca que representa el nivel ignimbrítico más alto aflorante en dicha localidad. Se trata de una ignimbrita de color gris, de textura eutaxítica cuya relación de deformación alcanza 6/1 con *fiammes* oscuros de hasta 8 cm de largo. Los clastos accidentales de metasedimentitas son pequeños y componen no más de 1 % del volumen de los bloques. Es característica la abundancia de láminas biotíticas frescas a ideomorfas de tamaño seriado que alcanza los 4 mm de diámetro, tamaño excepcional entre las ignimbritas de la región. También son abundantes los cristales bipiramidales de cuarzo de 3 a 4 mm, con leve tonalidad rosada en los mayores. Las plagioclasas son traslúcidas con núcleos cribados blanquecinos, y raramente exceden los 2 mm de largo.

Químicamente son dacíticas y modalmente *riodacíticas biotíticas*.

Al microscopio revelan moderado grado de aglutinación en trizas total o parcialmente desvitrificadas con texturas axiolíticas y esferulíticas. Las últimas, compuestas por cristobalita y feldespato alcalino, suelen presentar zonación concéntrica (Lámina I foto 5), distinguiéndose hasta 5 capas formadas por intercrecimientos feldespáticos fibrosos con bordes de cristobalita. Es característico también el tamaño

muy variado de los cristaloclastos entre los cuales la plagioclasa presenta zonalidad oscilatoria múltiple predominantemente directa cuyas composiciones se aprecian en la figura 5. En pocos casos existen cavidades rellenas por agregados de feldespato alcalino límpido fibroso radiado.

Ignimbritas de la zona de Puesto Puca, al oeste de Toro.

Además de piroclastitas finas poco consolidadas que representan el extremo occidental de las ignimbritas provenientes del área de Coranzulí, al oeste del pueblo de Toro se ha constatado la presencia de otras dos ignimbritas con características particulares, cuyos contenidos de trazas permiten discriminarlas.

Una de ellas, muy fracturada y afectada por alteración hidrotermal aflora poco al oeste de Puesto Puca (CP 71). La roca es coherente, de color blanco mate, carente de cristaloclastos notables y brechosa. El análisis químico por elementos mayoritarios refleja las modificaciones introducidas por el hidrotermalismo, por lo que resulta clasificarse como una riolita. Pero al microscopio es una *ignimbrita fenoandestítica biotítica* con abundantes trizas indeformadas que encierran cristaloclastos de plagioclasa y oxibiotita. La matriz tiene alteración sericitico-silíceo, la que parcialmente alcanza a plagioclasas y biotitas. La plagioclasa presenta fina zonación múltiple en los bordes de los cristales.

Topográficamente por encima de la ignimbrita anterior existen unos 20 m de depósitos freatomagmáticos constituidos por tobas gris azuladas y blanquecinas con laminaciones paralelas y diagonales y algunas intercalaciones lapillíticas, que afloran con rumbo noreste inclinando unos 15° al noroeste. Sobre ellos se destaca un manto ignimbrítico vitrofórico de más de 20 m de espesor, cuya fluidalidad inclina fuertemente al nor-noreste. Son notables el brillo vítreo en algunos sectores y la estructura bandeada debida al acentuado flujo laminar resaltada por la alternancia de colores negros, grises y rojizos.

Químicamente es dacítica y modalmente una *ignimbrita riódacítica biotítica*.

La textura microscópica revela trizas densamente aglutinadas con remanentes de vidrio fresco de fracturas perlíticas en los de mayor tamaño, cuyos bordes son esferulíticos esencialmente feldespáticos parduscos con cristobalita incolora en la base. Las trizas menores muestran intensa deformación plástica, y desvitrificación a agregados axiolíticos con núcleos felsíticos. Los cristaloclastos, poco fragmentados, son en su mayor parte de plagioclasa homogénea o con débil zonalidad múltiple. Un cristal reveló características ópticas de plagioclasa plutónica (véase figura 5).

Este manto de ignimbritas vitrofóricas presenta algunas características correspondientes a los derivados de flujos de cenizas de alta temperatura, gran volumen y aspecto lávico descritos por Ekren *et al.* (1984) como carentes de calderas. Pero estas rocas son biotíticas (a diferencia de aquellas) y probablemente correlacionables con las que, unos 10 km al norte, coronan los cerros que bordean la caldera de Pairique.

*Ignimbrita Jama (Gorustovich *et al.*, 1985)*

Al oeste del salar de Jama se observan niveles ignimbríticos que constituyen el borde oriental de mantos elongados en sentido nortesur, que se extienden desde el territorio chileno en donde deben localizarse sus zonas de emisión. En el extremo noroeste del salar, la ignimbrita aflorante fue precedida por una fase freatomagmática que dió lugar a más de 13 m de depósitos de surgencia basal.

El nivel inferior aflorante de la Ignimbrita Jama conforma un banco de unos 4 m con delgadas intercalaciones laminadas grisáceas. Presenta un diaclasamiento vertical con superficies curvas y a veces planas, espaciado unos 5 m, y partición horizontal que delimita bancos de diferente espesor. Lo integra una piroclastita fina, con algunos clastos pumíceos mayores de hasta 4 cm, sin indicios de aplastamiento. Su color es gris blanquecino con pequeñísimas láminas biotíticas diseminadas y vitroclastos blancos.

Es una *ignimbrita escasamente aglutinada de composición fenodacítica biotítica*.

Al microscopio aparece formada por un 40 % de cristaloclastos, 20 % de vitroclastos pumíceos con notable deformación plástica, y trizas vítreas indeformadas, incluidos en una matriz arcillosa de color pardusco.

El nivel superior de la Ignimbrita Jama, concordante sobre el anterior, se caracteriza por un diaclasamiento columnar bien desarrollado con bases de 2 y 3 m, además de una partición en las horizontales en el techo. Su espesor es del orden de los 10 m, la textura claramente cutaxítica y su coloración grisácea.

Es una *ignimbrita fenoandestítica biotítica hornblendífera*.

Al microscopio se aprecia moderado grado de aglutinación con trizas deformadas desvitrificadas en texturas axiolíticas y esferulíticas compuestas predominantemente por feldespato potásico. También las trizas menores se encuentran deformadas, y conjuntamente con la matriz están transformadas en agregados arcillosos-zeolíticos. Los cristaloclastos componen sólo un 25 % de los cortes y son

predominantemente de plagioclasa y biotita, con menores proporciones de hornblenda parda y verde, sanidina, clinopiroxeno, apatita, circón y titanita.

Los cristales de plagioclasa contenidos en los dos niveles de la Ignimbrita Jama revelan composiciones más sódicas hacia el superior (véase figura 5). Los cristaloclastos suelen ser muy pequeños y presentar unas pocas zonas.

Los niveles más altos de la Ignimbrita Jama cubren a la Ignimbrita del noroeste del salar del Rincón en el sur, y a lavas andesíticas del cerro Jama hacia el norte.

INTERPRETACION DE LOS ANALISIS QUIMICOS

Los análisis químicos de las muestras y sus composiciones normativas se presentan en el cuadro II. Para poder interpretar su quimismo, en el cuadro III se resumen las composiciones modales de estas ignimbritas y el contenido de anortita de su plagioclasa, obtenido como el

promedio de todas las determinaciones de composiciones principales en sus cristales.

Químicamente son rocas peraluminosas saturadas en sílice, cuyos índices de diferenciación oscilan entre 71 y casi 79. La muestra CP 71 (6) no debe ser considerada por presentar una alteración hidrotermal que incluye silicificación.

Los gráficos de la figura 6 ilustran las variaciones composicionales de las rocas con respecto a sus índices de diferenciación. Entre los elementos mayoritarios la tendencia más regular la presenta el CaO, y en menor grado: el hierro total expresado como F_2O_3 , Al_2O_3 , K_2O y SiO_2 .

Los contenidos en trazas, en cambio, parecen revelar algunas relaciones interesantes. Al interpretar la distribución de estos elementos se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos por Hahn *et al.* (1979) para la ignimbrita de los Chocoyos (Guatemala), quienes detectaron importantes variaciones regulares, con disminuciones en los contenidos de FeO, Sr, Ti, y Zr, y aumento de Rb para una misma unidad, al

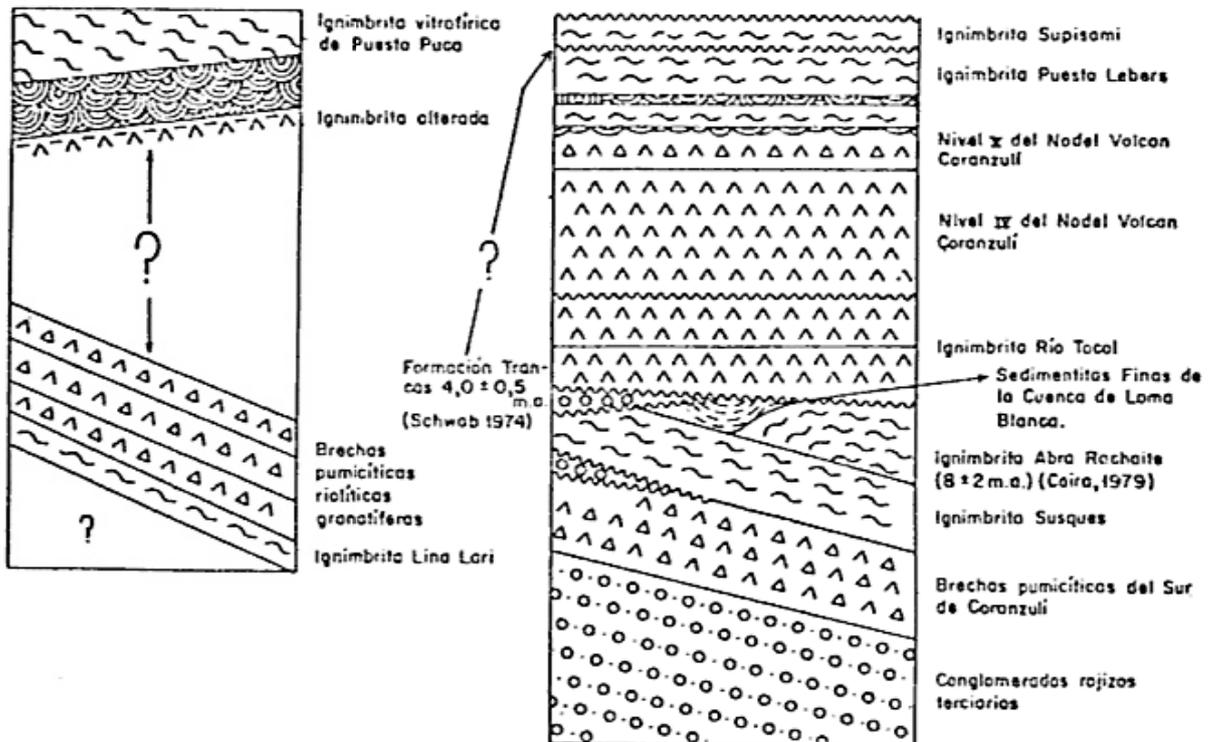


Figura 4.— Esquemas estratigráficos de las zonas del Río Pairique (izquierda) y del área Coranzulí-Susques (derecha).

Cuadro II: Análisis químicos y cálculos normativos de las muestras estudiadas.

	CP33	CP47	CP68	CP69	CP70	CP71	CP73	CP74	CP76	CP77	CP78
SiO ₂	64.5	64.9	65.5	66.5	65.3	69.4	63.9	63.9	65.0	63.5	65.4
TiO ₂	1.05	0.88	1.05	1.01	1.33	0.90	1.07	1.19	1.37	1.03	0.93
Al ₂ O ₃	15.82	16.38	15.39	15.84	16.65	12.54	16.96	16.26	16.08	17.25	15.68
Fe ₂ O ₃	1.85	1.52	2.40	2.51	3.60	2.19	2.01	1.49	1.29	2.01	2.22
FeO	1.62	1.42	0.95	1.12	0.37	0.23	1.74	1.57	1.57	1.74	1.37
MnO	0.04	0.05	0.06	0.04	0.05	0.006	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04
MgO	1.32	1.16	1.00	0.94	1.40	0.87	0.92	1.25	0.96	0.80	1.31
CaO	2.69	2.79	2.70	2.80	2.97	1.83	3.89	3.08	2.74	2.92	2.99
Na ₂ O	2.70	3.25	2.67	2.73	2.99	1.65	2.76	2.87	2.47	2.91	2.76
K ₂ O	4.41	4.90	3.93	3.72	3.74	3.13	3.65	4.35	4.14	3.89	3.52
P ₂ O ₅	0.26	0.26	0.25	0.24	0.25	0.17	0.24	0.29	0.23	0.26	0.23
H ₂ O ⁺	2.58	2.74	2.57	2.36	1.78	4.78	2.92	3.04	3.39	3.27	2.60
H ₂ O ⁻	0.58	0.15	1.05	0.83	0.23	2.76	0.66	0.24	0.25	0.33	0.59
Sumas	99.42	100.40	99.52	100.64	100.66	100.46	100.78	99.58	99.54	99.65	99.64
Rb	217	239	201	190	188	161	208	228	198	236	160
Sr	404	413	397	384	457	168	304	422	321	430	440
Y	25	21	23	24	26	30	30	25	35	22	27
Zr	111	108	116	131	140	136	173	134	140	136	123
Th	13	12	10	14	14	13	17	14	14	17	9
U	-	2	1	8	4	4	2	2	1	-	-
Ba	530	596	470	400	552	378	542	560	476	528	572
Q	25.87	20.84	29.59	30.48	26.22	46.33	25.61	23.75	29.33	27.17	29.25
C	2.41	1.33	2.53	2.90	2.93	3.77	2.06	1.98	3.24	4.04	2.56
Or	27.06	29.67	24.22	22.55	22.38	19.93	22.16	26.72	25.55	22.10	21.54
Ab	23.76	28.16	23.50	23.70	25.65	15.05	24.02	25.23	21.76	25.64	24.18
An	12.13	12.43	12.33	12.57	13.27	8.57	18.17	13.91	12.60	13.32	13.80
En	3.41	2.96	2.59	2.39	3.53	2.34	2.37	3.24	2.49	2.07	3.38
Mt	2.41	2.24	0.19	0.83	-	-	2.75	1.83	1.30	2.85	1.94
Hm	0.25	0.02	2.36	2.01	3.64	2.36	0.17	0.29	0.45	0.13	0.96
Il	2.06	1.71	2.09	1.97	0.91	0.53	2.09	2.35	2.71	2.04	1.82
Ru	-	-	-	-	0.87	0.69	-	-	-	-	-
Ap	0.64	0.64	0.60	0.60	0.60	0.43	0.60	0.70	0.57	0.64	0.57
Índice de diferenciación (DI)	76.69	78.67	77.31	76.73	74.25	81.31	71.79	75.70	76.64	74.91	74.97

aumentar la distancia con respecto al foco de emisión. La migración del U al cristalizar la matriz de ignimbritas fue comprobada por Stuart *et al.* (1983), mediante el mapeo de trazas de fisión. Estos últimos autores suponen además notables pérdidas en los contenidos de Y y Th durante la cristalización, por comparación de sus contenidos con los de Zr en piroclastitas granofíricas y vítreas.

Cuadro III: Composición modal estimada de las muestras analizadas y composición de sus cristaloclastos de plagioclasa.

N°	Muestra	% An mol(%)	% Crist. y fencor.	Plag. % (**)	Sm. % (**)	Blat. % (**)	Cuarzo % (**)	Otros
1	CP33	37.33	45	59	8	15	18	
2	CP47	40.00	45	75	5	12	8	
3	CP63	37.75	60	61	4	15	20	
4	CP69	39.60	60	64	4	12	20	
5	CP70	41.00	47	66	8	16	10	
6	CP71	44.20	12	59	-	50	-	
7	CP73	47.80	40	61	6	18	15	
8	CP74	45.00	30	64	5	20	9	Ap. Zr. op. 31
9	CP76	49.00	40	59	8	22	20	
10	CP77	35.00	45	58	7	15	20	
11	CP78	35.60	55	62	8	10	20	

(*) Número de identificación en los gráficos de las Figuras 6 y 7.

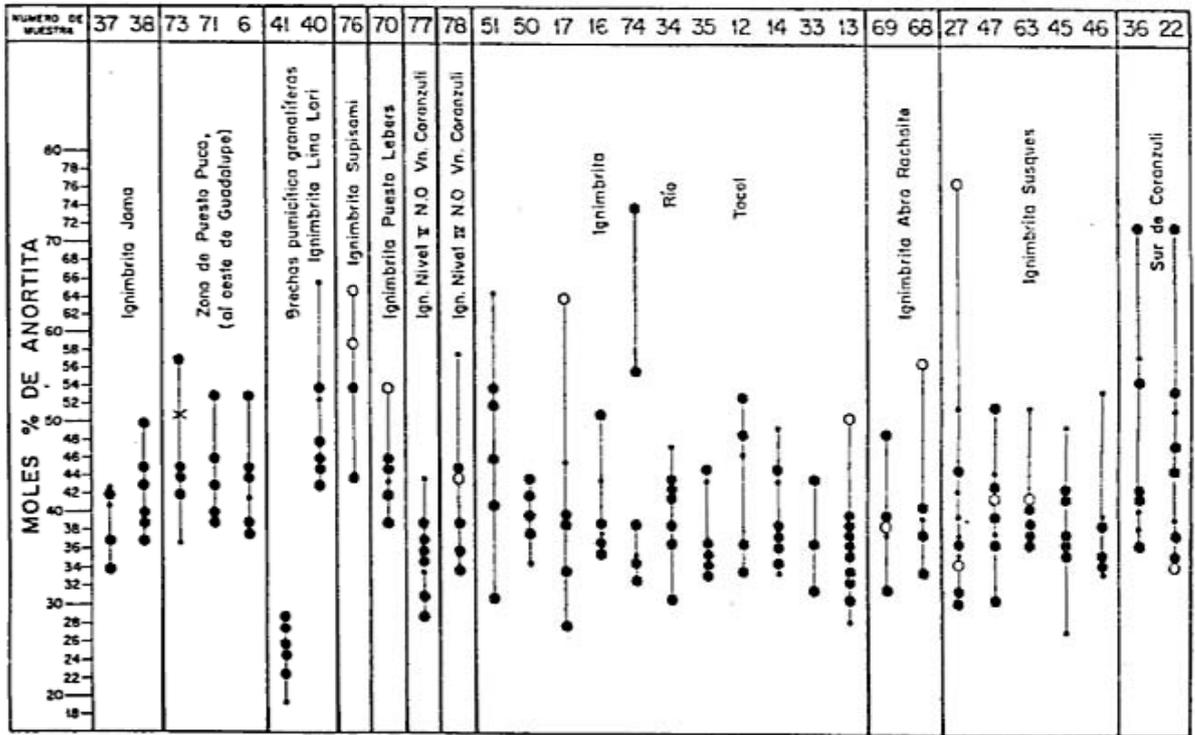
(**) Contenidos de anortita obtenidos como el promedio de todas las composiciones predominantes determinadas con platino universal en los cortes petrográficos.

(***) Porcentaje de la fracción cristaloctástica.

De las muestras analizadas en el presente trabajo, dos aparecen totalmente vítreas (2 y 7); dos han cristalizado completamente (3 y 4); una está afectada por alteración hidrotermal (6) y las seis restantes (1, 5, 8, 9, 10 y 11) presentan desvitrificación parcial.

Si las consideraciones antes expresadas referidas en el trabajo de Hahn *et al.* (1979), influyeran sobre los contenidos en trazas en una medida mayor que los contenidos originales, resultaría que aquellas piroclastitas más finas y evidentemente lejanas con respecto al foco de emisión como lo son las muestras 2 y 8, aparecerían con los más altos valores de Rb y los más bajos de Sr, Zr, FeO y TiO₂, en tanto que lo contrario ocurriría con las más cercanas, con las cuales podría corresponderse la muestra N° 9 (Ignimbrita Supisami). Y desde el punto de vista del grado de cristalización según el trabajo de Stuart *et al.* (1983), las muestras vítreas número 2 y 7 deberían ser las más ricas en Y y Th, en tanto que las más pobres deberían ser las número 3 y 4.

Como puede observarse en el cuadro II y en la figura 6, tales suposiciones no se cumplen rigurosamente. En cambio, si se observan los correspondientes gráficos de las figuras 6 y 7, resultan muy llamativas algunas disposiciones,



● Composiciones dominantes - ○ Zonas delgadas intercaladas
○ Zonas enebadas - X Con características estructurales de plagioclasas plutónicas. (La ubicación de las muestras se indica en la tabla 1) -

Figura 5.— Composiciones determinadas en fragmentos de plagioclasas.

a veces casi lineales, de un conjunto de muestras, cuando se comparan con el índice de diferenciación o con la relación Rb/Sr, los contenidos de Zr, Y y Sr.

Tres de las muestras aparecen insistentemente desplazadas de este ordenamiento. Son las que llevan los números 6, 7 y 9. El alejamiento del conjunto se verifica también en el diagrama Zr-Sr-Rb utilizado para correlacionar ignimbritas (Hahn *et al.*, 1979) y en el cual, como término de comparación se incluyen otros valores conocidos de ignimbritas de la Puna. La muestra 6 (del nivel inferior aflorante en Puesto Puca) es difícil de comparar por su composición modal muy diferente, pero conjuntamente con la 7 (nivel superior, vitrofírico de Puesto Puca) provendrían de la zona de Pairique, y por lo tanto no estarían genéticamente relacionadas con las de Coranzulí. La muestra 9 en cambio corresponde a la Ignimbrita Supisami ubicada en los niveles topográficos más altos en el área de afloramientos de las ignimbritas Coranzulí. Sus contenidos de las

trazas investigadas no indicarían una estrecha relación genética con las restantes.

Las demás ignimbritas probablemente se encuentren genéticamente vinculadas. Las relaciones estratigráficas extraídas de la imagen satelitaria y verificadas en el campo señalan una secuencia probable desde las unidades superiores a las más antiguas: Ignimbrita Puesto Lebers? - Ignimbrita Nivel V del noroeste del volcán Coranzulí - Ignimbrita del Nivel IV del noroeste del Volcán Coranzulí - Ignimbrita Tocol - Ignimbrita Abra Rachalte - Ignimbrita Susques, representadas en los gráficos por los puntos 5 - 10 - 11 - 1 y 8 - 3 y 4 - 2 respectivamente. Ellas muestran una variación composicional progresivamente más básica en el tiempo (Sr, Y, Zr, CaO con respecto al DI; y en menor medida los diagramas AFM y Na-K-Ca).

La representación de los contenidos de CaO de las rocas totales en función de la composición ponderada de los cristales de plagioclasa muestra una tendencia a su relación directa para parte de las muestras (véase figura 7). Dentro del conjunto parecería que las

Asociación Geológica Argentina

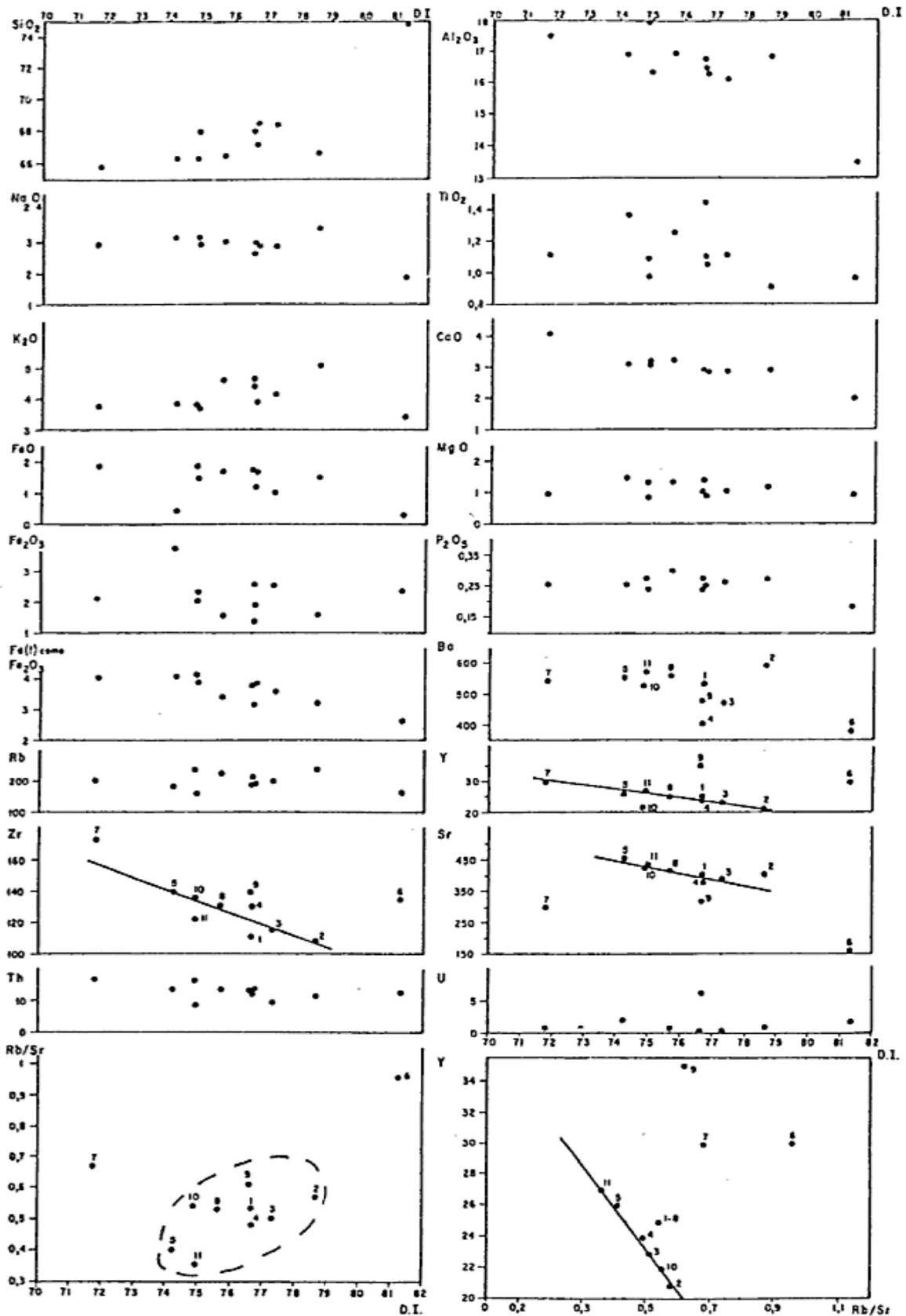


Figura 6.— Diagrama de variación de las muestras estudiadas. Los óxidos están expresados en gr %, las trazas en ppm.

plagioclasas de las muestras 11, 10 y 7 fueran poco cálcicas para la roca en que se encuentran, en tanto que las 9 y la 6 lo fueran en exceso. En el caso de la muestra 6 esto se explica fácilmente por la alteración hidrotermal que la afecta, en las otras existe una vinculación entre las temperaturas de formación de los fenocristales y esta relación. En tal caso las plagioclasas de la Ignimbrita Supisami (9), que frecuentemente están cribadas, se habrían formado a temperaturas relativamente más altas y lo contrario ocurriría con las de los niveles IV y V del noroeste del volcán Coranzulí (11 y 10) y la ignimbrita vitrofírica de Puesto Puca (7). La determinación en esta última de un cristal de plagioclasa estructuralmente plutónico sería acorde con esta suposición. El contenido en Y de la roca total está estrechamente relacionado con la composición de las plagioclasas, concentrándose en las más anortíticas. La ubicación de las muestras está afectada por las composiciones modales, pero es independiente de la alteración hidrotermal.

CONSIDERACIONES FINALES

Las ignimbritas que rodean el centro efusivo de Coranzulí-Chachial químicamente se clasifican como dacitas, o riolitas cercanas al campo de las dacitas en el esquema TAS (Le Maitre *et al.*, 1982), modalmente pueden ser consideradas riodacíticas biofíticas y aparecen concentradas en el campo de las riodacitas-dacitas por sus contenidos de SiO₂, Zr y TiO₂, según el gráfico de Winchester y Floyd (1977) (véase figura 7).

Elas presentan en su conjunto y en detalle una zonación composicional estratigráfica hacia términos progresivamente más básicos con disminución de la edad, que se traduce en las variaciones de sus índices de diferenciación, composiciones de cristales de plagioclasa (véase cuadro II y figura 5) y parcialmente en los diagramas AFM y Na-K-Ca (véase figura 7). Este tipo de evolución ha sido observado en otras secuencias ignimbríticas (Lipman, 1968; Ekren *et al.*, 1984), donde fue interpretado como originado en una zonación composicional previamente existente en la cámara magmática, la que habría descargado inicialmente sus porciones más diferenciadas (Baker y McBirney, 1985). Una tendencia evolutiva comparable a la de las ignimbritas Coranzulí ha sido identificada en la Puna en la secuencia piroclástica-

lávica del volcán Tuzgle (Coira y Paris, 1981; Aquater, 1981; Koukharsky, 1985a).

El grupo de ignimbritas que rodea el volcán Coranzulí presenta comportamientos análogos a los de la Toba Bishop (Hildreth, 1979) para el Zr, Ba y Sr (que aumentan hacia los términos superiores) y para el Rb (que disminuye). El Y y el Th cuyas proporciones en nuestro caso aumentan hacia las unidades estratigráficamente más altas presentan, en cambio, una evolución exactamente opuesta.

Con respecto a la posición de los centros de emisión, para la Ignimbrita Susques estaría ubicado al este del actual edificio del volcán Coranzulí. La Ignimbrita Abra Rachaite con su particular diaclasamiento, sus estructuras de flujo laminar e importante espesor en Abra Rachaite, debe haber tenido la zona de surgencia cercana a la localidad homónima, probablemente relacionada con la fractura noreste-suroeste que la vincula con el actual volcán Coranzulí. Las observaciones de imágenes satelitarias apoyan estas consideraciones. En el caso de la Ignimbrita Tocol existen dos opiniones diferentes: en base a observaciones de campo, estudios petrográficos y químicos preliminares y probables correlaciones, la zona de proveniencia de estos sillares químicamente afines a la Ignimbrita Abra Rachaite estaría al este del volcán Coranzulí; los análisis de imágenes satelitarias en cambio, considerando su esquema de distribución, llevan a postular que ella representaría un primer ciclo efusivo ignimbrítico con centro de emisión próximo a la actual ubicación del cerro Supisami. Con respecto a las ignimbritas Puesto Lebers y de los niveles IV y V del noroeste del volcán Coranzulí, la primera y la última originadas en flujos piroclásticos depositados a altas temperaturas que fueron precedidos por episodios freatomagmáticos, sólo se cuenta con los resultados de análisis multiespectrales de escenas LANDSAT, los que sugerirían una relación entre la Ignimbrita Puesto Lebers y los afloramientos ignimbríticos areales del norte del salar de Olaroz (muy similares en sus características geomorfológicas y espectrales). Indicarían, además, que los niveles de las ignimbritas del noroeste del volcán Coranzulí provienen de algún centro de emisión ubicado al sureste de los afloramientos, pudiendo ser coincidente con la actual ubicación del complejo volcánico Coranzulí-Chachial. Los mantos se habrían canalizado siguiendo un amplio corredor tectónico hacia el norte. El último

nivel ignimbrítico (V) conserva regionalmente intactas particularidades geomorfológicas que corroborarían lo apuntado. Para la Ignimbrita Supisami, más joven que las anteriores, la zona de surgencia se encontraría en las proximidades del cerro homónimo, ya que el grupo volcánico de dicho cerro significó una irrupción sobre el borde suroeste de las ignimbritas del noroeste del volcán Coranzulí, luego de haberse producido el resalto principal de la gran falla noroeste-sureste (Mina Aritusa-cerro Concán). Posteriormente a las primeras efusiones se originaron los aparatos volcánicos del grupo de Coyaguaima y, finalmente la avalancha que, portando enormes bloques de ignimbritas, invadió los bajos hacia el este, sureste y sur del cerro Supisami.

En la zona occidental, en Lina Lari, se describieron dos unidades piroclásticas dislocadas de composiciones petrográficas peculiares. La inferior, una ignimbrita alterada de color rojizo y textura eutaxítica, fue clasificada modalmente como de composición andesítica biotítica, probablemente piroxénica y olivínica. La superior consta de varios niveles de brechas pumicíticas y tefras cuya composición reveló ser riolítica granatífera. Esta asociación resulta similar a la observada por Viramonte *et al.* (1984) cerca de San Antonio de los Cobres en la provincia de Salta. El nivel inferior descrito o Ignimbrita Lina Lari podría ser correlacionado con rocas similares que afloran unos 30 km al norte de ella, en la zona de Pairique, donde también están cubiertas por brechas pumicíticas escasamente consolidadas, mediando entre ambas una discordancia erosiva (Koukharsky, 1981).

Al sur de las anteriores, en la zona de Puesto Puca, también se reconocieron dos unidades piroclásticas, pero de diferentes características y probablemente más nuevas. El nivel inferior corresponde a una ignimbrita andesítica biotítica brechosa y afectada por alteración hidrotermal, y el superior, que yace sobre espesos niveles freatomagmáticos, se caracteriza por su brillo vítreo y aspecto lávico. Esta última es químicamente una roca saturada y peraluminosa de composición dacítica con menor índice de diferenciación que las que rodean el volcán Coranzulí. Las relaciones entre sus contenidos de trazas difieren de los de aquellas, al igual que los del nivel inferior, lo que confirma la suposición de su origen vinculado a otro foco de emisión, el que se ubicaría en la zona de Pairique.

La Ignimbrita Jama, en el borde occidental del salar homónimo, consta de dos unidades principales precedidas por niveles freatomagmáticos. Las composiciones son fenodacítica biotítica para la parte inferior y fenoandesítica biotítica hornblendífera para la superior. Su zona de emisión se ubica al oeste, en territorio chileno.

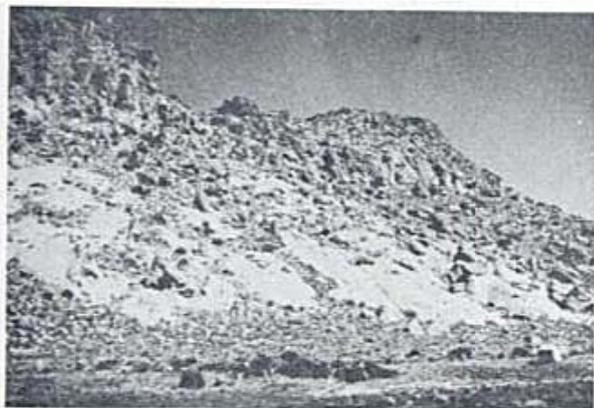
Las relaciones estratigráficas observadas e inferidas están esquematizadas en la figura 4. Las dataciones radimétricas existentes son aún escasas, pero pueden efectuarse algunas correlaciones basadas principalmente en los trabajos realizados por Schwab (1972) y Schwab y Lipold (1974) al sur de esta región, además de otras extraídas de la bibliografía.

La Ignimbrita Susques, intercalada entre conglomerados rojizos parcialmente decolorados o discordantemente dispuesta sobre areniscas rojas consideradas terciarias, está erosionada y cubierta por conglomerados equiparables con la Formación Trancas (Schwab, *op. cit.*), la cual fue datada a través de una intercalación tobácea $4 \pm 0,5$ Ma. Ella puede estar relacionada con los mismos movimientos de los que resultaron los distintos niveles ignimbríticos de la Formación Trinchera (Schwab, 1972), cuyas edades miocenas fueron de $15,8 \pm 0,6$ Ma en río Pircas (Aquater, 1981); $10,8 \pm 0,3$ Ma en río Sijes; $9,9 \pm 0,3$ Ma al suroeste del cerro Bayo Mezquinantes y $8,9 \pm 0,7$ Ma en quebrada Villaspure (las últimas dataciones de Schwab y Lipold, 1974).

Para la Ignimbrita Abra Rachaite, miocena, se cuenta con la datación de la Formación Zapaleri (Coira, 1979), de la cual forma parte, que fuera de 8 ± 2 Ma.

A las ignimbritas: Tocol, Niveles IV y V del noroeste del volcán Coranzulí y Puesto Lebers, se las considera con edades sucesivamente menores, comprendidas entre los 8 ± 2 Ma de la Ignimbrita Rachaite y $2,03 \pm 0,7$ Ma, datación de una lava que las cubre (dacita del lado este de la cumbre del cerro Coranzulí, en Linares, 1981). Pero existe la posibilidad de acotar más estrechamente su datación, si la depositación de los conglomerados de la Formación Trancas fuera posterior a los movimientos tectónicos que también resultaron en la basculación del bloque que contiene las ignimbritas del noroeste del volcán Coranzulí. En este caso todas aquellas rocas tendrían edades comprendidas entre los 8 ± 2 Ma y los $4 \pm 0,5$ Ma (Mioceno superior a Plioceno inferior).

LAMINA I



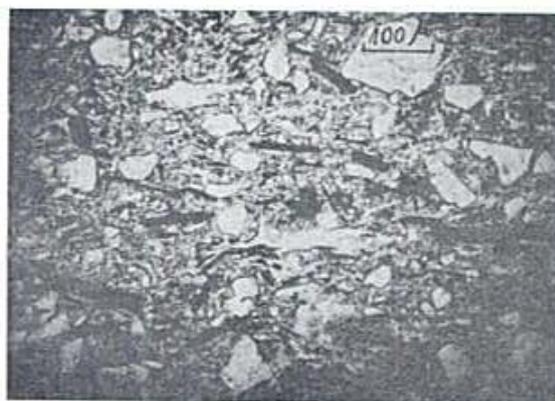
1. Aspecto típico de las ignimbritas cenozoicas de la Puna. Nivel IV del NO del volcán Coranzulf, oeste del camino que une Coranzulf con Mina Pirquitas.



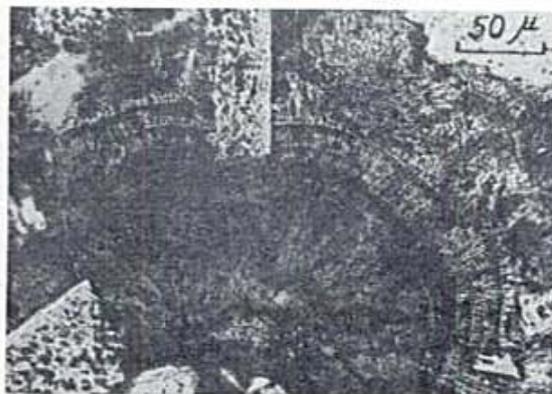
2. Los dos niveles de la Ignimbrita Tocol. Margen izquierda del río Coranzulf.



3. Diaclasamiento en la Ignimbrita Abra Rachaite, al sudoeste del abra Rachaite.



4. Fotomicrografía que muestra la textura de la Ignimbrita Susques en la muestra CP 47.



5. Fotomicrografía. Zonación en la desvitrificación esferulítica de algunos sectores de la Ignimbrita Supisani.

La Ignimbrita Supisami, quizás considerablemente más nueva que las anteriores, podría ser cuartaria.

Entre las rocas piroclásticas del sector occidental, la Ignimbrita Lina Lari resultaría comparable a la Ignimbrita de Campo Colorado (Koukharsky, 1981) que aflora extensamente al noreste del cerro Torona, poco al norte de nuestra zona. Las restantes brechas, tefras e ignimbritas poco consolidadas tienen también sus equivalentes en esa región, lo mismo que la ignimbrita vitrofírica de la zona de Puesto Puca, notablemente similar a las rocas de la parte superior de los cerros que enmarcan la caldera de Pairique, a cuyo complejo efusivo pertenecerían.

La Ignimbrita Jama forma parte del conjunto de mantos superpuestos que integran la faja norte-sur que se extiende desde Chile, en la cual también participa en el sur, la ignimbrita del noroeste del salar del Rincón, datada por Schwab y Lippold (*op. cit.*) en $4,8 \pm 0,3$ Ma. La Ignimbrita Jama cubre a esta última poco al sur del área en estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a las autoridades de la Comisión Nacional de Energía Atómica por permitir la realización de este trabajo y autorizar su publicación.

También desean manifestar su gratitud a quienes de diferentes maneras colaboraron para que el mismo llegara a su término. Ellos son los licenciados Sergio Gorustovich y Franco Guidi del Departamento Regional Noroeste (CNEA) por sus aportes acerca de la geología regional del área durante las tareas de campaña; el licenciado Omar Balcani (CONICET-CNIE) por su colaboración en el procesamiento digital de las imágenes satelitarias; a la licenciada Laura Kleiman (CNEA) por la corrección del resumen en idioma inglés y a los técnicos: Ricardo Rodano de la División Estudios Especiales (CNEA) por su invaluable participación en los análisis de elementos traza por fluorescencia de rayos X; Arturo Barros, del Departamento de Geoquímica y de Aplicaciones Geológicas de la Teleobservación (CNIE), por supervisar y colaborar en la realización de los análisis químicos por elementos mayoritarios; Ana María Gallego y Carina M. Olivelli (CNEA) por el cuidadoso diseño de los gráficos y esquemas que se adjuntan como figuras 4 a 7 y a Edmundo Amato de la División Estudios Especiales (CNEA) por la confección de cortes delgados.

Los autores Magdalena Koukharsky y Ernesto Abril desean agradecer a las autoridades de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales el haber tenido la posibilidad de participar en este trabajo.

Al doctor Eduardo Llambías se agradece la revisión crítica del manuscrito.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AQUATER, 1981. *Exploración geotérmica área del Cerro Tuzgle, provincia de Jujuy, República Argentina. Estudio de prefactibilidad. Informe Geo-Vulcanológico. Secret. Est. Energía, (inéd.), Buenos Aires.*
- BAKER, B. y A. R. McBIRNEY, 1985. *Liquid fractionation. III: Geochemistry of zoned magmas and the compositional effects of liquid fractionation. Jour. Volc. Geoth. Res., 24: 55-81, Amsterdam.*
- COIRA, B., 1978. *Episodios volcánicos cenozoicos en el área de Chajarahuaico-Casabindo, Puna jujeña. VIIº Congr. Geol. Arg., Actas II: 537-551, Buenos Aires.*
- COIRA, B. L. L., 1979. *Descripción geológica de la Hoja 3c, Abra Pampa, provincia de Jujuy. Serv. Geol. Nac., Bol., 170: 90 p., Buenos Aires.*
- COIRA, B. L. y G. PARIS, 1981. *Estratigrafía volcánica del área del cerro Tuzgle (23º50' 24º25'S y 66º16' 66º45'O), provincias de Jujuy y Salta. VIIIº Congr. Geol. Arg., Actas III: 659-671, Buenos Aires.*
- EKREN, E. B., D. H. McINTYRE y E. H. BENNETT, 1984. *High - Temperature, Large - Volume, Lavalike Ash - Flow Tuffs Without Calderas in Southwestern Idaho. Geol. Surv. Prof. Pap., 1272: 76 p., Washington.*
- GARCIA SANCHEZ, A. y J. SAAVEDRA ALONSO, 1983. *Datos analíticos sobre cuatro patrones geoquímicos de Salamanca (granitos S.L.) y técnicas utilizadas. An. Centr. Edaf. y Biol. Ap. Salamanca, C. S. I. C. Inst. Orient. y Asist. Tecn. del oeste de Salamanca, IX, Salamanca.*
- GORUSTOVICH, S. A., J. A. SALFITO, D. G. RUBIOLO y R. J. SUREDA, 1985. *Yacimiento Aguiliri (Puna Argentina): Depósito uranífero en rocas subvolcánicas terciarias. IVº Congr. Geol. Chileno, II: 250-270, Antofagasta.*
- HÄHN, G. y T. MEYERS, 1979. *Geochemical correlation of genetically related rhyolitic ash - flow and air - fall ashes, central and western Guatemala and the equatorial Pacific. Geol. Soc. Am. Sp. Pap., 180: 102-112, Chapin y Elston Ed., U.S.A.*
- HALPERN, M. y C. O. LATORRE, 1971. *Estudio geocronológico inicial por el método rubidio-estroncio de rocas cristalinas del noroeste de la República Argentina. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXVIII (2): 195-205, Buenos Aires.*
- HILDRETH, W., 1979. *The Bishop Tuff: Evidence for the origin of compositional zonation in silicic magma chambers. Geol. Soc. Am. Sp. Pap., 180: 43-76, Chapin y Elston Ed., U.S.A.*
- KOUKHARSKY, M. M. L., 1981. *Informe sobre la campaña de reconocimiento de áreas de interés del Convenio Faja Estannífera realizada en el mes de noviembre de 1981. Dir. Min. Jujuy, (inéd.), 6 p., Jujuy.*
- , 1985a. *Informe Geo-Vulcanológico del área del cerro Tuzgle. 2º Fase. Hidroproyectos-CETEC-CEPIC. Secret. Energía, (inéd.), 83 p., Buenos Aires.*

Asociación Geológica Argentina

- , 1985b. *Caracterización petrológica de ignimbritas cenozoicas de la Puna argentina*. IV^o Congr. Geol. Chileno, III: 254-274, Antofagasta.
- LE MAITRE, R. W., G. BELLINI, M. J. LE BAS, R. SCHMID, A. STRECKEISEN, B. ZANETTIN, E. M. PICCIRILLO y E. JUSTIN-VESENTIN, 1982. *A definitive Chemical Classification of Volcanic Rocks based on the Total Alkali Silica Diagram*. IUGS, Subcomm. Nomencl. Circ., 36, Contr. 100, (inéd.).
- LINARES, E., 1981. *Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Publ. Esp., Serie "B", X: 63 p., Buenos Aires.
- LIPMAN, P. W., 1967. *Mineral and Chemical Variations within an Ash-flow Sheet from Aso Caldera, Southwestern Japan*. Contr. Min. Petr., 16: 300-327, U.S.A.
- OMARINI, R. H., J. G. VIRAMONTE, U. CORADANI, J. A. SALFITO y K. KAWASHITA, 1984. *Estudio geocronológico Rb/Sr de la Faja Eruptiva de la Puna en el sector de San Antonio de los Cobres, provincia de Salta*. IX^o Congr. Geol. Arg., III: 146-158, Buenos Aires.
- SCHWAB, K., 1971. *Neue Erkenntnisse zur Stratigraphie in der Umgebund des Salar de Cauchari und ihre Bedeutung für die erdgeschichtliche Entwicklung der argentinischen Puna*. Hab. Univ. Mainz, 172 p., Alemania.
- , 1972. *Cenozoic Volcanism in the Argentine Puna and its Relationship to Tectonic Movements*. Intern. Geol. Congr., Rep. 24th Sess., Canada Proc. Sect. 2 Petrology: 211-221, Montreal.
- y H. LIPPOLT, 1974. *K-Ar Mineral Ages and Late Cenozoic History of the Salar de Cauchari Area (Argentine Puna)*. Proc. Symp. "Andean and Antarctic Volcanology Problems", Santiago de Chile.
- SLEMMONS, D. B., 1962. *Determination of volcanic and plutonic plagioclases using a three or four-axis universal stage. Revision of Turner method*. Geol. Soc. Am. Sp. Pap., 69: 64 p., U.S.A.
- STUART, E. J., T. J. BORNHORST, W. I. ROSE Jr. y D. C. NOBLE, 1983. *Distribution and Mobility of Uranium and Thorium in the Peralkaline Soldier Meadow Tuff, Northwestern Nevada*. Ec. Geol., 78: 353-358, Lancaster.
- TURNER, J. C. M. y V. MENDEZ, 1979. *Puna*. II Simp. Geol. Reg. Arg., 1: 13-56, Córdoba.
- VIRAMONTE, J. G., R. H. OMARINI, V. ARAÑA SAAVEDRA, A. APARICIO, L. GARCIA CACHO y P. PARICA, 1984. *Edad, Génesis y Mecanismos de Erupción de las Riolitas Granatíferas de San Antonio de los Cobres, provincia de Salta*. IX^o Congr. Geol. Arg., Actas III: 216-233, Buenos Aires.
- WINCHESTER, J. A. y P. A. FLOYD, 1977. *In Hughes, C. J. (1982). Igneous Petrology*. Developments in Petrology, Elsevier.
- ZEIL, W. y H. PICHLER, 1967. *Die kanozoische Rhyolith-Formation im mittleren Abschnitt der Anden*. Geol. Rund., 57: 48-81, Stuttgart.

Recibido: 6 de Agosto, 1986

Aceptado: 11 de Enero, 1988

MAGDALENA KOUKHARSKY

Universidad de Buenos Aires
CONICET - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Ciencias Geológicas
Ciudad Universitaria - Pabellón II
1428 Núñez, Buenos Aires

ERNESTO ABRIL

Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales
Av. Mitre 3100
San Miguel
1663 Buenos Aires

ALICIA VULLIEN ORQUIDEA MORELLO

Comisión Nacional de Energía Atómica
Gerencia de Exploración
Av. Libertador General San Martín 8250
1429 Buenos Aires

NOTAS BREVES

NUEVO METODO CRONOESTRATIGRAFICO, MORFOCRONOLOGIA EN SECUENCIA DEPOSICIONAL CORDONIFORME

Jorge O. Codignotto, Carlos A. Beros y Luis G. Trebino

INTRODUCCION

Básicamente, se trata de comparar el concepto de superposición aplicado en una cuenca con un sentido predominantemente vertical y el concepto de depositación acrecional aplicado en sentido horizontal en zonas de acumulación cordoniforme. Esto es especialmente aplicable en costas marinas.

Para resolver la cuestión es necesario recurrir a la analogía. En este caso comparamos el relleno sedimentario de un margen continental pasivo según los criterios de Mitchum *et al.* (1977), y de Vail *et al.* (1977), con la ocurrencia de cordones litorales acrecionados a lo largo de una zona costera.

Exceptuando las diferencias de escalas, es notable la similitud entre la geometría de ambos esquemas (véase figura 1).

Por analogía, el arriba y el abajo de la figura 1-A es equiparable al distal y proximal de la parte B de la misma figura. Asimismo es posible equiparar el concepto de superposición con el de progradación cordoniforme.

Las relaciones geométricas y la interpretación de cada conjunto de líneas para el esquema A de la figura 1 fueron estudiados por Mitchum *et al.* (*op. cit.*).

Se intenta en este trabajo analizar las geometrías cordoniformes estableciendo analogías geométricas que permitan aplicar en el plano horizontal, mediante el uso de fotos aéreas lo que en el plano vertical se realiza por medio de sismogramas.

Al respecto se estima necesario aclarar, que si bien se utilizan los principios geométricos de Mitchum *et al.* (1977), aplicados en el plano horizontal, los resultados y la interpretación potencial son totalmente distintos.

Con esta morfocronología o estratigrafía topográfica se intenta tener una herramienta más para uso en geología costanera, bajo determinadas condiciones. Estas, básicamente referidas a hábitos cordoniformes, requieren que dichas formas mantengan los rasgos sin genéticos de modo tal que los mismos se distingan con nitidez en los respectivos fotogramas.

ELEMENTOS GEOMETRICOS SIMPLES

Orientación: Las líneas de crestas sub-paralelas indican condiciones hidrodinámicas semejantes. Las ortogonales a dichas líneas indican la dirección de acreción. La línea de máxima acreción es la ortogonal en el sector de máxima separación entre crestas.

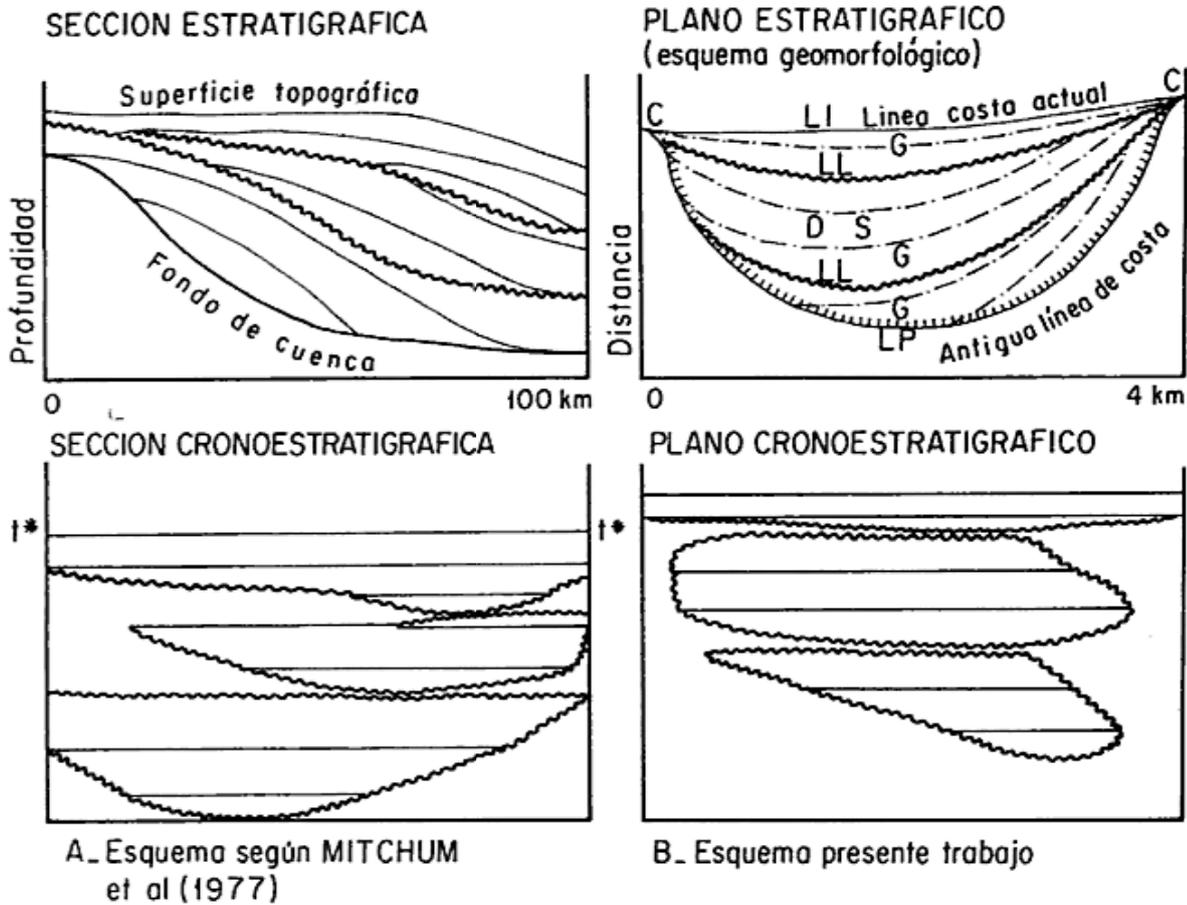
Contactos: Tangenciales; indican tanto el pasaje entre un tramo de acreción a otro de equilibrio, como la transición entre un sector de acumulación a otro de erosión.

Angulares; indican no depositación o erosión.

Pseudoangulares; a veces en la escala de trabajo hay aparentes contactos angulares pero en realidad representan disminuciones extremas de las longitudes de onda de la asociación cordoniforme.

ELEMENTOS GEOMETRICOS COMPUESTOS

Sobre la base de fotos aéreas correspondientes a un área donde los depósitos cordoniformes se identifican con claridad, se pueden establecer las siguientes líneas:



REFERENCIAS

Escarpa
 Crestas de playa
 Erosión y/o no deposición Línea Limitante
 t* Tiempo arbitrario

LI Línea
 D Dominio
 G Grupo
 S Sistema
 LL Línea Limitante
 LP Línea de Paleocosta
 C Punto de Cierre

Figura 1.— Comparación entre sección cronoestratigráfica y plano cronoestratigráfico.

Línea de paleocosta más antigua (LP), corresponde a la traza de la línea de costa más antigua presente en el sector bajo estudio. Dicha paleocosta puede ser acantilada o no, inclusive puede que los depósitos cordoniformes adyacentes se encuentren a mayor altura por efectos de acción geomórfica posterior, originado por un fenómeno particular de inversión del relieve, muy común en las costas patagónicas.

Línea de interfase (LI), representa el contacto mar-tierra. Es sencilla de marcar y cierra el contorno del sector bajo estudio (véase fig. 2).

Los puntos de unión entre (LP) y (LI) deben coincidir con sectores de erosión o no deposición. Dichos puntos serán los *puntos de cierre (C)*. El área encerrada se denominará *dominio (D)*, (véase figura 2).

Dentro del dominio se trazarán las líneas morfológicas coincidentes con crestas o senos.

Por razones prácticas pueden marcarse todos los senos o todas las crestas, pero también puede marcarse sólo un porcentaje determinado de crestas o senos. La elección depende de la escala de la foto aérea y la separación entre crestas. *Líneas limitantes (LL)*, corresponden a líneas de contacto entre distintos rasgos asociados. Por ejemplo, dentro del área comprendida entre líneas limitantes se obtendrá un *grupo (G)*, el que está representado por un conjunto de crestas subparalelas depositadas en condiciones hidrodinámicas similares (véase figura 2).

Un grupo o varios grupos conforman un *sistema (S)*, cuando la acumulación se haya producido en condiciones de estabilidad del nivel del mar. Sobre esta base debe quedar en claro que los sistemas estarán separados de otros por desniveles los cuales son identificables y determinables en fotogramas de escala 1:20.000.

METODOLOGIA

Se asignará un número de orden creciente desde (LP) hasta (LI). Esto surge de aplicar criterios geológicos de cronología relativa en el

plano horizontal. Básicamente el fenómeno de acreción es el equivalente horizontal de la sedimentación en la vertical.

Una vez obtenido el plano estratigráfico (esquema geomorfológico), (véase figura 1-B), que es equivalente a la sección estratigráfica de Mitchum *et al.* (*op. cit.*), se procede a realizar el plano cronoestratigráfico sobre la base de la variable tiempo. En casos de falta de datos temporales conviene suponer que el tiempo es proporcional a la separación entre crestas sucesivas, asignando a los efectos prácticos que la velocidad de acreción fue constante. Esta simplificación hace factible la aplicación del método. La separación entre crestas podrá ser proporcional a la distancia media o máxima entre crestas sucesivas según conveniencias de escala. En el caso de existir datos de edades en el plano cronoestratigráfico será llevado hacia dichos valores.

La intersección entre contactos transportados sobre abscisa y ordenada (tiempo), dará los puntos para comenzar a desarrollar el diagrama. La unión de puntos delimitará áreas dentro del diagrama. Los puntos que tengan el mismo valor de tiempo relativo deberán unirse mediante una línea recta, paralela a la abscisa.

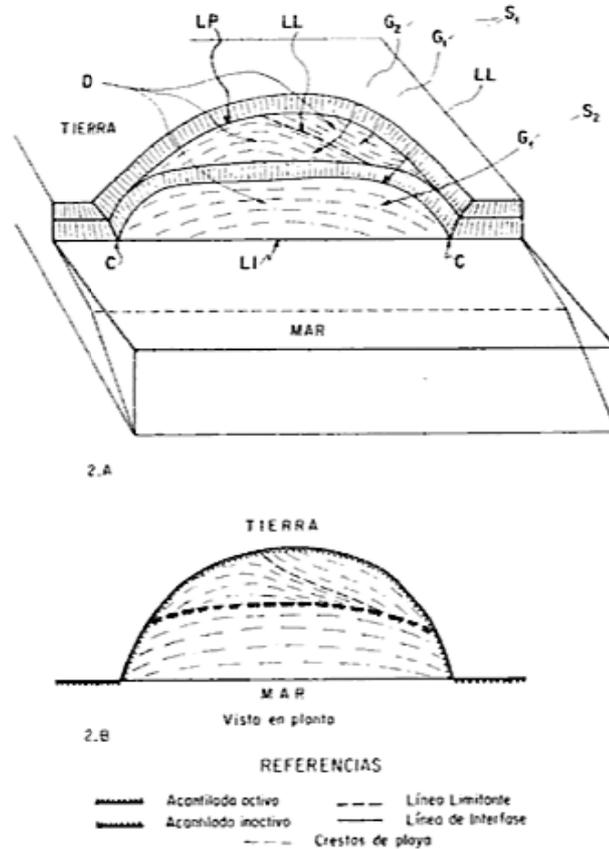


Figura 2.— a. bloque diagrama; b. esquema geomorfológico correspondiente al bloque diagrama.

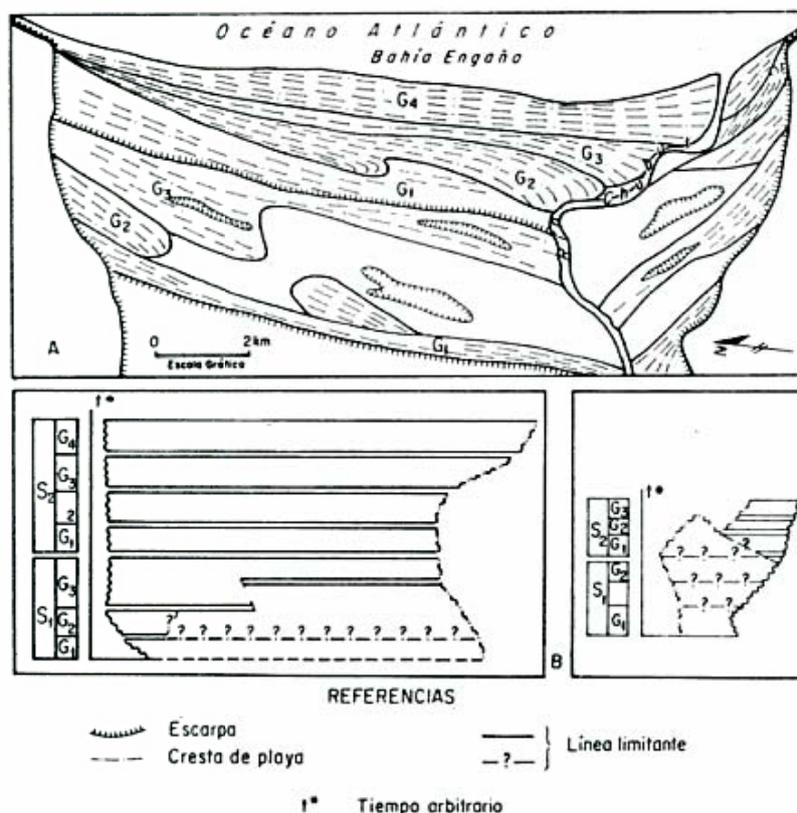


Figura 3.— a. plano estratigráfico (esquema geomorfológico); b. plano cronoestratigráfico (con edades arbitrarias). La proyección de los dominios del plano estratigráfico ha sido graficada en diferente escala por razones de espacio.

EJEMPLOS EN SECTORES DE LA COSTA PATAGÓNICA

Bahía Engaño (Chubut)

Esta localidad presenta una sucesión de cordones litorales con una longitud máxima de 15 km y una anchura de aproximadamente 7 km (véase figura 3).

La construcción del plano cronoestratigráfico implica trasladar todos los contactos posibles de crestas o cordones individuales; por cuestiones de escala y a modo de simplificación se han esquematizado sólo los grupos y sistemas.

Durante la evolución de los sectores en estudio se desarrollaron dos subdominios uno situado al norte y otro al sur del río Chubut.

En el plano cronoestratigráfico se encuentran representados en forma secuencial los principales elementos (véase figura 3-B). Conviene tener en cuenta que la separación temporal entre sistemas deberá ser necesariamente mayor que el delta t entre grupos, pero fundamentalmente la separación entre sistemas está definido por una diferencia altimétrica.

Finalmente cabe señalar que este plano cronoestratigráfico podrá ser completado con la

correspondiente información de campo y/o laboratorio, es decir que se llenarán los espacios con información geológica general con lo cual se obtendrá un esquema en las mejores condiciones para ser comparado con otros de localidades cercanas.

Puerto Mazarredo - Puerto Pajarito (Santa Cruz)

Estas localidades ubicadas al sur del golfo San Jorge fueron estudiadas por Feruglio (1950), quien describe cuatro niveles de terrazas de las cuales las dos últimas son de acumulación marina.

La más alta de ellas se encuentra ubicada entre los 18 y 25 m s.n.m. y la más baja entre 5 y 11 m s.n.m. Codignotto (1983) y Codignotto *et al.* (1986), publican nueve edades Carbono 14, de las cuales tres son pleistocenas y seis holocenas (véase fotograma 1, publicación autorizada por el Servicio de Hidrografía Naval). Del fotograma en cuestión, escala original, 1:20.000, se obtiene el plano estratigráfico (véase figura 4-A). De él se obtiene el plano cronoestratigráfico (véase figura 4-B), en él se utilizan las edades Carbono 14.

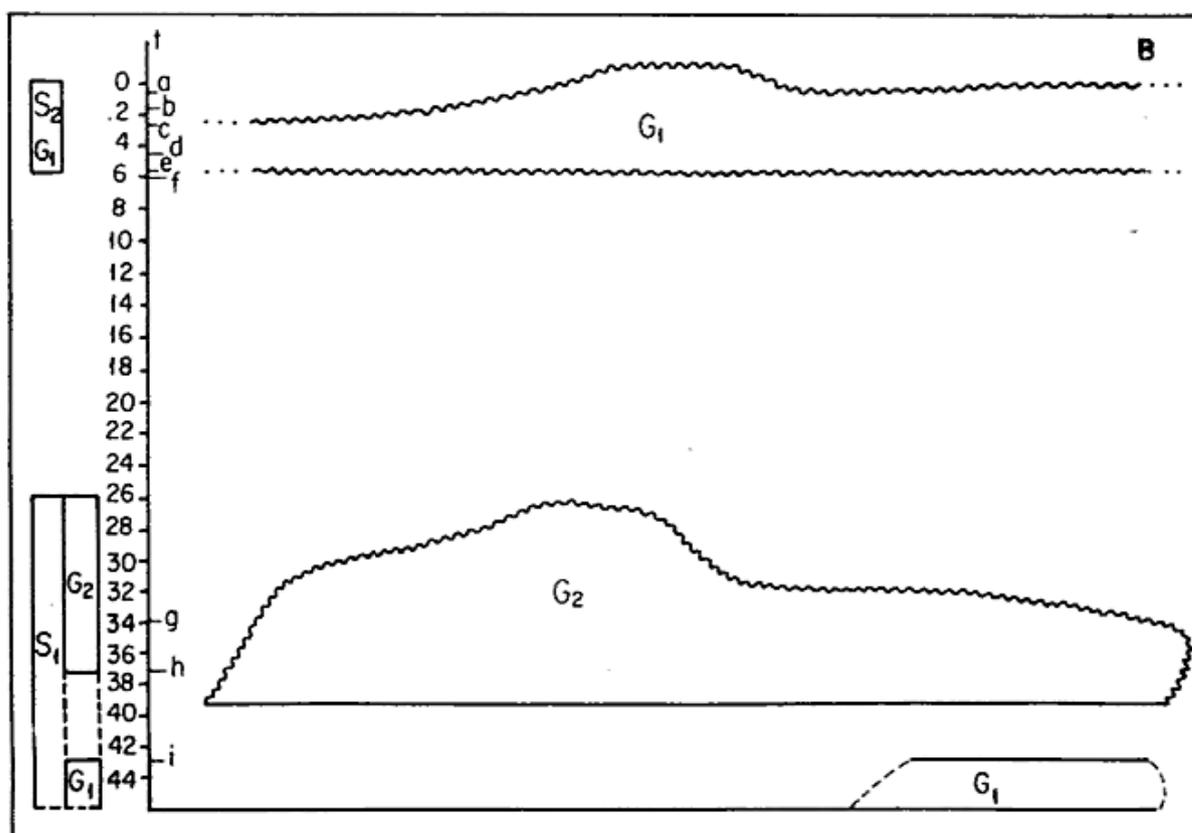
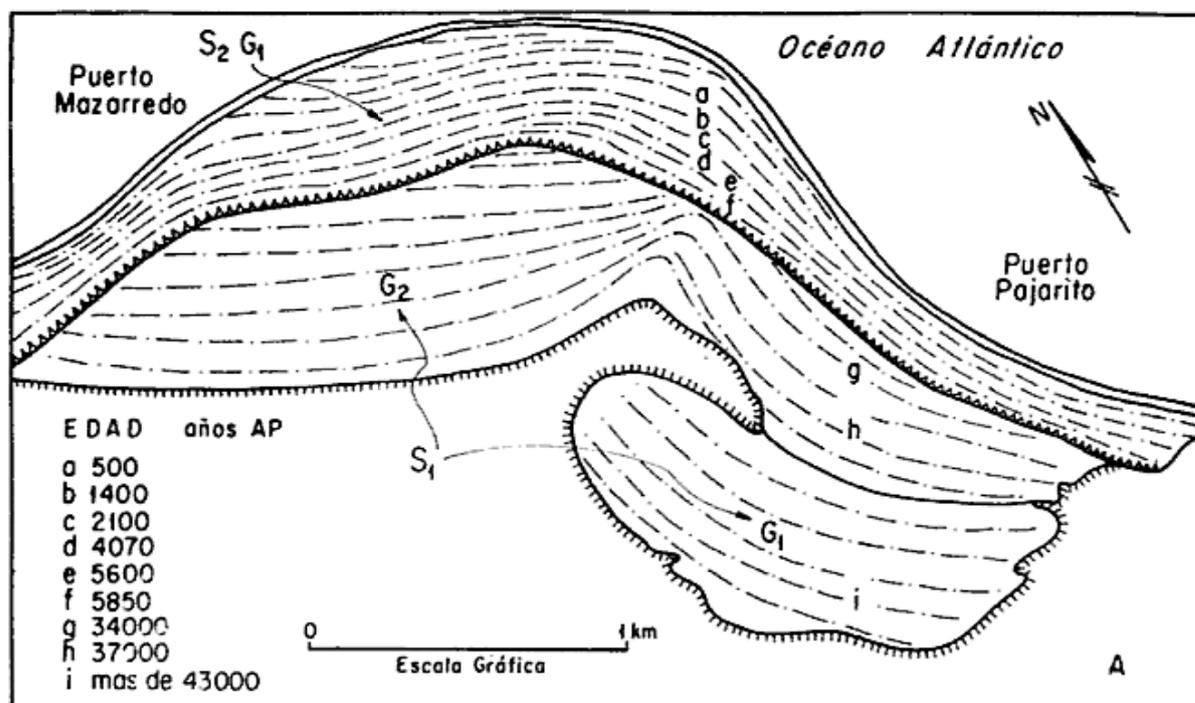


Figura 4.— a. plano estratigráfico (esquema geomorfológico); b. plano cronoestratigráfico (con edades absolutas)
... continuación de dominio.

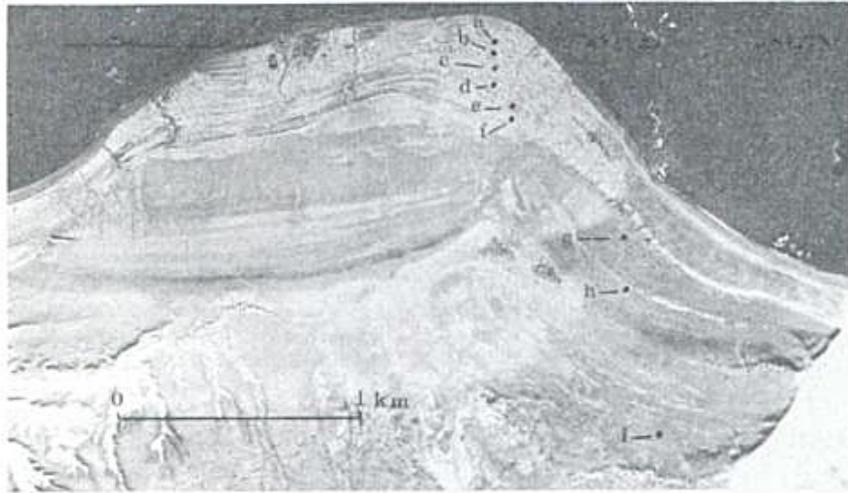


Foto 1.— Edad años AP.

a - 500	d - 4070	g - 34000
b - 1400	e - 5600	h - 37000
c - 2100	f - 5850	i - +43000

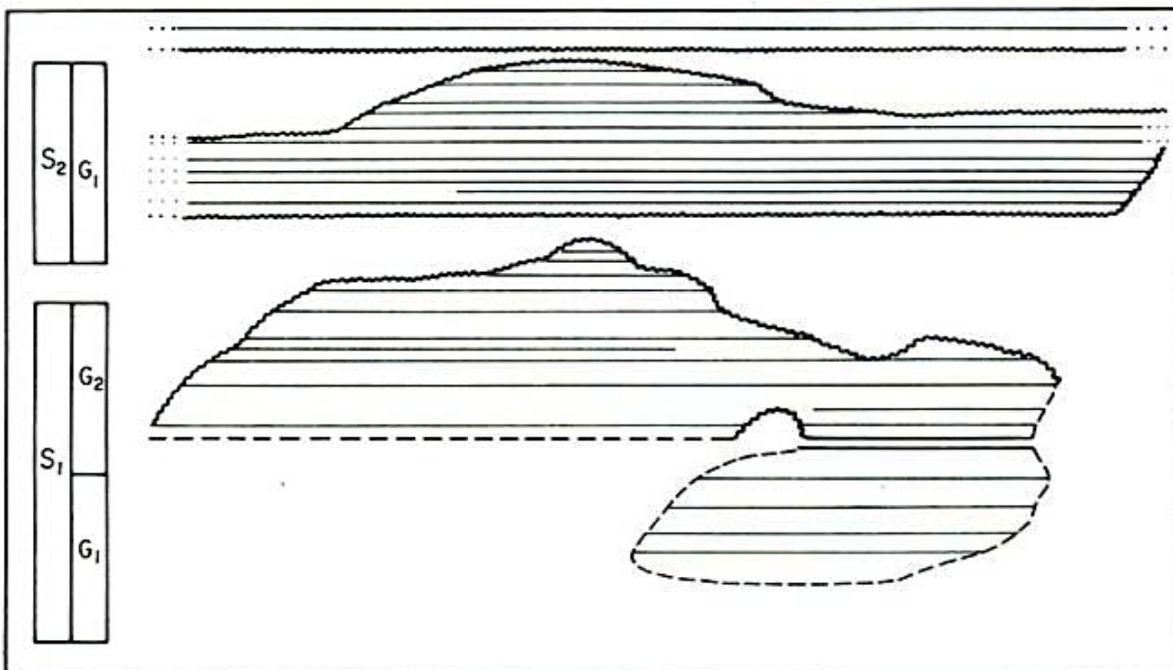


Figura 5.— Plano cronoestratigráfico con edades arbitrarias.

Finalmente se procedió a obtener un plano cronoestratigráfico sin tener en cuenta las edades absolutas (véase figura 5).

Del análisis de los gráficos obtenidos se concluye que:

a) Las proporciones entre las áreas del cronograma de la figura 4-B (tiempo absoluto), y las áreas del cronograma de la figura 5 (tiempo arbitrario), se mantienen con notable similitud.

b) La discontinuidad horizontal que marca el límite entre los dos sistemas (variación del nivel del mar), involucra un período de erosión y/o no depositación.

CONCLUSIONES GENERALES

- Se cuenta con un método rápido y confiable para realizar morfocronología en zonas costaneras con morfología de hábito cordoniforme.
- Se dispone de un método que normaliza las descripciones geomorfológicas-estratigráficas y consecuentemente las hace comparables y correlacionables.
- El método permite realizar diagramas cronoestratigráficos sin que sean impresionables edades absolutas.
- Existe la posibilidad de que el método pueda ser aplicado en otros casos geológicos del cuartario, con geomorfología que responda a la geometría aquí tratada. Por ejemplo costas lacustres y fluviales en determinadas condiciones.
- También es posible su uso en la determinación de tasas de acreción, ritmos de sedimentación y variaciones cíclicas en la evolución de los bordes de cuencas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Dres. Luis Spalletti y Marcos Mozetic la lectura crítica del trabajo, como asimismo las valiosas sugerencias vertidas.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- CODIGNOTTO, J. O., 1983. *Depósitos elevados y/o acreción Pleistoceno-Holoceno en la costa fueguina patagónica*. Simposio Oscilaciones del Nivel del Mar Durante el Último Hemisiciclo Deglacial en la Argentina. CONICET, Actas: 12-26, Mar del Plata.
- , S. C. MARCOMINI y S. N. SANTILLANA, 1986. *Edad de las terrazas marinas entre Puerto Deseado y Bahía Bustamante*. Asoc. Geol. Arg., Rev. (en prensa).
- FERUGLIO, E., 1950. *Descripción geológica de la Patagonia*. Tomo III, YPF, Buenos Aires.
- MITCHUM, R. M. Jr., P. R. VAIL y S. THOMPSON, III, 1977. *Sismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 2: The depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis*. A.A.P.G., Mem., 26: 53-62.
- VAIL, P. R., R. M. MITCHUM Jr. y S. THOMPSON, III, 1977. *Seismic stratigraphy and global changes of sea level, in Seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration*. A.A.P.G., Mem., 26: 83-97.

Recibido: 25 de setiembre, 1986

Aceptado: 3 de agosto, 1987

JORGE OSVALDO CODIGNOTTO

Fac. Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires
CONICET

CARLOS ANDRES BEROS

Universidad Nacional de la Patagonia
San Juan Bosco

LUIS GABRIEL TREBINO

Fac. Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

SILURICO-DEVONICO EN CASTAÑO VIEJO, CORDILLERA FRONTAL, PROVINCIA DE SAN JUAN

Elba D. Pöthe de Baldis, Raúl Cardó y Rubén Pelichotti

INTRODUCCION

La presencia de sedimentitas calcáreas aflorantes en el ámbito de Castaño Viejo (véase plano geológico) fue mencionada en la bibliografía minera desde mediados de este siglo.

Tanto de ellas como de la serie clástica en la que están intercaladas se carecía de una información estratigráfica detallada y de un dato preciso sobre su edad.

El presente trabajo es una primera contribución para definir el segundo de los aspectos citados. Forma parte de un estudio integral del basamento sedimentario del sector central de la Cordillera Frontal de San Juan.

Para ello se obtuvieron muestras de calizas ubicadas en la quebrada Animas, Rincón de la Contra, en las proximidades de la mina Carmen, situada 3,5 km al noroeste del campamento de la compañía minera, que fueron analizados por su contenido palinológico.

ANTECEDENTES

La primera cita sobre las sedimentitas calcáreas de la quebrada Las Animas fue realizada por Valvano (1948).

Posteriormente geólogos de Minera TEA (1968) y de la Dirección General de Fabricaciones Militares (González Amorín *et al.*, 1969), efectuaron nuevos reconocimientos, homologándolos por su similitud a las calizas de la Formación San Juan de edad cambro-ordovícica.

En la cordillera de Mondaca, Pelichotti (1977) observó niveles de microesparitas integrando una columna esencialmente clástica y asignó el conjunto al Carbónico por analogía con las sedimentitas de la Formación Atutía definida por Furque (1960).

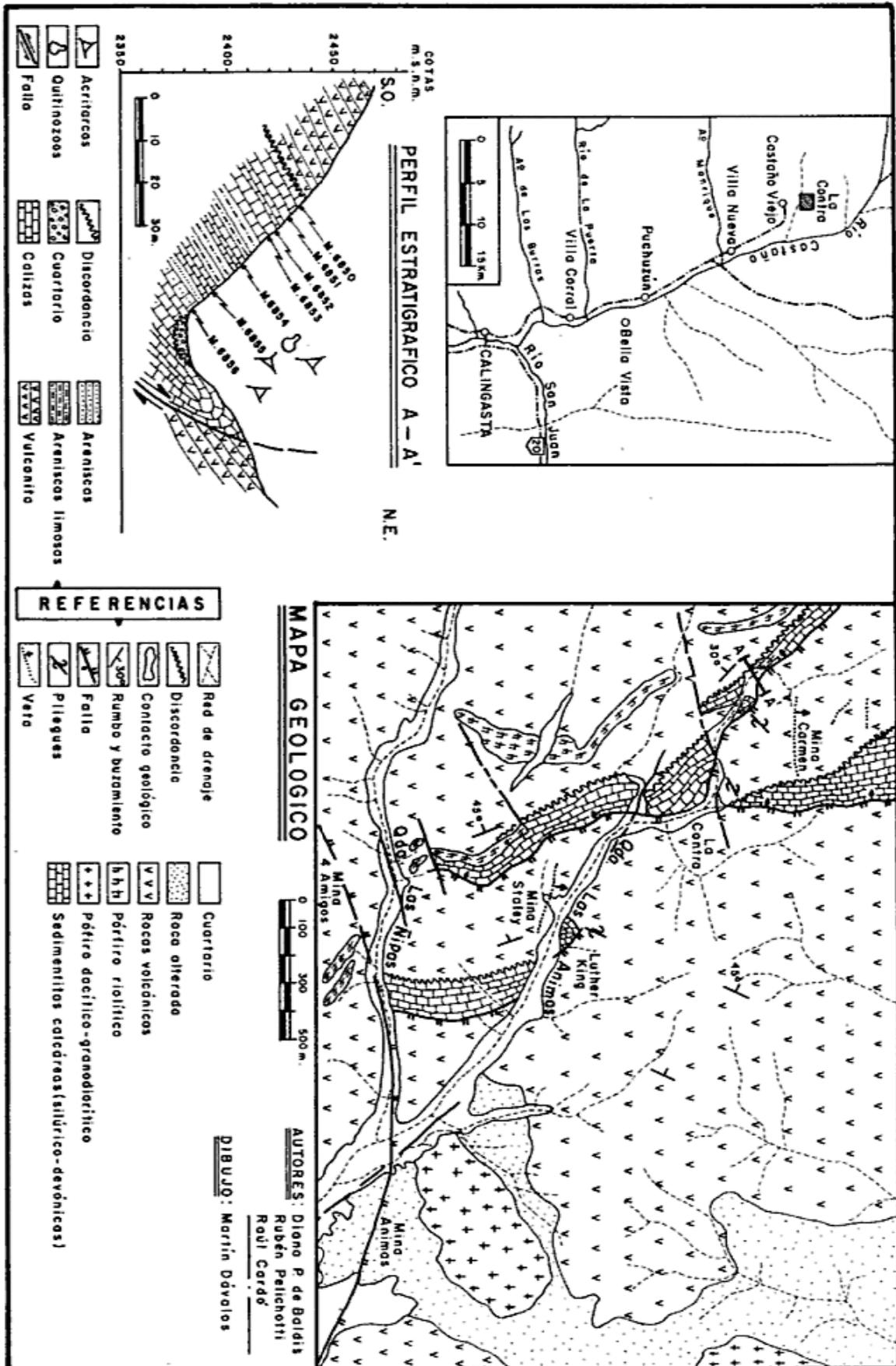
RESEÑA ESTRATIGRAFICA

Los afloramientos de sedimentitas carbonáticas del Rincón de la Contra constituyen la expresión local de una unidad litológica de extensión regional, que ha sido observada en otros lugares del faldeo oriental de Cordillera Frontal entre las latitudes de 30°54' y 31°05'. En este ámbito forman parte de la caja de vetas plumbo argentíferas en el cerro Acerillo y han sido descubiertas por la erosión en las cabeceras del arroyo Avestruz y en la quebrada Las Lajitas, subsidiaria del arroyo Manrique. Constituyen un espeso paquete en alternancia rítmica con rocas pelíticas en las cabeceras de la quebrada San Ignacio y afloran constituyendo un apretado pliegue anticlinal en el camino de la mina Castaño Viejo, en la margen derecha del río Castaño, frente al lugar denominado La Calavera.

En el lugar que fue motivo de este trabajo, las calizas componen un paquete integrado por micritas de color gris claro, en parte limonitizado, en capas de espesor variable de 10 a 50 cm, que alternan rítmicamente con areniscas pelíticas. El color del material calcáreo varía de gris oscuro a blanco. Los restos fosilíferos han sido encontrados en las primeras, compuestas por una mayor cantidad de materia orgánica.

En este sector, la columna parcial tiene unos 40 m y el rumbo es N80°O con 30°SO de buzamiento.

No se observa la base en este sector, dado que la secuencia se interrumpe por fractura. El techo está representado por rocas de la serie volcánica (andesitas) en contacto discordante. Un contacto similar se observa en las cabeceras de la quebrada San Ignacio. En el sector denominado La Calavera, antes referido, sobreyace en discordancia un conglomerado volcánico de unos 15 m de espesor.



OBSERVACIONES PALINOLOGICAS

Se procesaron ocho (8) muestras para estudios palinológicos con el tratamiento usual de ácido clorhídrico para la eliminación de carbonatos, sulfuros, etc. Una vez neutralizado se agregó ácido fluorhídrico frío. Se neutralizaron las muestras y se las fijó con gelatina/glicerina al porta objeto.

Las muestras basales 6856 y 6854 (véase perfil estratigráfico) proveyeron moderada cantidad de kerógeno, pero su grado de alteración térmica es tan alto que sólo pudieron observarse, más o menos completos, pocos ejemplares de acritarcas y quitinozoos.

El índice de alteración térmica en la escala de Staplin supera el valor 4, por lo que la mayor parte del material celulósico que constituye la membrana de las acritarcas y quitinozoos, se encuentra rota.

En cortes delgados pudieron verse algunos palinomorfos fragmentados pero unidos por los minerales de la roca. Al procesar la muestra se destruye la roca y ese material se suelta, perdiéndose así el palinomorfo.

Las formas halladas, que se determinaron a nivel genérico, son las siguientes: Acritarcas: *Goniospharidium* sp., *Veryhachium* sp. Quitinozoos: *Cyatochitina* sp., *Pallachitina* sp., *Sphaerochitina* sp.

Si bien es una asociación pobre en formas y en estado de conservación, la presencia de formas seriadas como *Desmochitina* sp. asociada con *Sphaerochitina*, *Cyatochitina* y *Pallachitina*, restringirían la edad de la asociación al Silúrico con posible extensión al Devónico.

Las pocas acritarcas halladas: *Goniospharidium* sp. y *Veryhachium* sp. tienen rangos cronológicos extensos, por lo que no inciden en la asignación de la edad.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

El contenido palinológico, formas seriadas del género *Desmochitina*, asociadas con

Sphaerochitina, *Cyatochitina* y *Pallachitina*, permiten asignar a las calizas del Rincón de la Contra al Silúrico con extensión posible hasta el Devónico inferior.

La presencia de rocas carbonáticas del Paleozoico inferior en el basamento de la Cordillera Frontal plantea nuevos interrogantes acerca de la paleogeografía del Silúrico de esta región, dado que las mismas eran desconocidas hasta la presente contribución.

Estudios actualmente en curso permitirán diferenciarlas de las sedimentitas carbónicas con las cuales se habían confundido y conocer la real extensión de los mares del Eopaleozoico de la Cordillera Frontal.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- FURQUE, G., 1960. *Perfil geológico de la Cordillera de Olivares, departamento Iglesia, provincia de San Juan*. Iº Jorn. Geol. Arg., Anales, II: 79-88, Buenos Aires.
- , 1978. *Informe preliminar sobre las Hojas 19a y 19b, Tocota, San Juan*. Serv. Geol. Nac., (inéd.), Buenos Aires.
- MINERA TEA, 1968. *Geología de Alta Cordillera de San Juan, subprospección y áreas con posibilidades mineras*. Departamento Provincial de Minería, (inéd.), San Juan.
- PELICHOTTI, R., 1977. *Reconocimiento geológico minero de Alta Cordillera (entre los paralelos 30°38' y 31°05' de latitud sur), provincia de San Juan*. Serv. Min. Nac. Plan San Juan, (inéd.), San Juan.
- VALVANO, J., 1948. *Geología y depósitos minerales de Castaño Viejo, departamento Calingasta de la provincia de San Juan*. Dir. Min. y Geol., (inéd.), Buenos Aires.

Recibido: 29 de diciembre, 1986

Aceptado: 3 de agosto, 1987

ELBA D. PÖTHE DE BALDIS
RAUL CARDO

Centro de Exploración Minera San Juan
Secretaría de Minería

RUBEN PELICHOTTI
Delegación de Promoción Minera San Juan
Secretaría de Minería

PRIMER HALLAZGO DE FLORA PERMICA EN LA CUENCA SAN RAFAEL

Irene Espejo y Silvia Césari

La megaflorea hallada hasta el momento en la cuenca San Rafael se halla constituida por formas asignadas en forma tradicional al Carbonífero superior. Restos de *Calamites* s. l. y probables hojas de *Cordaites* sp. han sido citados para la mina Santa Cruz en el sur de la provincia de Mendoza, en rocas atribuidas a la Formación Agua Escondida (Archangelsky, en González Díaz y García, 1968). Más recientemente, Espejo (1987) da a conocer la existencia de *Diplothmema bodenbenderi* (Kurtz) Césari, *Botrychiopsis weissiana* (Kurtz) Archangelsky y Arrondo, *Fedekurtzia argentina* (Kurtz) Archangelsky, *Cordaites* sp. y *Paracalamites* sp. Dicha megaflorea fue hallada en las sedimentitas asignadas a la Formación El Imperial (Giudici, 1971), aflorantes en las cercanías del Embalse de Aisol, en el río Atuel. Las formas fueron asignadas a la zona NBG, correspondiente al Carbonífero medio tardío a superior. Por su parte, Azcuy *et al.* (1986) citan la presencia de *Cordaicarpus* sp. y restos de esfenópsidas y posibles glossopterídeas en la mina El Peceño, al sur del río Atuel (Hoja 28c, El Nihuil), aunque sin asignarle una determinada edad.

La única mención de una megaflorea de edad más joven sería hasta el momento la de un tronco picnoflico de gimnosperma (*Medullopitys menendezii*) hallado en las proximidades del puesto Los Boleadores, al norte del río Diamante. A dicho resto fósil le fue conferida una edad variable entre carbónica superior y permica inferior (Petriella, 1983).

Esta contribución tiene por objeto dar a conocer el primer hallazgo formal de una megaflorea de edad permica temprana, encontrada en los afloramientos ubicados al sur del río Diamante, más precisamente a 1,5 km al nor-noreste del puesto La Josefa. Estos mismos afloramientos fueron asignados por Giudici (*op. cit.*) como correspondientes al miembro inferior marino de la Formación El Imperial.

La megaflorea se halla contenida en limolitas gruesas y areniscas finas a medianas castaño

verdosas, micáceas, groseramente laminadas o macizas. Las mismas se intercalan con areniscas gruesas castaño rosadas, en bancos lenticulares medianos con estratificación entrecruzada en artesa, las que por lo general son portadoras de moldes de troncos (véase lámina I). Estas sedimentitas fueron interpretadas como subfacies de una pequeña cuenca de inundación perteneciente a un sistema fluvial entrelazado arenoso (Espejo, 1986 a y b); de esta manera quedaría descartado el carácter marino de la secuencia para la zona en cuestión (Espejo, en preparación).

Es probable que este nivel fosilífero sea equivalente o muy próximo al citado por Desanti (1956) como "...areniscas con estratificación entrecruzada...", donde se encontraron restos de tallos vegetales fósiles en posición vertical, que alcanzan cerca de 20 cm de diámetro".

Debido al estado de preservación del material así como al escaso número de especies representadas, no se realiza un estudio sistemático detallado. Sin embargo, se ilustran y comentan los siguientes taxones identificados: *Glossopteris* cf. *G. occidentalis* White, *Gangamopteris obovata* (Carr.) White, *Glossopteris* sp. y *Paracalamites levis* Rigby.

El ejemplar ilustrado en la lámina I, 2, referido a *G. cf. G. occidentalis* White, representa un fragmento medio de hoja de 5,5 cm de largo por 4,5 cm de ancho. Posee un cordón vascular central formado por alrededor de tres haces subparalelos, longitudinales. Las venas laterales se disponen en forma subparalela, con una densidad de alrededor de 28 venas por centímetro. Debido a la ausencia de sectores basales o apicales de hojas que certifiquen su inclusión en *G. occidentalis* se mantiene la asignación específica con reservas. Sin embargo, no caben dudas que se trata de la misma especie hallada en la cuenca Paganzo por Archangelsky y Arrondo (1973) y Limarino y Césari (1985).

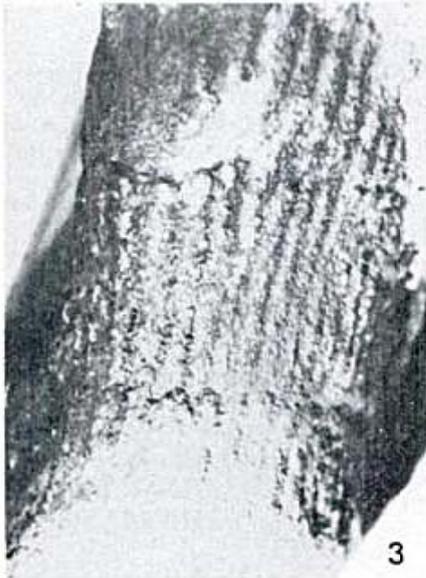
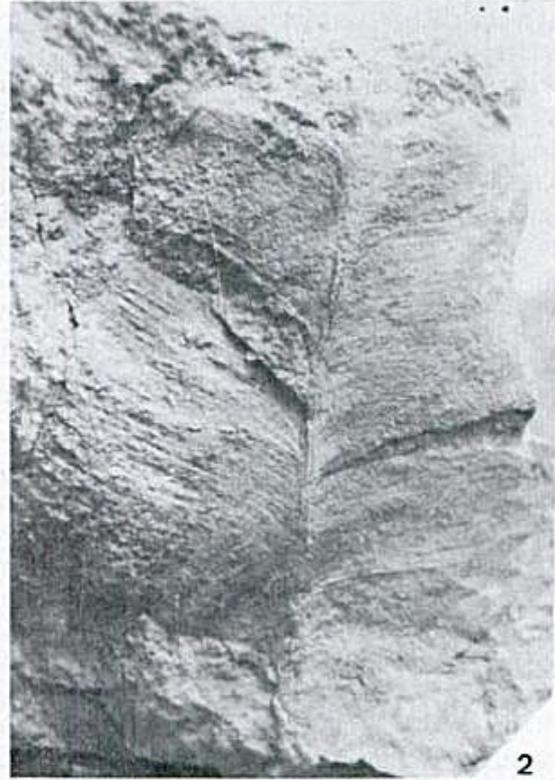


Lámina I.— 1: *Gangamopteris obovata* (Carr.) White; 2: *Glossopteris* cf. *occidentalis* White; 3 *Paracalamites levis* Rigby; 4: algunos fragmentos de tallos hallados en los afloramientos. Escala gráfica: 1 cm.

El espécimen atribuido al género *Gangamopteris*, presenta una longitud máxima observada de 8,5 cm estando preservado un único lateral de la hoja. Este fragmento de forma oval, mide 2 cm de ancho máximo en su parte media y 1,4 cm hacia el ápice. Presenta un cordón central integrado por venas de igual calibre que las laterales, las que divergen del mismo con ángulo agudo. La densidad de venas es de 25 por centímetro, y se observan escasas anastomosis, estrechas y alargadas. Por sus características, especialmente el suave arqueamiento de las venas laterales, es posible la asignación del ejemplar a *G. obovata* (Carr.) White.

Ejemplares fragmentarios y mal preservados son referibles al género *Glossopteris*, alcanzando 11 cm de longitud por 5 cm de ancho máximo. Presentan los márgenes angostados hacia la base y una vena media bien marcada en toda la extensión de la hoja, siendo considerablemente más gruesa en el sector basal.

Los diferentes moldes e impresiones de ejes costulados, por sus características pueden ser atribuidos a la especie *Paracalamites levis* Rigby. Uno de los ejemplares, ilustrado en la lámina I, 3, posee 2 cm de diámetro y 5 cm de largo, con internodos de 1 cm de longitud. Las costillas, en número total de 40?, son generalmente continuas a través de los nodos.

Otros moldes de ejes indeterminables completan la asociación, se trata de ejemplares de hasta 12 cm de largo por 5 cm por lo menos de ancho. Las costillas de aproximadamente 5 mm por lo menos de ancho se encuentran separadas por delgados surcos.

Todas estas especies, pueden incluirse en la denominada zona de *Gangamopteris* (Archangelsky y Cúneo, 1984), cuya edad se acepta como pérmica temprana.

La presencia de elementos de la zona de *Gangamopteris* en la cuenca San Rafael indica no sólo que la Formación El Imperial alcanza en sus términos cuspidales una edad más joven que la aceptada hasta el momento, sino que, desde el punto de vista bioestratigráfico, haría correlacionable al miembro superior de la misma con las Formaciones La Colina, Arroyo Totoral, Bajo de Véliz y Tasa Cuna de la cuenca Paganzo.

El presente trabajo es una contribución al Proyecto 211 (IUGS-IGCP) El Paleozoico tardío de América del Sur.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ARCHANGELSKY, S. y O. ARRONDO, 1973. *Palaeophytología Kurtziana III. 10. La tafosflora pérmica de sierra de los Llanos, provincia de La Rioja*. Ameghiniana, X (3): 201-228, Buenos Aires.
- , y R. CUNEO, 1984. *Zonación del Pérmico continental argentino sobre la base de sus plantas fósiles*. III^o Congr. Latinoam. Paleont., Mem., 143-153, México.
- AZCUY, G., W. ARIAS y A. CUERDA, 1986. *Cuenca San Rafael*. En: *El Sistema Carbonífero de la República Argentina (Síntesis)*. VI: 139-154, Córdoba.
- DESSANTI, R., 1956. *Descripción geológica de la Hoja 27c "Cerro Diamante", provincia de Mendoza*. Dir. Nac. Geol. y Min., Bol., 85, Buenos Aires.
- ESPEJO, I., 1986a. *Análisis litofacial y composicional preliminar de la Formación Agua del Toro (Carbonífero inferior?), Bloque de San Rafael, Mendoza*. Res. Ann. Meet. Work. Group., Proj. 211: Late Paleozoic of South America, 70-71, Córdoba.
- , 1986b. *Estudio composicional y paleoambiental de las Formaciones Agua del Toro e Imperial (Neopaleozoico), río Diamante, provincia de Mendoza*. CONICET, (inéd.), Buenos Aires.
- , 1987. *Presencia de la zona NBG en la Cuenca San Rafael, República Argentina*. VII^o Simp. Arg. Paleob. y Palin., 55-58, Buenos Aires.
- GIUDICI, A., 1971. *Geología de las adyacencias del río Diamante al este del cerro homónimo, provincia de Mendoza, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXVI (4): 439-458, Buenos Aires.
- GONZALEZ DIAZ, E. y H. GARCIA, 1968. *El hallazgo del Neopaleozoico plantífero en el área de Agua Escondida (sureste de Mendoza y noroeste de La Pampa)*. III^o Jom. Geol. Arg., Actas, 1: 341-354, Buenos Aires.
- LIMARINO, C. y S. CESARI, 1985. *Primer registro paleoflorístico de la Formación La Colina (Paleozoico superior), Cuenca Paganzo, República Argentina*. Inst. Geoc. Univ. Sao Paulo, Bol. 15: 31-37, Sao Paulo.
- PETRIELLA, B., 1983. *Medullopitys menendezii n. sp. Leño picnoxílico de Gimnosperma del Paleozoico superior de Mendoza, Argentina*. Ameghiniana, 19 (3-4): 253-257, Buenos Aires.

Recibido: 6 de mayo, 1987

Aceptado: 29 de setiembre, 1987

IRENE ESPEJO
SILVIA CESARI

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires
CONICET
Ciudad Universitaria - Pabellón II
1428 Buenos Aires

MAXIMO TRANSGRESIVO POSTGLACIAL DE 7.000 AÑOS EN QUEQUEN, PROVINCIA DE BUENOS AIRES.

J. L. Fasano, F. I. Isla, W. G. Mook y O. Van de Plassche

INTRODUCCION

Existe en general consenso que las tendencias de aumento del nivel del mar son inmediata consecuencia del óptimo climático de 5.000 años registrado en el hemisferio norte. Investigaciones paleoclimáticas en el hemisferio sur, luego, manifestaron que el óptimo climático austral precedió en miles de años al septentrional (Salinger, 1981).

Las primeras dataciones radiocarbónicas en la provincia de Buenos Aires relacionadas a la transgresión postglacial arrojaron edades entre 6.160 y 2.700 a AP (Cortelezzi y Lerman, 1970; Cortelezzi, 1977).

En la zona de Punta Médanos, Parker y Violante (1982) reconocen una antigüedad de 5.200 a AP a la unidad más antigua (transgresiva) del Holoceno.

En el delta del río Colorado, Codignotto y Weiler (1980) encuentran edades máximas de 9.460 a AP para conchillas obtenidas a 2 m de profundidad en espigas de rodados.

En Bahía Blanca, González *et al.* (1983) fecharon la máxima transgresión postglacial — estadio transgresivo I—, y de máxima temperatura estuárica en 6.000 a AP.

En ambientes estuariales —en la laguna Mar Chiquita—, Schnack *et al.* (1980, 1982) encuentran y datan *Tagelus plebeius* y *Macra isabelleana* en posición de vida. Ambas valvas estaban unidas y mantenían el ligamento. Así, establecieron que los sedimentos superficiales de la albúfera se originaron entre 3.800 y 2.700 a AP.

Gasterópodos colectados en la secuencia estuárica de Punta Hermengo (partido de General Alvarado) dieron una edad de 6.680±160 a AP (Fidalgo y Tonni, 1983; Huarte *et al.*, 1983).

Más tarde, Espinosa *et al.* (1984) encuentran en la secuencia estuárica del arroyo Las Brusquitas *T. plebeius* —también en posición de vida—, que datan de hace 6.190 a.

UBICACION, MUESTREO Y METODOS

Durante la organización de la reunión de campo Planicie Costera Bonaerense-Costa Norpatagónica, se descubrió un perfil aflorante sobre la margen izquierda del río Quequén (Schnack *et al.*, 1984). Próximo al astillero Vanoli y a la estación de ferrocarril Quequén-Necochea, el afloramiento presentaba un muy buen registro apoyado sobre limos pampeanos entoscados. En niveles superiores y muy próximos se encuentran depósitos de conchilla en los que si bien su base no es visible, probablemente correspondan al depósito de playa del máximo transgresivo. En la secuencia estuárica, varios niveles presentaban restos de moluscos, algunos de ellos *T. plebeius* en posición de vida con muy buen grado de conservación.

Durante la reunión de campo (octubre de 1984), el Dr. O. Van de Plasche tomó a su cargo la datación de estos niveles en el laboratorio de Groningen, Holanda.

Se colectaron muestras de las unidades 1a, 11, 17, 20 y 21. En la mayoría de los casos, los ejemplares datados fueron *T. plebeius* (11, 17, 20 y 21) y en posición de vida (11, 17 y 20). Se prefirieron para datar las conchas más grandes y que mantenían la articulación. La datación 1a, fue realizada en colonias de briozoos adosadas al sustrato pampeano y que se corresponderían con el nivel basal de la secuencia.

RESULTADOS

Se reconocieron 22 unidades que se describieron sedimentológicamente y luego se analizaron micropaleontológicamente. Los resultados de los análisis micropaleontológicos (diatomeas, foraminíferos y ostrácodos) se encuentran en prensa (Isla *et al.*, 1986). Los resultados de las 5 dataciones radiocarbónicas se presentan en la figura 1.

INTERPRETACION Y CONCLUSIONES

Las dataciones efectuadas en ambientes estuáricos poseen una edad más exacta del depósito ya que las conchillas de playa al haber sido transportadas antes de su depositación pueden presentar una edad que no necesariamente coincide con la edad del depósito.

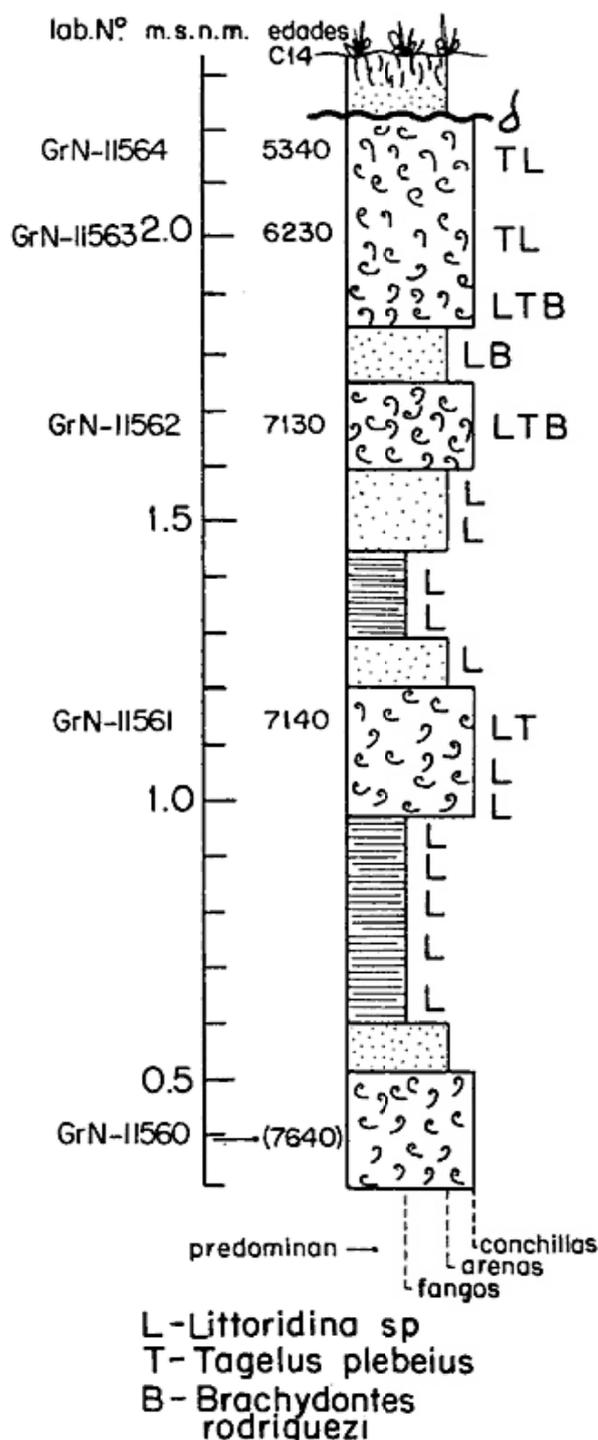


Figura 1.— Perfil estratigráfico

En la localidad de Mar Chiquita, tanto por las edades obtenidas como por las relaciones faciales de los depósitos estuáricos con los de playa, la secuencia datada representa una fase regresiva.

Por el contrario, en el perfil de Quequén, las edades radiocarbónicas indicarían una serie transgresiva con una sedimentación inicial rápida del orden de 1,6 mm/año y que ha podido preservarse por estar rellenando un meandro abandonado del río Quequén Grande. Esta tasa de sedimentación disminuyó entre aproximadamente 6.200 y 5.300 años, pudiéndose vincular este hecho con una estabilización del nivel del mar correlacionable con el máximo transgresivo; al cual se asocian los depósitos de conchilla cementadas con estratificación de playa. A partir de ese momento comienza la fase regresiva, esencialmente de material grueso y donde las conchillas se encuentran imbricadas denunciando altas condiciones energéticas.

Esta edad para el máximo transgresivo coincide aproximadamente con las dataciones de Punta Hermengo y arroyo Las Brusquitas que, puesto que representan facies distales de ambientes estuáricos, es dable suponer que también están indicando el máximo nivel alcanzado por la transgresión.

Los depósitos de Mar Chiquita, arroyo Las Brusquitas y Quequén indican así un nivel del mar elevado 2-2,5 m por encima del actual para el máximo transgresivo.

Las fluctuaciones eustáticas según las evidencias aquí aportadas poseen buena correlación con las curvas de variaciones del nivel del mar obtenidas en Brasil, entre Itajai-Laguna (Santa Catarina) y Salvador (Bahía), con sus variaciones menores que serían explicadas por deformaciones del geoide (Martín *et al.*, 1985). Esta fluctuación del nivel relativo del mar habría alcanzado mayor altitud en la zona del estrecho de Magallanes/canal de Beagle (Porter *et al.*, 1984).

AGRADECIMIENTOS

Esta nota breve pudo ser realizada gracias a la cooperación del Proyecto IGCP-200 y de INQUA, Subcomisión Línea de Costa. M. V. Bernasconi realizó la figura. Los autores agradecen la lectura crítica del Dr. E. J. Schnack.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- CODIGNOTTO, J. O. y N. WEILER, 1980. Evolución morfológica del sector Costanero comprendido entre Punta Laberinto e Isla Olga, provincia de Buenos Aires. *Probl. Geol. L. T. Atlant. Bon., Cic.*: 35-43, Mar del Plata.
- CORTELEZZI, C. R., 1977. *Datación de las formaciones marinas del Cuaternario en las proximidades de La Plata-Magdalena, provincia de Buenos Aires*. LEMIT, Serie II, 341: 77-93.
— y J. C. LERMAN, 1970. *Estudio de las formaciones marinas de la costa atlántica de la provincia de Buenos Aires*. LEMIT, Serie II, 178: 135-164.
- ESPINOSA, M. A., J. L. FASANO, L. FERRERO, F. I. ISLA, A. MUKICA y E. J. SCHNACK, 1984. *Microestratigrafía y micropaleontología de los sedimentos holocenos aflorantes en la desembocadura del arroyo Las Brusquitas (partido de General Pueyrredón) y en Punta Hermengo (partido de General Alvarado), provincia de Buenos Aires*. IX^o Congr. Geol. Arg., Actas, III: 520-537, Buenos Aires.
- FIDALGO, F. y E. P. TONNI, 1983. *Geología y paleontología de los sedimentos encauzados del Pleistoceno tardío y Holoceno en Punta Hermengo y arroyo Las Brusquitas (partido de General Alvarado y General Pueyrredón, provincia de Buenos Aires)*. Ameghiniana, XX, (3-4): 281-295, Buenos Aires.
- GONZALEZ, M. A., H. O. PANARELLO, H. MARINO y S. A. VALENCIO, 1983. *Niveles marinos del Holoceno en el estuario de Bahía Blanca (Argentina). Isótopos estables y microfósiles calcáreos como indicadores paleoambientales*. Simp. Osc. del Nivel UNMDP, Actas: 48-68, Mar del Plata.
- HUARTE, R. A., A. J. FIGINI, J. E. CARBONARI, G. J. GOMEZ y A. C. ZUBIAGA, 1983. *Dataciones radiocarbónicas del sitio Punta Hermengo (partido de General Alvarado, provincia de Buenos Aires)*. Ameghiniana, XX, (3-4): 295-296, Buenos Aires.
- ISLA, F. I., L. FERRERO, J. L. FASANO, M. A. ESPINOSA y E. J. SCHNACK, 1986. *Late Quaternary marine-estuarine sequences of the southeastern coast of Buenos Aires province, Argentina*. Int. Symp. on Sea Level Changes and Quater. Shorelines. IGCP-200, IGCP-201, INQUA, ABEQUA, Sao Paulo, In press Quater. S. America and Antarctic Pen.
- MARTIN, L., J. M. FLEXOR, D. BLITZKOW y K. SUGUIO, 1985. *Geoid change indications along the brazilian coast during the last 7.000 years*. V^o Int. Coral Reef Congr., Proc., 3: 85-90, Tahiti.
- PARKER, G. y R. A. VIOLANTE, 1982. *Geología del frente de costa y plataforma interior entre Pinamar y Mar de Ajó, provincia de Buenos Aires*. Oceanográfica Arg., Acta, 3, (1): 57-91.
- PORTER, S. C., M. STUIVER, y C. J. HEUSSER, 1984. *Holocene sea-level changes along the Strait of Magellan and Beagle Channel, southernmost South America*. Quater. Res., 22: 59-67.
- SALLINGER, M. J., 1981. *Paleoclimates north and south*. Nature, 291: 106-107.
- SCHNACK, E. J., J. L. FASANO y F. I. ISLA, 1980. *Los ambientes ingresivos del Holoceno en la región de Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires*. Simp. Probl. Geol. Lit. Atlánt. Bon., CIC: 229-242, Mar del Plata.
—, — y —, 1982. *The evolution of Mar Chiquita Lagoon coast, Buenos Aires province, Argentina*. En: Colquhoun, D. J. (ed.), *Holocene sea level fluctuations: magnitude and causes*. Univ. S. Carolina, SC: 143-155.
—, M. A. ZARATE, J. L. FASANO, I. F. ISLA y M. V. BERNASCONI, 1984. *Reunión de Campo. Planicie Costera Bonaerense-Costa Norpatagónica*. INQUA, 25 pp., Mar del Plata.

Recibido: 13 de julio, 1987

Aceptado: 29 de setiembre, 1987

**JORGE L. FASANO
F. I. ISLA**

Centro de Geología de Costas
C.C. 722, 7600 Mar del Plata

W. G. MOOK

Laborat. voor Algemene Natuurkunde Rijksuniversiteit Westersingel
34
9718 CM Groningen, Holanda.

O VAN DE PLASSCHE

Inst. voor Aardwetenschappen VU
Postbus 7161
1007 MC Amsterdam, Holanda

NOTAS NECROLOGICAS

Oscar Alfredo Losada
1926-1986

En la ciudad de Bahía Blanca el 21 de marzo de 1986 dejó de existir nuestro colega el Dr. Oscar A. Losada, oriundo de la ciudad de Dolores que lo viera nacer el 26 de junio de 1926.

Egresó de la Universidad Nacional de La Plata con el título de Geólogo en el año 1952, obteniendo el doctorado en Ciencias Naturales en la misma en el año 1954.

Su vida profesional estuvo casi por entero dedicada a la docencia universitaria, honrando desde su puesto de trabajo al claustro docente de la Universidad Nacional del Sur donde cumplió íntegramente su carrera. Desde sus inicios en cargos auxiliares, en el ex Instituto Tecnológico del Sur, mostró su particular inclinación por la mineralogía, rama de la cual hizo su especialidad a lo largo de su trayectoria docente. Como tal ocupa la cátedra de Mineralogía y Geología como Profesor Titular Interino desde el año 1956, cargo que, a través de sucesivos concursos desempeña en la cátedra de Mineralogía hasta el año 1976. Razones ajenas a su capacidad y prestigio lo alejan de sus funciones hasta el año 1984, en que es reintegrado en su cargo en un acto que más que una reparación legal constituye un reconocimiento al justo y merecido derecho ganado por el Dr. O. Losada a lo largo de su desinteresada labor como profesor.

Su vocación docente basada fundamentalmente en su comprensión del idealismo y espíritu de lucha de los jóvenes, lo llevó también a dedicar algunos años de su carrera inicial a la docencia secundaria, donde más que profesor fue maestro y ejemplo para los estudiantes que le otorgaron su afecto y que aún hoy lo recuerdan con respeto y admiración. No faltó en su proficua labor universitaria el tiempo

dedicado a la investigación, cuyos resultados volcó en trabajos e informes publicados en revistas o presentó a congresos y organismos oficiales o privados que recurrieron a su experiencia en el campo de la mineralogía. Su tarea como investigador no se limitó solamente a la producción científica ya que, desde la creación de la Universidad Nacional del Sur, en el año 1956, luchó desde su puesto por la organización de la cátedra, laboratorios y por su equipamiento, siendo una de sus metas más importantes dejar sentadas las bases de un centro de excelencia en su especialidad en la Universidad Nacional del Sur. Para lograr estos fines, se integró a los organismos de conducción de esta casa de estudios, participando activamente en las funciones académicas y técnicas en las que fuera requerido, siempre con profundo fervor y un claro convencimiento de estar luchando para brindar a la comunidad universitaria una enseñanza de vida que sólo se da con el ejemplo.

Fue un profesional consciente de sus posibilidades, conocedor de sus limitaciones y con una entrega total a su labor docente y de investigación. Pero más allá de las circunstancias que determinaron su trayectoria curricular, fue un hombre de ideas claras, de principios definidos y de una insoslayable vocación de servicio, siempre dispuesto a dar de sí lo mejor y a brindarse infatigablemente en defensa de aquellas causas que consideraba justas. Por eso frente a la adversidad y a la injusticia asumió siempre una actitud digna, sin revanchismos ni egoístas posiciones personales, lo que hace de su vida un ejemplo digno de ser tenido en cuenta. Este quizás sea el mejor legado personal que el Dr. O. Losada ha dejado a su familia, a sus colegas y a quienes en su tránsito terreno nos

honramos en haber sido sus amigos y de haber compartido con él parte de su lucha y trabajo. Descanse en paz. No podemos finalizar este reconocimiento sin destacar algunos de los cargos más importantes desempeñados por el Dr. O. Losada, Profesor Titular de la Cátedra de Mineralogía de la Universidad Nacional del Sur en diversos períodos entre los años 1956 y 1976 hasta su fallecimiento; Director Técnico de Siderúrgicas Grassi S.A. en explotación minera; Director General de Minería de la provincia de L. Neuquén y Presidente de la comisión organizadora del VIº Congreso Geológico Argentino.

E. M. Gelós y R. A. Schillizzi

**Trabajos publicados por el doctor
Oscar A. Losada**

- 1953 - *Las asfaltitas de la República Argentina*. XIIº Congr. Arg. del Asfalto, Actas, Santa Fe.
- 1954 - *Contribución al conocimiento geológico de la cuenca imbrifera del río Morado de Las Tascas, Mendoza*. Tesis doctoral, Museo de La Plata, La Plata.
- 1956 - *Dos perfiles de la costa bonaerense al sur de Bahía Blanca*. Bibl. Univ. Nac. del Sur, Bahía Blanca.
- 1957 - *Estudio geológico económico de los depósitos de canto rodado de la bahía San Blas, Buenos Aires*. Bibl. Univ. Nac. del Sur, Bahía Blanca.
- 1957 - *Algunas consideraciones sobre el abastecimiento de agua a la ciudad de Bahía Blanca*. Bibl. Univ. Nac. del Sur, Bahía Blanca.
- 1958 - *Informe sobre los yacimientos minerales de las inmediaciones de San Antonio y Valcheta*. Bibl. Univ. Nac. del Sur, Bahía Blanca.
- 1959 - *Informe preliminar sobre las posibilidades de fundación de un dique en el arroyo Valcheta, Río Negro*. Bibl. Univ. Nac. del Sur, Bahía Blanca.
- 1959 - *Informe preliminar sobre la geología económica de la región del Bajo de Valcheta, Río Negro*. Bibl. Univ. Nac. del Sur, Bahía Blanca.
- 1960 - *Contribución al conocimiento geológico del Bajo del Tembrao, Río Negro*. Bibl. Univ. Nac. del Sur, Bahía Blanca.
- 1961 - *Homenaje a Florentino Ameghino*. Bibl. Univ. Nac. del Sur, Bahía Blanca.
- 1963 - *El método de determinación de minerales por molienda con reactivos sólidos. Algunas comprobaciones y observaciones*. IIº Jorn. Geol. Arg., Actas III, Buenos Aires.
- 1966 - *Estudio preliminar de los sedimentos de fondo de la Bahía Blanca, Buenos Aires*. IIIº Jorn. Geol. Arg., Actas, III, Buenos Aires.
- 1969 - *Mineralogía de la fracción fina de los sedimentos de fondo de la Bahía Blanca*. IVº Jorn. Geol. Arg., Actas, II, Buenos Aires.
- 1969 - *Petrografía de los afloramientos perimetrales del lago Lacar, Neuquén*. Actas II, Buenos Aires.
- 1969 - *Manifestaciones de tungsteno en el Bajo del Gualicho, Río Negro*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXII (3-4), Buenos Aires.
- 1970 - *Algunas consideraciones sobre la minería de la Patagonia*. Rev. Estrategia Nº 7, Buenos Aires.
- 1970 - *Evaluación de los yacimientos de yeso de la provincia del Neuquén*. C.O.P.A.D.E., Neuquén.
- 1970 - *Los minerales y la historia de la Humanidad*. Bibl. Univ. Nac. del Sur, Bahía Blanca.
- 1973 - *Mineralogía de la Ramsdellita del Neuquén*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXVIII (1), Buenos Aires.
- 1974 - *Estudio de los depósitos de caolín de las cercanías de Junín de los Andes, Neuquén*. C.O.P.A.D.E., Neuquén.
- 1974 - *Prospección de mercurio en el Arroyo El Manzano y alrededores, Neuquén*. C.O.P.A.D.E., Neuquén.
- 1975 - *Geología de los afloramientos de caolín en la zona del arroyo Chilquihuín, Neuquén*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXX (1), Buenos Aires.
- 1975 - *Mineralogía de la volvortita de la mina Cerro Horqueta, Neuquén*. VIº Congr. Geol. Arg., Actas, II, Buenos Aires.
- 1981 - *Geología y evaluación del yacimiento de tungsteno "La Teodolina" San Luis*. Secr. de Est. de Min., (inéd.), Buenos Aires.
- 1981 - *Proyecto de exploración de los yacimientos de manganeso "El Chacayal", Mendoza, "Cama Cortada" y "Tres Lomitas", Córdoba*. Secr. de Est. de Min., (inéd.), Buenos Aires.
- 1986 - *Presencia de ritmitas en la Formación Sauce Grande, sierra de la Ventana, Buenos Aires*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XL (1-2), Buenos Aires.



Roberto L. Ferello
1922-1987

Con el deceso del distinguido colega y entrañable amigo, el Dr. Roberto Luis Ferello, se ha ido una de las figuras señeras de la geología de la Patagonia. Ya desde su tesis doctoral, como un destino prefijado empezó a indagar en su historia geológica, en la región de Piedra del Aguila, en Neuquén, en el año 1946, oportunidad en que documenta y describe una interesante flora liásica. Por entonces, habiendo sido distinguido con una de las becas que YPF asignaba a alumnos destacados para especializarlos en Geología del Petróleo, ingresó como profesional a la Gerencia de Exploración de esa Empresa, siendo designado ayudante de la Comisión Geológica N° 3 del Dr. Tomás Suero, otra figura de trascendental importancia para las Ciencias de la Tierra en Patagonia. Los relevamientos geológicos efectuados por esta Comisión, a partir del año 1947 expusieron a la comunidad científica nacional e internacional la presencia de una potente secuencia sedimentaria suprapaleozoica, lo cual permite entonces completar el cuadro paleogeográfico del Gondwana.

En 1948, al ser promovido el Dr. Suero a la Jefatura del Distrito Geológico de YPF en Comodoro Rivadavia, el Dr. Ferello pasa a ocupar la Jefatura de la Comisión mencionada, que establece su centro operacional en la localidad de Colonia Sarmiento, al pie de la Sierra de San Bernardo.

Allí comienza un período de actividad febril, que se extiende por aproximadamente 5 años, llevando a cabo un levantamiento completo y a escala de detalle de muchas de las estructuras que conforman la mencionada Sierra. Problemas tectónicos y estratigráficos son resueltos con una dedicación y solvencia poco comunes.

Complementándose este trabajo con el efectuado contemporáneamente por otros colegas, se obtiene por primera vez un cuadro coherente y mapas estructurales detallados de ese sector de la Cuenca del Golfo San Jorge que serviría de base para la etapa posterior de la exploración petrolera.

Por ese entonces forma su hogar, contrayendo matrimonio con Alicia Ormaechea, hija de una tradicional familia de la zona. Padre ejemplar, toda su vida fue bendecida por esta unión que le deparó una felicidad hogareña, patente cuando hablaba de su compañera, sus hijos y con el tiempo, sus nietos.

Una vez finalizada la tarea de la Sierra de San Bernardo los años 1955 y 1956 los dedica a estudiar la zona del Río Shehuen en la provincia de Santa Cruz, también detallando el cuadro estructural y estratigráfico como base para la futura exploración petrolera.

Luego de 10 años como geólogo de campo, que en ese entonces significaba vivir en carpas más de 20 días al mes y 10 meses al año, en el clima a menudo hostil de la Patagonia, separados de los centros poblados por kilómetros de huellas precarias, el Dr. Ferello fue trasladado al Distrito Geológico de Comodoro Rivadavia, para hacerse cargo de tareas vinculadas con el Flanco Norte de la cuenca del Golfo de San Jorge.

Allí también desarrolla una intensa actividad. Se adapta fácilmente al quehacer del geólogo de yacimientos, donde el objetivo se centra en metros cúbicos de petróleo de incremento de reservas. Es un constante generador de nuevas ideas. Algunas de ellas tuvieron un éxito destacable, ya que permitieron incorporar importantes volúmenes de petróleo de nuevos niveles en áreas donde la existencia

previa de instalaciones permitía un doble beneficio económico.

En una especialidad de neto carácter económico como es la geología del petróleo, donde las ideas y conclusiones no se publican y por lo tanto no trascienden a los círculos académicos, que por otra parte tienen acceso muy restringido a esa inmensa masa de información que es la geología del subsuelo, generalmente el nombre de quienes se dedican a esa tarea solo aparece vinculado a una comparativamente escasa bibliografía publicada, pero siempre detrás de esta hay abundantes trabajos inéditos que nunca saldrán a la luz. Por otra parte el mérito de haber contribuido con una idea geológica a incorporar riquezas fundamentales al país tiende a pasar desapercibido y a diluirse con el tiempo. Seguramente en este caso, como en tantos otros, pocos recordarán que a fines de la década del 50 y a comienzos de la década del 60 el colega Ferello, en lúcidos informes internos de YPF, planteó las bases para ubicar pozos de exploración profunda en Campamento Central y Escalante, que aún ahora están rindiendo frutos en metros cúbicos de producción de petróleo gracias a la dedicación de otros geólogos que lo sucedieron.

Por ese entonces, aunque embebido en la tarea de geología de subsuelo, no dejó de albergar su pasión por la geología de superficie. En tareas de inspección de trabajos de comisiones, que realizamos juntos, fue un compañero insustituible. Además de su clara visión geológica y de su profundo conocimiento de la literatura especializada, que le permitía recordar las citas de diversos autores sobre los más recónditos

parajes, tenía un inalterable buen humor que en esos días de fatigas e incomodidades nos ayudaban a todos a no perder la disposición optimista y risueña, generando bromas y anécdotas. Al recordarlas años después siempre nos han producido una sonrisa que de ahora en adelante estará teñida de pena por el amigo que se fue.

El Dr. Ferello permaneció en el distrito geológico de Comodoro Rivadavia hasta fines de la década del 60. Trasladado a Buenos Aires siguió dedicándose a la geología de la Patagonia con el entusiasmo de siempre. En 1976 alcanza su jubilación en YPF y, pleno aún de vitalidad comienza a trabajar en la compañía Bidas, de donde se retira a principios de este año.

La muerte lo sorprendió en Mar del Plata, repentinamente, disfrutando con su esposa de los días apacibles que eran el justo coronamiento de una vida plena.

Quienes fuimos sus compañeros guardamos de él un recuerdo imborrable de estudioso, excelente profesional dedicado de lleno a su trabajo. Pensamos que gran parte de su obra, conservada en los archivos de empresas que por lógica reserva no pueden hacerla pública, mereció haber sido conocida más detalladamente. Pero también pensamos que fundamentalmente, Roberto Ferello fue un hombre cuya bondad natural y espontánea, dieron una condición a su vida que está por encima de cualquier ponderación: su profunda calidad humana.

Pedro Lesta

Celestino A. Danieli
1920-1987

El 9 de junio del corriente año, día del Geólogo, falleció en San Miguel de Tucumán el Dr. Celestino Danieli, profesor e investigador de la Universidad Nacional de Tucumán.

El Dr. Danieli, nacido en Casilda (Santa Fe) en 1920, efectuó sus estudios universitarios en la Universidad Nacional de Córdoba, obteniendo el título de Geólogo en 1946 y de Doctor en Geología en 1953.

Recién recibido ingresa a la Universidad Nacional de Tucumán, desempeñándose en el Instituto de Geología y Minería de Jujuy, dependiente de esa Casa de Estudios, a la que permanecerá vinculado por casi 40 años de servicios, donde se desempeñó desde ayudante-geólogo a Profesor Titular con dedicación exclusiva hasta su jubilación, a fines de 1986.

Fue colaborador del Dr. Federico Ahfeld en la preparación de "Las especies minerales de la República Argentina", que Ahfeld y Angelelli publican en 1948, creándose una amistad entre ellos que se mantiene en la futura investigación geológico-minera.

En 1948 es comisionado a la zona de Agua de Dionisio, formando el grupo de los primeros geólogos destinados por la Universidad en el área, trabajando junto a Don Abel Peirano y quedando al frente de las primeras instalaciones con Don Marcos Rodríguez Espada, entonces administrador, con quien se ocupa de las obras básicas para construir la planta piloto de procesamiento mineral, así como de las tareas mineras, actuando como geólogo asesor de las visitas de especialistas al yacimiento. También colabora en la creación de un Laboratorio de química mineral junto al químico Tell.

A partir de 1950 se integra al Instituto de Geognosia (Fundación-Instituto Miguel Lillo) y trabaja también en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ciencias Exactas y

Tecnología, pasando luego a desempeñarse en el departamento de Geología del Instituto Miguel Lillo, donde realiza tareas en el campo de la geología regional, y como docente de la Escuela Superior de Ciencias Naturales, hoy Facultad, hasta su retiro.

Fue el colaborador dilecto del Dr. Peirano, siendo su reemplazante ya sea al frente del Departamento de Asuntos Mineros de la Universidad, el que atendió hasta la creación de YMAD (Yacimientos Mineros Agua de Dionisio), como del Departamento de Geología de la Fundación-Instituto Miguel Lillo.

Corresponde al Dr. Danieli dar a conocer la existencia de los enormes afloramientos de calizas cristalinas en las Sierras Calchaquies, descubiertos como resultado de una campaña con los doctores Peirano y Porto.

Estudió los depósitos tobáceos de Tucumán y se preocupó por investigar la composición de aerolitos en el norte y depósitos sedimentarios de hierro y cobre, cuyos resultados fueron publicados especialmente en Acta Geológica Lilloana.

Animador de fogones de numerosos campamentos geológicos, ya sea contando su experiencia estudiantil o como profesional de campo, lector ávido, coleccionista de diccionarios, dominaba el inglés, lo que lo llevó a elaborar un diccionario con términos geológicos (inglés-castellano) que no logró terminar, ya que su salud durante los últimos años, no le permitió desenvolverse en su actividad profesional como lo hubiere deseado.

Gran compañero y mejor amigo, su sencillez lo hacía acreedor de la amistad de todos sus colegas, colaboradores y alumnos.

H. A. Peña y J. C. Porto



Raúl N. Dessanti
1913-1987

El doctor Raúl N. Dessanti, ex Presidente y Miembro Honorario de la Asociación Geológica Argentina, falleció el 27 de mayo de 1987 en la ciudad de Buenos Aires. Geólogo regional y profesor universitario, se contó entre los jóvenes argentinos que, en las décadas de 1930 y 1940, asumían la misión de continuar la obra comenzada por los ilustres precursores europeos, efectuando esa tarea con la responsabilidad y eficiencia que por tan conocida no es necesario destacar. Estudió en la Universidad de Buenos Aires, donde recibió en 1940 el título de Doctor en Ciencias Naturales. Fue discípulo de Juan Keidel, a quien mucho respetaba por sus cualidades humanas y científicas y bajo cuya dirección realizó su tesis doctoral, presentada a la Universidad en 1938 y titulada "Sobre la estratigrafía y tectónica del Cerro de la Cal, provincia de Mendoza". Proponiendo conceptos que no han perdido actualidad, al contrario, en este trabajo inédito indicó la presencia de corrimientos de importancia, convergencia al oeste, en el borde oriental de la Precordillera, y señaló los efectos de la neotectónica en los depósitos plio-pleistocenos del pie de monte.

Entre 1932 y 1939 se desempeñó como alumno y ayudante geólogo en Yacimientos Petrolíferos Fiscales, y entre 1940 y 1944 como jefe de comisión geológica en la misma Institución. Durante los siguientes veinte años, de 1944 a 1964, fue geólogo de la Dirección Nacional de Geología y Minería, la vieja Dirección de Minas, donde cumplió el período más fructífero de su carrera profesional. Allí ocupó los cargos de Jefe del Servicio Geológico y de Asesor y Jefe de la División Geología Regional. Registró la presencia de Carbónico marino en las sierras de Uspallata y de San Rafael, y levantó las Hojas Geológicas 27c, Cerro Diamante, 29b, Bardas Blancas y 28b,

Malargüe. Preparó diversos informes, muchos de ellos inéditos, sobre problemas geotectónicos, hidrogeológicos, estructurales y mineros. Sus más próximos compañeros de tareas no tardaron en reconocer la claridad de sus ideas y su hondo sentido crítico. Fue uno de los autores del "Primer Mapa Geológico de la República Argentina" en escala 1:2.500.000, editado por la Dirección de Minas en 1950. Su opinión sobre lo que debe ser el levantamiento de una Hoja Geológica quedó reflejado con precisión en un artículo titulado "La Carta Geológica de la República Argentina", publicado en 1954 en la revista "Ciencia e Investigación".

La posibilidad de aplicar ventajosamente nuevas metodologías al estudio de los problemas geológicos no pasó inadvertida al doctor Dessanti, sobre todo luego de su estadía como investigador visitante en la State University de Pennsylvania, Estados Unidos, en 1961, como beneficiario de la beca Guggenheim. En 1963, en otro artículo publicado en la misma revista, llamó la atención sobre la importancia de la Fotogeología, técnica entonces de desarrollo incipiente en nuestro país. En 1962 inició una serie de estudios geológico regionales apoyados por dataciones radimétricas de rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera, la Cordillera Frontal y las Sierras de San Rafael; estos estudios, cuyos resultados fueron dados a conocer en 1967, figuran entre las primeras investigaciones de este tipo realizadas en la Argentina.

La enseñanza de la geología lo contó como profesor en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires entre 1953 y 1959, en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata entre 1958 y 1964, y en el Depar-

Asociación Geológica Argentina

tamento de Geología de la Universidad Nacional del Sur desde 1964 hasta 1979, año en que se retiró de la docencia por razones de salud. En esta última casa de estudios transcurrieron los años finales de su actividad científica, dedicados a la enseñanza con carácter exclusivo y al estudio de algunos problemas geológicos del norte de la Patagonia. Allí volcó todos sus conocimientos y experiencias de geólogo. Había sido miembro activo de la Asociación Geológica Argentina desde su fundación, en 1945, y Presidente de su Comisión Directiva durante el período 1955-57. Fue designado Miembro Honorario en 1980. Participó como coordinador, expositor y representante de diver-

sas instituciones en congresos, simposios y reuniones científicas.

El doctor Raúl N. Dessanti fue ante todo geólogo regional, con verdadera vocación y respeto por esa disciplina, así como por la tarea que realizaba como tal. Se caracterizaba por un temperamento juicioso y analítico, por un espíritu profundamente reflexivo y por una conducta de una rectitud excepcional, caracteres estos que sin duda advirtieron y que difícilmente olvidarán quienes lo conocieron más íntimamente

Roberto Caminos

FE DE ERRATA

En el trabajo de Elda Di Paola, Tomo XLII (1-2): 168-176, en el epígrafe de la figura 3 (pág. 173), se ha omitido la segunda parte del mismo, que debe decir: "Microfotografías con microscopio de polarización: e corresponde a un "bioclasto verde", las cavidades están rellenas de glauconita neoformada, la estructura del fragmento es de clacita, luz //; f nódulo glauconítico con óxido de hierro en fisuras, luz //".

CRONICA DE LA ASOCIACION

En el curso de 1987 la A.G.A. realizó múltiples actividades que se reseñan sumariamente a continuación:

— **Designación de representantes ante el CAPICG, CAPLI, CADINQUA, COGEODATA y SEDIMENTOLOGIA GLOBAL:** De acuerdo al nuevo reglamento de funcionamiento de estos comités, la A.G.A. procedió a designar representantes en CAPICG: Dr. H. Leanza (Tit.) y Dr. S. Matheos (Supl.); CAPLI: Dr. R. Varela (Tit.) y Lic. A. Sato (Supl.); CADINQUA: Dr. J. Codignotto (Tit.) y Lic. R. Kokot (Supl.); COGEODATA: Lic. L. Bertone; SEDIMENTOLOGIA GLOBAL: Dr. M. Uliana (Tit.) y Lic. L. Fauqué (Supl.).

— **Cursos de Actualización organizados por la A.G.A.:** Continuando con la serie de Cursos de Actualización que con singular éxito viene realizando la A.G.A., se realizaron durante 1987 los siguientes:

— *Cuencas Sedimentarias: su mecánica y desarrollo tectónico*, por la Dra. Teresa Jordan (Cornell, USA) del 6 al 10 de abril. Salón de actos de SOMISA.

— *Proyección Estereográfica en Geología Estructural*, por el Lic. José Sellés Martínez (UBA), del 18 al 20 de noviembre. Casa del Geólogo.

— **Nuevas publicaciones especiales:** Continuando con la serie de Publicaciones Especiales se han publicado las siguientes obras:

SERIE A: Monografías y reuniones

Nº 2 - Actas de las Primeras Jornadas sobre Geología de Precordillera, con 69 trabajos originales - 400 páginas.

SERIE B: Didáctica y Complementaria

Nº 15 - Catálogo de edades radimétricas realizadas por el INGEIS y sin publicar, por E. Linares, C. A. Parica y P. D. Parica - 49 páginas.

Nº 16 - Técnicas modernas de análisis estructural, por R. W. Allmendinger - 90 páginas.

Además, se editó el *Boletín Anecdótico*, preparado por el colega Agustín Monteverde.

Los citadas entregas se imprimieron en la misma sede de la A.G.A.

— **Estado de la Revista:** A fines de diciembre apareció el número (1-2) del Tomo XLII, impreso por primera vez por el método Laser.

— **Boletín Informativo:** En el curso del segundo semestre se editó el Boletín Infor-

mativo con el ánimo de estrechar lazos con nuestros asociados de todo el país.

— **Presencia de la A.G.A. en la Feria del Libro:** Con marcado éxito estuvo presente un stand de la A.G.A. en la XIIIª Exposición y Feria Internacional del Libro (del autor al lector).

— **Relación con la IUGS:** Como entidad nacional reconocida por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, la A.G.A. ha mantenido relación epistolar con esta entidad, respondiendo a las diversas inquietudes y consultas que la citada Institución hiciera conocer. Asimismo, como se consigna aparte, se ha solicitado que todos los Comités Nacionales en los cuales tenga participación la I.U.G.S., la A.G.A. esté representada, por tratarse de la entidad madre en el país y única representante a nivel nacional del organismo geológico internacional.

— **Ampliaciones del Comité Editorial:** Se suman al Comité Editorial los colegas Carlos Rapela, Eduardo Llambías, Luis A. Spalletti, José A. Salfity, Florencio G. Aceñolaza, Rosendo Pascual, Francisco Fidalgo, Milka Brodtkorb, Antonio Introcaso, Arturo J. Amos, Luis H. Dalla Salda y Jorge N. Santa Cruz; quienes se agregan a la lista ya existente.

— **Distinciones de la A.G.A. en el Xº Congreso Geológico Argentino:** Durante la cena de clausura del Xº Congreso Geológico Argentino realizado en la ciudad de S. M. de Tucumán, del 14 al 18 de setiembre; se entregaron los premios J. J. Nágera "A la difusión de la Geología" y Franco Pastore "A la Investigación Científica" a los doctores Telasco García Castellanos y Sergio Archangelsky, respectivamente.

— **Premio Storni:** El 18 de diciembre se hizo entrega del Premio Storni al Dr. Pablo D. Parica, por su trabajo titulado "Petrología y geocronología del sector central de la Sierra de Lonco Vaca, La Pampa" aparecido en el Tomo XLI (3-4) de nuestra Revista.

— **Curso de Temas de Geología para profesores de Enseñanza Media:** Desde hace cinco años se vienen desarrollando los cursos sobre Temas de Geología dedicados a profesores de enseñanza media, que dirige el Dr. N. Malumíán y su grupo de colaboradores.

Este año, los doctores R. Caminos, V. Ramos y G. Chebli dictaron clases sobre Geología Regional Argentina y se contó con una asistencia de 260 participantes. Las mismas tuvieron lugar en el Aula Magna de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

QUINTO CONGRESO INTERNACIONAL DE GEOLOGIA APLICADA A LA INGENIERIA

Se realizó en la ciudad de Buenos Aires, entre el 20 y el 25 de octubre de 1986, fue auspiciado por la International Association of Engineering Geology (IAEG) y patrocinado por la Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería (ASAGAI).

El evento tuvo lugar en el Centro Cultural General San Martín de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, desarrollándose, tanto las sesiones técnicas como las de los dos Colloquios efectuadas en paralelo, en tres salas, en forma simultánea.

La sesión inaugural fue presidida por el señor Vicepresidente de la República Argentina, Dr. Víctor Martínez, contándose, además, con la asistencia del señor Secretario de Ciencia y Técnica, Dr. Manuel Sadosky, de los Subsecretarios de Obras Públicas y Recursos Hídricos, Ing. Jorge Laprida e Ing. Fores, respectivamente, y del Vicepresidente Segundo de la Honorable Cámara de Senadores de la Nación, Dr. Carlos Gómez Centurión.

Participaron destacados expertos vinculados con la Geología aplicada a la Ingeniería, a la Mecánica de Suelos y a la Geotecnia.

El Presidente de la International Association of Engineering Geology (IAEG), profesor M. Langer inició la serie de discursos del acto inaugural, al cual le siguió el del Presidente de la Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería (ASAGAI), Dr. Víctor E. Mauriño.

El Presidente del Quinto Congreso Internacional, Dr. Horacio V. Rimoldi, declaró la apertura del Congreso mediante una breve alocución, en la que detalló las bases del Congreso. Finalmente, el Secretario de Ciencia y Técnica, Dr. Manuel Sadosky pronunció un discurso alusivo, cerrando la lista de oradores el señor Vicepresidente de la Nación, Dr. Víctor Martínez, el que con una brillante disertación se refirió específicamente a temas concernientes al desarrollo en el país de las diversas tecnologías.

Concurrieron a este Quinto Congreso Internacional 408 delegados y 73 acompañantes, pertenecientes a 11 países de América, 16 de Europa, 6 de Asia, uno de Africa y dos de Australasia.

El temario del Congreso abarcó los siguientes tópicos; siendo los relatores Generales y Panelistas los que se indican en cada tema:

1. Investigaciones geológico ingenieriles de macizos rocosos para obras civiles y explotaciones mineras.

- Prospección geológica y geofísica de macizos. Correlación de resultados.
- Clasificaciones geomecánicas. Aplicaciones prácticas.
- Excavaciones superficiales y subterráneas de grandes dimensiones. Problemas de tensiones.
- Técnicas de ensayo y exploración para equipos tuneleros.
- Auscultación de macizos rocosos, nuevas técnicas y resultados.

Reporter General:

Profesor R. Oliveira (Brasil)

Panelistas::

Profesor Wang Siging (China)

Profesor H. D. S. Miller (Canadá)

2. Problemas de geología ingenieril relativos a fundaciones y excavaciones en rocas débiles.

- Prospección geológica y geofísica de rocas débiles. Características y clasificación.
- Fundaciones, drenaje o impermeabilización de rocas débiles.
- Excavaciones subterráneas.
- Comportamiento de zonas estructurales de debilidad y su tratamiento.
- Dinámica y tectónica.

Reporters Generales:

Profesor Don Déere (E.E.U.U.)

Ingeniero Oscar Vardé (Argentina)

3. Aspectos de geología ingenieril relativos a fundaciones en suelos

- Suelos colapsibles, expansivos y orgánicos
- Suelos lateríticos, residuales y granulares.
- Licuación de suelos y problemas dinámicos.
- Estabilización de suelos.

Reporters Generales:

Profesor J. Jiménez Salas (España)

Co-Reporter:

Profesor J. L. Alpañés (España)

Panelistas:

Profesor Eng. E. Nuñez (Argentina)

Profesor V. Osipov (URSS)

4. Problemas de geología ingenieril relacionados con aprovechamientos hidráulicos e hidroeléctricos.

- Condicionantes geomorfológicas, geológicas y estructurales en la implantación de obras.
- Deslizamientos y estanqueidad en cuencas de embalse artificiales.

Asociación Geológica Argentina

- Metodologías de estudio en problemas sistotectónicos.
- Presas se embalse en valles de llanura. Control de inundaciones.
- Materiales de construcción: suelos y rocas.

Reporter General:

Profesor A. Pautre (Francia)

Panelistas:

Profesor I. A. Parabuchev (URSS)

Profesor B. Zakalik (Argentina)

5. La geología ingenieril en el desarrollo de obras civiles, ferroviarias, costeras y estructuras "off shore".

- Prospección geológica y geofísica en la selección de trazados.
- Fundaciones de viaductos, terraplenes puentes, puentes y estabilidad y socavón de terraplenes.
- Erosión y sedimentación en obras portuarias: Dragado y refulado.
- Materiales de construcción: suelos y rocas.

Reporter General:

Profesor A. García Yague (España)

Panelista:

Profesor D. Price (Holanda)

6. Aspectos de geología ingenieril en la planificación ambiental y en áreas urbanas.

- Elaboración de cartas geotécnicas.
- Banco de datos de sondeos y ensayos.
- Excavaciones y canalizaciones en medios urbanos.
- Obras subterráneas.
- Problemas derivados de la explotación intensiva de acuíferos.
- Materiales de construcción. Rocas de revestimiento.
- Geología Ambiental.
- Deslizamientos.
- Catastrofes naturales.
- Miscelanea.

Reporter General::

Profesor E. Chiossi (Brasil)

Panelistas:

Profesor A. Shad (Israel)

Dra. S. Bockman (Argentina)

Se realizaron en paralelo dos Colloquios: "La geología ingenieril en relación con las obras conexas de desechos nucleares", fue presidido por el profesor M. Langer. El mismo abordó un temario diversificado de suma relevancia, entre los que cabe destacar los estudios del área de Gastre (provincia del Chubut), prevista para reservorios de desechos nucleares. Las trece contribuciones, dada su importancia,

fueron publicadas en el Boletín que semestralmente edita la IAEG, a fin de que alcanzaran la máxima difusión.

El otro Colloquio referido a problemas de "La ingeniería geológica en relación con la geotermia", fue presidido por el profesor Dr. Andrea Merla, quien contó con importantes colaboraciones de Cataldi, Luongo y otros, relacionadas con la importancia de este tipo de aprovechamiento energético no convencional. Por su parte, Mon presentó valiosas contribuciones sobre áreas geotermiales argentinas en Copahue, Tuzgle y el noroeste de la provincia de Tucumán. En total se presentaron 7 contribuciones.

Cabe señalar que se presentaron un total de 291 contribuciones, discriminadas según el siguiente detalle:

Tema 1:	49 trabajos
Tema 2:	29 trabajos
Tema 3:	56 trabajos
Tema 4:	52 trabajos
Tema 5:	34 trabajos
Tema 6:	52 trabajos

Los diferentes temas fueron publicados en seis tomos, a razón de uno por tema, restando publicar dos volúmenes, uno de los cuales contendrá los trabajos llegados fuera de término y el otro estará dedicado a los informes elaborados por los General Reporters y Panelistas, incluyendo, además, las discusiones pertinentes.

Merece destacarse que las sesiones del Colloquio sobre repositorios nucleares fueron las que centralizaron la mayor atención del auditorio por la vigencia del tema en nuestro país; particularmente, al considerarse las distintas tecnologías planteadas respecto de las diferentes litologías analizadas para las excavaciones requeridas, así como los diversos ensayos susceptibles de llevarse a cabo en cada caso.

En lo que concierne al Temario abordado merecieron especial atención las sesiones dedicadas a los temas acerca de "Macizos rocosos", "Rocas lábiles" y las concernientes a la "Geología Ingenieril vinculada a obras hidroeléctricas" en las que resultaron comunes amplios debates.

Las sesiones dedicadas a "Aspectos de la geología ingenieril relativos a fundaciones en suelos" merecieron un tratamiento especial dada la diversidad de trabajos presentados respecto de los diferentes tipos de suelos, des-

Asociación Geológica Argentina

tacándose primordialmente los de carácter loesico. Cabe señalar un encomiable desempeño en la preparación del trabajo de recopilación efectuado por los General Reporters, profesores Jiménez Salas y Alpañes.

Se realizó en forma simultánea una muestra "Geo-Expo Internacional" en la cual diferentes expositores exhibieron distintos tipos de instrumentación de avanzada tecnología en el campo de la geología ingenieril, brindando, a la vez, una amplia documentación bibliográfica respecto de los elementos expuestos.

Un vasto programa social completó el aspecto técnico del Congreso, mereciendo señalarse el dedicado a los miembros acompañantes.

Una vez finalizadas las sesiones se llevó a cabo la Asamblea General de la International Association of Engineering Geology, en la cual se designaron las nuevas autoridades que habrán de regir los destinos de la misma, bajo la presidencia del Dr. Owen White, de Canadá,

fijándose, a la vez, la realización del próximo VIº Congreso Internacional de la IAEG, en el año 1990, con sede en la ciudad de Amsterdam.

Terminadas las actividades de este evento, se realizaron dos excursiones postcongreso tectónico-turísticas, en una de las cuales participaron 42 Delegados, recorriendo el Territorio Nacional de Tierra del Fuego y trasladándose posteriormente a Calafate (provincia de Santa Cruz) para visitar el Glaciar Perito Moreno y el área de los cerros Chalten (Fitz Roy) y Torre.

En la restante excursión participaron 17 delegados y se trasladaron a San Carlos de Bariloche y al área del futuro implante del repositorio nuclear en Gastre, siendo asistidos por personal técnico de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Horacio Víctor Rimoldi

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

(Miembro de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas IUGS)

COMISIÓN DIRECTIVA

(1985-1987)

Presidente: DR. CARLOS CINGOLANI
Vicepresidente: DR. LUIS SPALLETTI
Secretario: DR. HÉCTOR A. LEANZA
Tesorero: LIC. NORMA PEZZUTTI

Vocales:

LIC. JORGE CANGINI
DR. ARMANDO MASSABIE
DR. OSCAR LÓPEZ GAMUNDI

Vocales Suplentes:

LIC. EUGENIO ARAGÓN
LIC. JORGE L. PISETTA
LIC. JUAN IDIART

Director de la Revista: DR. VÍCTOR A. RAMOS

Director de Publicaciones: DR. FRANCISCO E. NULLO

Coordinadores: LIC. GRACIELA MARÍN
LIC. LUIS A. FAUQUE

(1987-1989)

Presidente: DR. HÉCTOR A. LEANZA
Vicepresidente: DR. MIGUEL A. ULIANA
Secretario: DR. RICARDO VARELA
Tesorero: LIC. LUIS A. FAUQUE

Vocales:

DR. JORGE O. CODIGNOTTO
LIC. ADELMA BAYARSKY
LIC. LUIS GRIECO

Vocales Suplentes:

LIC. ROBERTO R. KOKOT
DR. SERGIO MATHEOS
LIC. ANA MARÍA SATO

Director de la Revista: DR. FRANCISCO E. NULLO

Coordinador de Publicaciones: DR. JORGE O. CODIGNOTTO

COMITE EDITORIAL

DR. FLORENCIO G. ACEÑOLAZA, ING. VICTORIO ANGELELLI, DR. ARTURO J. AMOS, DRA. MILKA K. DE BROODTKORB,
DR. HORACIO H. CAMACHO, DR. ROBERTO CAMINOS, DR. CARLOS CINGOLANI, DR. GUALTER CIEBELI, DR. LUIS DALLA SALDA,
DR. FRANCISCO FIDALGO, DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO, DR. EMILIO GONZÁLEZ DÍAZ, ING. ANTONIO INTROCASO,
DR. HÉCTOR A. LEANZA, DR. ENRIQUE LINARES, DR. EDUARDO J. LLAMBIAS, DR. NORBERTO MALUMIAN,
DR. ROSENDO PASCUAL, DR. VÍCTOR A. RAMOS, DR. CARLOS W. RAPELLA y DR. JOSÉ A. SALFITY

Miembros Honorarios

DR. PABLO GROEBER †
DR. JUAN KEIDEL †
DR. JOAQUÍN FRENGUELLI †
DR. FRANCO PASTORE †
DR. ANGEL V. BORRELLI †
DRA. EDELMIRA MÓRTOLA †
DR. ARMANDO F. LEANZA †
DR. HORACIO J. HARRINGTON †
DR. JORGE POLANSKI †
DR. CARLOS STORNI †
DR. RICHARD FOSTER FLENT †
DR. OSVALDO BRACACCINI †
DR. PERCY QUENSEL †
DR. JUAN C. M. TURNER †
DR. CARLOS GORDILLO †
DR. RAÚL N. DESSANTI †
ING. DANIEL A. VALENCIO †

DR. ALBERTO MINGRAMM
DR. BERNABÉ J. QUARTINO
DR. EDGARDO ROLLERI
DR. PEDRO STIPANICIC
DR. MARCELO YRIGOYEN
DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO
ING. VICTORIO ANGELELLI
DR. HORACIO CAMACHO
DRA. PIERINA PASOTTI
DR. EMILIANO APARICIO
DR. ENRIQUE DE ALBA
DR. MARIO E. TERUGGI
DR. ROBERTO L. CAMINOS
DR. PEDRO CRIADO ROQUE
DR. ENRIQUE LINARES
DR. ROSENDO PASCUAL
DR. JUVENAL J. ZAMBRANO

Miembros Correspondientes

DR. ARNOLDO HEIM †
DR. LUCIANO JACQUES DE MORAES †
DR. ABEL HERRERO DUCLOUX †
ING. JORGE MUÑOZ CRISTI †
DR. ENRIQUE CERTEH †
DR. RODOLFO MÉNDEZ ALZOLA †

DR. GUILLERMO ZULOAGA
ING. HÉCTOR FLORES WILLIAMS
ING. CARLOS RUIZ FULLER
DR. UMBERTO CORDANI
DR. JEAN CLAUDE VICENTE
DR. IAN DALZIEL

MIEMBROS BENEFACTORES Y PROTECTORES

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS
COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS DE LA PROVINCIA
DE BUENOS AIRES
YACIMIENTOS PETROLÍFEROS FISCALES
GAS DEL ESTADO
QUITRAL-Co S.A.I.C.
CIA. TOTAL AUSTRAL
SHELL HYDROCARBONS S.V.
AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA SOC. DEL ESTADO
ARGENTINA CITIES SERVICES EXPLORATION, INC.
BRIDAS S.A.P.I.C.

DIRECCIÓN GENERAL DE FABRICACIONES MILITARES
DRESSER ATLAS ARGENTINA S.A.M.P.I.C.
COMPAÑÍA DE INVESTIGACIONES GEOFÍSICAS
(PROC. SCHLUMBERGER) S.A.
ESSO S.A. PETROLERA ARGENTINA
COMPAÑÍA MINERA TEA
GEOMATER S.A.
APCO ARGENTINA INC.
INVAP S.A.
PLUSPETROL S.A.
TECHINT S.A.C.I.
AMOCO ARGENTINA OIL CO.

INDICE ALFABETICO DEL TOMO XLII

Bassi, H. G. L. y G. Rochefort M. El yacimiento mantiforme Chorrillos (Cu) de Jujuy, su geología y posibilidades	280
Bastías, H. E. y J. A. Bastías Análisis de desplazamientos y velocidades en el área diferencial precordillera, provincia de San Juan	261
Benito, J. I. y C. J. Chernicoff. Ostracodos y diatomeas en sedimentos continentales terciarios en la zona de Tecka, provincia del Chubut	53
Bonalumi, A. A. y A. A. Gigena. Relación entre las metamorfitas de alto grado y las rocas básicas y ultrabásicas en el departamento Calamuchita, Córdoba	73
Cionchi, J. L. Depósitos marinos cuaternarios de Bahía Bustamante, provincia del Chubut ...	61
Di Paola, E. Glauconita de la sección basal de la Formación Agrio, cerro El Marucho, provincia de Neuquén	168
Espizúa, L. E. Fluctuaciones de los glaciares del Río del Plomo, Mendoza	112
Fidalgo, F., E. P. Tonni, N. Porro y J. H. Laza Geología del área de la laguna Chasicó (partido de Villarino, provincia de Buenos Aires) y aspectos bioestratigráficos relacionados	407
Gelos, E. M., J. O. Spagnuolo y A. O. Marcos. Estudio estadístico de las arenas ferrotitaníferas de la costa norte de la Isla Wood, provincia de Buenos Aires	39
González, M. A. y G. Ravizza. Sedimentos estuáricos del Pleistoceno tardío y Holoceno en la Isla Martín García, Río de la Plata	231
Gordillo †, C. E. y A. A. Bonalumi. Termobarometría de la faja migmática de "La Puerta", departamento Cruz del Eje, provincia de Córdoba	255
Hechem, J. J. y J. F. Homoc. La relación entre las formaciones Baqueró y Laguna Palacios en el Nesocratón del Deseado, provincia de Santa Cruz	244
Introcaso, A., A. Lion y V. A. Ramos. La estructura profunda de las sierras de Córdoba	177
Jalfín, G. A. Litofacies y paleocorrientes de la Formación Solari, provincia de Corrientes	99
Kerlleñevich, S. C., G. Furque y E. Tomchinsky. Estudio bioestadístico de braquiópodos neopaleozoicos de la Quebrada del Salto, Calingasta, Precordillera de San Juan	188
Koukharsky, M., A. Vullián, E. Abril y O. Morello. Las ignimbritas cenozoicas del noroeste de Susques, Jujuy: geología, petrografía y química	441
Leanza, H. A. y C. A. Hugo. Descubrimiento de fosforitas sedimentarias en el Proterozoico superior de Tandilia, Buenos Aires, Argentina	417
Limarino, C. O. y H. L. Sessarego. Algunos depósitos lacustres de las formaciones Ojo de Agua y De la Cuesta (Pérmico). Un Ejemplo de sedimentación para regiones áridas o semiáridas	267
Limarino, C. O., H. L. Sessarego, O. R. López Gamundi, P. R. Gutierrez y S. N. Césari. Las formaciones Ojo de Agua y Vallecito en el área de La Ciénaga, oeste de Huaco, provincia de San Juan: estratigrafía y paleomabientes sedimentarios	153
Lira, R. Episienitas feldespáticas y su relación con depósitos uraníferos en el Batolito de Achala, provincia de Córdoba	388
Lyons, W. A. Geología y estructura de las Salinas de Huitrin, provincia de Neuquén	122
Mas, G. R. y H. R. Peral. Estudio mineralógico y características de las inclusiones fluidas del topacio de Tanti	429
Mon, R. y F. Hong. Estructura del Ordovícico de la Puna	31
Moreno Roa, H. y A. Lahsen Azar. El Volcán Callaqué: ejemplo de volcanismo fisural en los Andes del Sur (Chile, 38° l.s.)	1
Morra, G. A. y C. J. del Río. La Subfamilia Architectonicinae (Mollusca, Gastropoda). "Patagoniano" de la costa Atlántica, Chubut y Santa Cruz	82
Nabel, P. Estudio paleomagnético y sedimentológico de sedimentos de plataforma, provincia de Buenos Aires	377
Orgeira, M. J. Estudio paleomagnético de sedimentos del Cenozoico tardío en la costa atlántica bonaerense	362

Regalía, G. M. Caracteres geológicos del área de San Miguel, sierras septentrionales de la provincia de Buenos Aires	143
Sato, A. M. Mina de molibdeno de Chita (provincia de San Juan): evolución postmagmática del plutón granítico homónimo	349
Scasso, R. A. y C. del Río. Ambientes de sedimentación, estratigrafía y proveniencia de la secuencia marina del Terciario superior de la región de Península Valdes, Chubut	291
Spalletti, L. A. y S. D. Matheos. Composición de sedimentitas silicoclásticas terciarias de la Cuenca de Nirihuau (Patagonia occidental) y su significado tectónico	322
Trebino, L. G. Geomorfología y evolución de la costa en los alrededores de San Blas, provincia de Buenos Aires	9
Weiler, N. E., M. A. González y N. G. Guida. Niveles marinos del Pleistoceno tardío en Cañada de Arregui, partido de Magdalena, provincia de Buenos Aires	92
Zanettini, J. C. M. Esquema estratigráfico y alteración hidrotermal en el Cajón de los Chenques, provincia del Neuquén	24
Zanettini, J. C. M., V. Méndez y E. Zappettini. El Mesozoico y Cenozoico sedimentario de la comarca de Los Miches, provincia del Neuquén	338
NOTAS BREVES	
Codignotto, J. O., C. A. Beros y L. G. Trebino. Nuevo método cronoestratigráfico, morfocronología en secuencia deposicional cordoniforme	462
Codignotto, J. O. Cuaternario marino entre Tierra del Fuego y Buenos Aires	208
Dalla Salda, L. H., C. W. Rapela y G. F. Dias. Calizas marinas jurásicas? en Villa La Angostura, Neuquén	194
Espejo, I. y S. Césari. Primer hallazgo de flora pérmica en la cuenca San Rafael	472
Fasano, J. L., F. I. Isla, W. G. Mook y O. Van de Plassche. Máximo transgresivo postglacial de 7.000 años en Quequén, provincia de Buenos Aires	475
Patiño, M. G. de y A. E. Patiño Douce. Petrología y petrogénesis del batolito de Achala, provincia de Córdoba, a la luz de la evidencia de campo	201
Pöthe de Baldis, E. D., R. Cardó y R. Pelichotti Silúrico-Devónico en Castaño Viejo, cordillera frontal, provincia de San Juan	469
Rosello, E. A. Primera manifestación antimonífera en la provincia de San Luis y aportes sobre su control estructural	196
Sellés Martínez, J. La lineación Utracán-Vallimanca, provincia de La Pampa y Buenos Aires	213
Zappettini, E., V. Méndez y J. C. Zanettini. Metasedimentitas mesopaleozoicas en el noroeste de la provincia del Neuquén	206
NOTAS NECROLOGICAS	
Dr. Celestino A. Danieli.....	482
Dr. Raúl N. Dessanti.....	483
Dr. Roberto L. Ferello.....	480
Dr. Alfredo Losada.....	478
Dr. Daniel A. Valencio.....	218
Comentarios bibliográficos	224 - 422
Crónica de la Asociación	485
Fe de erratas	224 - 486
Instrucciones para los autores	489

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La Asociación Geológica Argentina publica su **Revista** con trabajos, notas breves, comentarios y réplicas, además de sus series **A: Monografías** y **B: Didáctica y Complementaria**, y las que en el futuro puedan establecerse por la Comisión Directiva de acuerdo a la siguiente modalidad:

Revista

Es una publicación periódica que edita contribuciones referidas a las ciencias geológicas, preferentemente relacionadas a la Argentina y de otros países geologicamente vinculados. Estas contribuciones pueden comprender:

a) Trabajos

Son contribuciones originales cuya extensión no deberá exceder 30 páginas (tamaño carta: 22 x 28 cm) dactilografiados a DOBLE ESPACIO a través de todo el texto; con sangría en los comienzos de párrafos separados por punto aparte. En carácter de excepción se recibirán trabajos más extensos, pero tanto el Director como los árbitros deberán dejar constancia que su longitud inusual está avalada por la calidad y cantidad de los datos e interpretaciones presentes en la contribución. Los trabajos de mayor extensión pueden ser considerados para su publicación en la Serie A: Monografías.

Los trabajos deberán ser inéditos y no serán aceptados trabajos consistentes en simples descripciones de objetos: para que cumplan con su finalidad científica y/o técnica, ellos deberán ser acompañados con las interpretaciones y conclusiones pertinentes.

Las contribuciones deberán estar escritas en **castellano**, permitiéndose sólo excepcionalmente la presentación en un idioma extranjero, si el autor se hiciese cargo de los costos extras de su impresión.

Los trabajos serán sometidos a arbitraje por el Director de la Revista, requiriéndose dos o más arbitrajes si se lo considera conveniente. A pedido del Director de la Revista, los autores podrán sugerir nombres de los posibles árbitros, locales o extranjeros, en temas muy especializados. En caso de disenso entre la opinión de los árbitros y del (o los) autor(es), el Director de la Revista, asesorado por el Comité Editorial, decidirá según corresponda. Las características principales a tener en cuenta para su aceptación

serán la originalidad y la excelencia de la contribución.

Cuadros o apéndices con excesiva cantidad de datos, que no sean necesarios para el entendimiento del trabajo, deberán ser obviados. Los autores en estos casos pondrán los mismos a disposición de los interesados.

Los autores deben realizar sus contribuciones en la forma más breve posible. Estas deberán estar dirigidas a sus pares y no deben tratar de explicar los temas para que sean comprensibles por todos los lectores, debiendo suplantar explicaciones elementales a través de referencias bibliográficas apropiadas.

En aquellos casos donde los autores o grupo de autores expresen su intención de que dos o más trabajos sean publicados en forma conjunta, dado que presentan una unidad temática, tal como la de ciertas Reuniones, Simposios o Coloquios, ellos podrán estar contenidos en un número de la Revista. Este número será publicado de acuerdo al turno dado por el número de orden del último trabajo presentado de la unidad temática. Todos los trabajos serán arbitrados de acuerdo a los procedimientos usuales.

b) Notas breves

Deberán estar restringidas a informes breves (no más de 6 páginas tamaño carta), dactilografiadas a doble espacio, incluyendo figuras y referencias bibliográficas. Estarán dirigidas a dar a conocer hallazgos suficientemente importantes que merezcan su pronta publicación o a prestar nuevas técnicas y metodologías, o nuevos datos (isotópicos, paleontológicos, etc.) cuyo contenido sea realmente significativo. Serán sometidos a arbitraje.

c) Comentarios y réplicas

Los comentarios se concentrarán exclusivamente a artículos publicados en números recientes de la Revista y/o de las actas de los Congresos Geológicos Argentinos, y serán aceptados para su publicación si son breves, de **naturaleza técnica** y realicen un aporte sustancial al mejor entendimiento del problema analizado. Las **réplicas** a estos comentarios serán solicitadas a los autores del trabajo motivo del comentario y generalmente

publicadas en forma conjunta. Ambos serán sometidos a los procesos usuales de arbitraje.

Serie A: Monografías

Esta serie está dedicada a síntesis o monografías que por su extensión no tengan cabida en la Revista. Los objetivos de las mismas pueden ser estudios regionales o revisiones originales sobre temas o problemas específicos. Deberán ser trabajos originales de una excelencia académica significativa, que justifiquen su publicación. Las mismas serán sometidas a arbitraje por el Director y el Comité Editorial, quienes decidirán acerca de su aceptación técnica, quedando supeditada a la Comisión Directiva su aprobación final, la que dependerá de los medios financieros disponibles. Dado que la publicación periódica de la Revista, tiene prioridad sobre esta serie, aquellas que tengan financiamiento propio serán bienvenidas.

Serie B: Didáctica y Complementaria

Esta serie estará dedicada a trabajos de carácter didáctico, como textos, diccionarios específicos, catálogos, etc., los que por ser de suma utilidad para la comunidad geológica, justifiquen el esfuerzo editorial de la Asociación. Estos trabajos serán arbitrados mediante los procedimientos habituales, pero su publicación deberá ser aprobada por la Comisión Directiva, la que proveerá los medios necesarios para su edición.

GUIA PARA LA PREPARACION DE LOS MANUSCRITOS

Instrucciones generales

El manuscrito deberá ser presentado en **original** y un **duplicado**, incluyendo copias de las ilustraciones y fotografías al Director de la Revista, quien le asignará un número de orden. El manuscrito deberá ser dactilografiado de un solo lado, en papel tamaño carta (22 x 28 cm), con márgenes amplios de 3 a 4 cm, para permitir la inclusión de comentarios de los árbitros. Todo el manuscrito debe ser dactilografiado a **DOBLE ESPACIO**. Solo aquellas palabras a ser impresas en *itálica* deberán ser subrayadas, restringiéndose su uso a lo estrictamente necesario.

La primer página deberá contener el título del trabajo, los nombres de los autores, un resu-

men y abstract correspondiente, así como un número adecuado de palabras clave en inglés. Las páginas subsiguientes deberán ser numeradas correlativamente.

Se sugiere a los autores que hagan leer críticamente sus manuscritos por otros colegas, no sólo para correcciones en el estilo, sino también por su contenido científico, en forma previa a la presentación en la Revista.

Se recomienda en forma general seguir el siguiente ordenamiento para las diferentes partes del texto: Introducción - Objetivos - Material o área estudiada - Métodos y técnicas empleados - Resultados - Análisis o discusión - Conclusiones - Agradecimientos - Lista de trabajos citados en el texto - Cuadros - Epígrafe de las figuras.

El propósito del trabajo debe estar expresamente expuesto en la introducción. Si bien se respetará el estilo de cada autor, dado que éste es personal, se deberá tener presente que en la escritura de artículos científicos la precisión es mucho más importante que la elegancia en la prosa.

Título

El título del trabajo deberá ser conciso, informativo e indicativo del contenido del trabajo. Deberá evitar palabras tales como: Contribución al conocimiento... o Algunas consideraciones acerca de... o similares.

Recuerde que el título es frecuentemente el único elemento que dispone el lector para decidir si necesita o no consultar el trabajo.

Resumen y Abstract

No deberá exceder las 250 palabras, debiéndose traducir el mismo al inglés indefectiblemente. Este debe ser una síntesis de los resultados no debiéndose incluir detalles metodológicos, salvo que éstos sean novedosos o necesarios para la comprensión del problema analizado. En el mismo no deben incluirse citas ni referencias.

Lista de trabajos citados en el texto

Esta deberá ser escrita siguiendo el ordenamiento en uso en los últimos números de la Revista. Cada referencia deberá tener nombre de los autores, año de publicación, título completo del trabajo, nombre de la publicación periódica subrayado, número de tomo y de páginas y lugar de publicación. Las obras no periódicas deberán tener el título subrayado, los

editores si los hubiere, número de páginas, editorial y lugar de publicación.

Cuadros

Serán identificados en números romanos, deberán tener un título breve y ser referidos consecutivamente en el texto. Se presentarán en páginas separadas al final del texto, indicándose en el mismo el lugar apropiado para su inserción. Su formato no debe exceder el de una hoja tamaño carta (22 x 28 cm). Los cuadros no deben duplicar información contenida en el texto, sino por lo contrario servir para abreviar el mismo.

Ilustraciones

Las ilustraciones deberán ser planificadas de tal manera que su formato final no exceda 14,5 x 21,5 cm o que puedan ser reducidas a una columna del texto (6,8 cm) o al ancho de página (14,5 cm). El original no deberá ser más de dos veces mayor que el tamaño final. Las líneas deben ser lo suficientemente gruesas (mayores de 0,3 mm) para permitir su reducción. Las letras y números deberán ser planificados para que sean mayores de 1,5 mm después de su reducción.

Las ilustraciones deberán ser presentadas en un original en tinta negra indeleble y un juego de copias, no admitiéndose como originales co-

pias heliográficas o de otro tipo. Todas ellas indefectiblemente deberán presentar una preparación cartográfica adecuada, evitándose la escritura manuscrita. Los mapas y perfiles deberán llevar escala gráfica y coordenadas geográficas. El mapa de ubicación será esquemático y de tamaño reducido.

Las fotografías deberán presentarse en un juego de papel brillante y deberán ser de óptima calidad. En caso de presentar varias se recomienda agruparlas en bloques o láminas planificadas en forma coherente con la caja de la Revista.

Las figuras deberán ser compactas evitándose grandes espacios libres o desprovistos de información. Las mismas deberán ser citadas en el texto y los autores deben dejar indicado su lugar de inserción. Toda figura deberá tener su epígrafe cuyos textos serán presentados en página aparte al final de los manuscritos.

De los autores

Estos deberán ser miembros de la Asociación. Excepcionalmente serán permitidas contribuciones de autores no miembros con la anuencia de la Comisión Directiva.

Al final del manuscrito deberán dejar constancia de su lugar de trabajo, institución y dirección postal correspondiente.

Esta revista se terminó de imprimir el 30 de
Junio de 1988, en los talleres gráficos de
ETLAGRAFICA S.A., sito en la calle
Agrelo 3073, Buenos Aires.

El presente número ha sido financiado en parte con subsidios del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, que no se hacen responsables del contenido del mismo.

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

Geología del área de la laguna Chasicó (partido de Villarino, provincia de Buenos Aires) y aspectos bioestratigráficos relacionados
[F. FIDALGO, E. P. TONNI, N. PORRO Y J. H. LAZA](#) 407

Descubrimiento de fosforitas sedimentarias en el Proterozoico superior de Tandilia, Buenos Aires, Argentina
[H. A. LEANZA Y C. A. HUGO](#) 417

Estudio mineralógico y características de las inclusiones fluidas del topacio de Tanti
[G. R. MAS Y H. R. PERAL](#) 429

Las ignimbritas cenozoicas del noroeste de Susques, Jujuy: geología, petrografía y química
[M. KOUKHARSKY, A. VULLIÉN, E. ABRIL Y O. MORELLO](#) 441

NOTAS BREVES

Nuevo método cronoestratigráfico, morfocronología en secuencia deposicional cordoniforme
[J. O. CODIGNOTTO, C. A. BEROS Y L. G. TREBINO](#) 462

Silúrico-Devónico en Castaño Viejo, cordillera frontal, provincia de San Juan
[E. D. PÔTHE DE BALDIS, R. CARDÓ Y R. PELICHOTTI](#) 469

Primer hallazgo de flora pérmica en la cuenca San Rafael
I. ESPEJO Y S. CÉSARI

Máximo transgresivo postglacial de 7.000 años en Quequén, provincia de Buenos Aires
[J. L. FASANO, F. I. ISLA, W. G. MOOK Y O. VAN DE PLASSCHE](#) 475

NOTAS NECROLOGICAS

[DR. ALFREDO LOSADA](#) 478

[DR. ROBERTO L. FERELLO](#) 480

[DR. CELESTINO A. DANIELI](#) 482

[DR. RAÚL N. DESSANTI](#) 483

[Fe de Erratas](#) 484

[Crónica de la Asociación](#) 485

[Información](#) 486

Asoc. Geol. Arg. Rev.Tomo XLII - N^{os.} 3-4

CORREO ARGENTINO Central B	TARIFA REDUCIDA Concesión N° 2612
	FRANQUEO PAGADO Concesión N° 3667

CONTENIDO

Sedimentos estuáricos del Pleistoceno tardío y Holoceno en la Isla Martín García, Río de la Plata M. A. GONZÁLEZ Y G. RAVIZZA	231
La relación entre las formaciones Baqueró y Laguna Palacios en el Nesocratón del Deseado, provincia de Santa Cruz J. J. HECHER Y J. F. HOMOVIC	244
Termobarometría de la faja migmática de "La Puerta", departamento Cruz del Eje, provincia de Córdoba C. E. GORDILLO Y A. A. BONALUMI	255
Análisis de desplazamientos y velocidades en el área diferencial precordillera, provincia de San Juan H. E. BASTÍAS Y J. A. BASTÍAS	
Algunos depósitos lacustres de las formaciones Ojo de Agua y De la Cuesta (Pérmico). Un Ejemplo de sedimentación para regiones áridas o semiáridas C. O. LIMARINO Y H. L. SESSAREGO	267
El yacimiento mantiforme Chorrillos (Cu) de Jujuy, su geología y posibilidades H. G. L. BASSI Y G. ROCHEFORT M.	280
Ambientes de sedimentación, estratigrafía y proveniencia de la secuencia marina del Terciario superior de la región de Península Valdes, Chubut R. A. SCASSO Y C. DEL RÍO	291
Composición de sedimentitas silicoclásticas terciarias de la Cuenca de Nirihuau (Patagonia occidental) y su significado tectónico L. A. SPALLETI Y S. D. MATHEOS	322
El Mesozoico y Cenozoico sedimentario de la comarca de Los Miches, provincia del Neuquén J. C. M. ZANETTINI, V. MÉNDEZ Y E. ZAPPETTINI	338
Mina de molibdeno de Chita (provincia de San Juan): evolución postmagmática del plutón granítico homónimo A. M. SATO	349
Estudio paleomagnético de sedimentos del Cenozoico tardío en la costa atlántica bonaerense M. J. ORGEIRA	362
Estudio paleomagnético y sedimentológico de sedimentos de plataforma, provincia de Buenos Aires P. NABEL	377
Episienitas feldespáticas y su relación con depósitos uraníferos en el Batolito de Achala, provincia de Córdoba R. LIRA	388

Toda correspondencia para la Asociación Geológica Argentina, deberá ser dirigida a:
MAIPU 645, piso 1º, 1006 Buenos Aires, República Argentina